

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



22
2022
ЧАСТЬ II

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 22 (417) / 2022

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилон Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Валерий Владимирович Кулешов* (1942) — советский и российский экономист, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент АН, академик РАН, специалист в области методологии и методики экономико-математического моделирования, анализа и прогнозирования социально-экономических процессов функционирования экономики страны и отдельных регионов.

Окончил общеэкономический факультет Московского института народного хозяйства. С 1965 года работает в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН; с 1992 по 2016 год занимал в нем должность директора. Кандидатскую диссертацию защитил в 1969 году («Моделирование организационных структур научно-исследовательских учреждений»). Валерий Владимирович — координатор и

член редколлегии журнала «ЭКО». Преподаёт в Новосибирском университете; заведует кафедрой экономического управления, является членом учёного совета, председателем Объединённого учёного совета по экономическим наукам СО РАН. С 1996 года В. В. Кулешов — академик Международной академии регионального развития и сотрудничества.

В 1999 году Валерий Владимирович награжден Орденом Почёта — за большой вклад в развитие отечественной науки, подготовку высококвалифицированных кадров и в связи с 275-летием Российской академии наук.

В 2007 году ему был вручен орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Андреева Ю. Ю., Лагунов Е. Н., Тарасова Т. А. Решение некоторых задач нелинейной теории упругости с помощью пакета Maple.....	69
Аубакирова И. У., Мосина Е. Н. История стандартизации цемента.....	75
Валеев А. И. Анализ работ различных систем когенерации...	77
Горбачев А. Е., Ихсанов Р. М. Способы снижения эмиссии газотурбинных двигателей.....	79
Дрынкин А. Д. Особенности утилизации попутного нефтяного газа с содержанием сероводорода.....	82
Касперович Н. В. Ремонт магистральных газопроводов без остановки процесса перекачки газа.....	86
Копанев Р. А. Определение энергии потерь переходных процессов переключения полупроводниковых приборов методами компьютерного моделирования.....	87
Лось А. В. Современное состояние подходов к синтезу наземных беспилотных транспортных средств и основные проблемы концепции «беспилотный автомобиль».....	91
Манусов В. З., Макслюкова А. Д. Метод расчета дополнительных потерь активной мощности в электрической сети от высших гармоник тока.....	94
Малих А. А. Регулирование параметров газа при его прохождении на газорегуляторных пунктах блочных.....	97
Рогожников И. П. Лабораторный стенд для исследования микропроцессорных систем управления.....	99

Рогожников И. П. Пассивные электрические фильтры. Фильтр низких частот.....	102
Угрюмов Е. В. Влияние температурного воздействия на анкеровку арматуры.....	105
Угрюмов Е. В. Моделирование бетонной призмы с центрально расположенным стержнем на выдергивание при воздействии температуры в программе ANSYS2021.....	108
Хрестина Е. В. Снижение аварийности на автомобильном транспорте в пути следования.....	114
Хрестина Е. В. Повышение качества автомобильного транспорта, выпускаемого в рейс.....	117
Хрестина Е. В. Совершенствование навигационных систем для автомобильного транспорта.....	118
Юсупов Д. Т., Авазов Ж. У., Носиров А. И. Определение электрической прочности трансформаторного масла.....	120

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Ваньков П. Ю., Лагутенко Л. В. Обеспечение эффективности развития относительной силы (силовых способностей) у самбистов 8–9 лет.....	123
Дейч А. А. Футбол в современной студенческой среде....	125
Кормилицын Ю. В., Чинакаева Э. Ф., Покарева М. А. Сестры Аверины: роковая Олимпиада.....	127

Матвеев М. И., Стрелков П. В., Кравцов В. В., Болдишор М. И.

Применение упражнения скоростной стрельбы из пистолета Макарова на занятиях по профессионально-должностной подготовке в Михайловской военной артиллерийской академии 128

Михель О. И.

Разработка и реализация современного подхода к использованию игрового метода на уроках физической культуры в начальной школе 130

Ткаченко П. Е., Мальшакова В. В.

Современные подходы в профилактике перетренированности спортсменов, занимающихся лёгкой атлетикой, на этапе спортивного совершенствования 133

Tran M. T.

Teaching tennis to non-specialized students by case study method (cases of students studying tennis at the University of Danang)..... 136

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Решение некоторых задач нелинейной теории упругости с помощью пакета Maple

Андреева Юлия Юрьевна, старший преподаватель;
Лагунов Евгений Николаевич, аспирант;
Тарасова Татьяна Александровна, аспирант
Волгоградский государственный технический университет

Одним из распространенных пакетов символьных вычислений является Maple. В основном этот пакет ориентирован на символьное вычисление и численную составляющую [1,2]. Актуальной задачей является разработка проблемно специализированной системы расчетов являющейся комбинацией численных и символьных методов вычислений на базе Maple, ориентированной на применение в нелинейной теории упругости. Создание специализированной системы расчетов позволяет использовать мощные средства символьного интегрирования, методов минимизации функционалов, возможностей визуализации результатов, присущих Maple. Символьная составляющая позволяет написать программу численного интегрирования для функций с параметрами, значения которых не заданы. Поэтому появляется возможность вычислить интегралы в функционалах при итерационных методах минимизации только один раз. Этот подход позволяет избежать вычисления интегралов на каждом шаге итерационного процесса. Однообразие интегрирования позволяет обходиться простейшими формулами численного интегрирования.

Ключевые слова: численно-символьное интегрирование, антиплоская деформация, вариационный принцип, неогоуковский потенциал.

Одним из распространенных пакетов символьных вычислений является Maple. Рассматриваемый пакет применяется не только для теоретических исследований, но и содержит численную составляющую, что расширяет сферу его применения. Актуальной задачей является разработка проблемно специализированной системы расчетов являющейся комбинацией численных и символьных методов вычислений на базе Maple [3,4], ориентированной на применение в нелинейной теории упругости [5,6]. То, что специализированная система создается на базе Maple, диктует ее конфигурацию в виде библиотек авторских программ, подгружаемых в Maple пользователем и структуру интерфейса в виде рабочего листа Maple. Подгружаемые библиотеки, могут быть отнесены к алгоритмическим подсистемам, а содержащиеся в них программы к символьным и численным блокам в составе универсальной САВ (системы аналитических вычислений), в качестве которой выступает Maple. Все программы написаны на внутреннем языке программирования пакета Maple. Для краткости комбинированную символьно-численную систему вычислений будем обозначать СЧС [4]. Данная система не является альтернативной для известных численных пакетов типа ANSYS, ABAQUS и подобных. Она просто расширяет возможности пакета Maple, упрощая его применение в задачах механики.

Создание сложных универсальных программных средств, призванных решать множество задач требует огромных интеллектуальных, временных и материальных затрат. Представляется более эффективным использование простых моделей, решающих конкретные задачи [7–9]. Совокупность алгоритмических подсистем для решения таких задач может составить автоматизированное рабочее место механика в среде Maple.

В линейной теории упругости, из трехмерных задач, выделены двухмерные задачи с осесимметричной, плоской и антиплоской деформацией. Последний вид деформации наиболее простой, поэтому естественно начать с модели антиплоской деформации. В нелинейной теории упругости проблема такого разделения более сложная. Так для несжимаемых материалов антиплоская деформация возможна только в телах с потенциалами энергии деформации, удовлетворяющими условиям, сформулированным в [10]. Например, она всегда возможна в материалах с обобщенным неогоуковским потенциалом. Литература, посвященная нелинейной антиплоской деформации обширна [11–18].

Естественным практическим приложением конечной антиплоской деформации является расчетная модель резинометаллического амортизатора продольного сдвига [19–21]. Резинометаллические амортизаторы сдвига обычно состоят из металлических (плоских, трубчатых или фасонных) обойм, между которыми прочно закреплена резина. Обоймы сдвигаются относительно друг друга, обеспечивая антиплоскую деформацию резинового массива на достаточном удалении от торцов. То есть рассматриваются длинные амортизаторы. Следует отметить, что при антиплоской деформации объем сохраняется независимо от того сжимаемый материал или несжимаемый, якобиан преобразования равен единице для любой функции деформации поперечного сечения, зада-

ющей эту деформацию. Это геометрическое свойство самой деформации. Выбрана модель несжимаемого материала, поскольку она наиболее разработана. Следует отметить и то, что применение фасонных обоев предполагает разнообразие конфигураций поперечного сечения, которое может быть достаточно сложным.

Функциональные свойства СЧС

– СЧС предназначена для приближенного решения любых статических задач при конечной антиплоской деформации со смешанными граничными условиями и произвольным неогуковским потенциалом для областей со сложной конфигурацией. В частности, она позволяет автоматизировать расчет резинометаллических амортизаторов сдвига при конечных деформациях, со свободным вводом любого неогуковского потенциала и достаточно сложной конфигурацией поперечного сечения амортизатора.

– Реализует смешанный вариационный принцип, для которого граничные условия являются естественными, что упрощает алгоритм аппроксимации искомых функций.

– Предоставляет выбор способа аппроксимации искомых функций ортогональными многочленами разного вида с учетом симметрии задачи во всей заданной области. Такая нелокальная аппроксимация при приемлемой точности позволяет на порядок снизить время счета по сравнению с адаптивными аппроксимациями МКЭ и другими подобными методами. При этом производится апостериорная оценка точности решения путем оценки величины невязок уравнений в различных функциональных нормах. Невязка граничных условий оценивается с помощью равномерной нормы, невязка дифференциальных уравнений с помощью энергетической нормы.

– Система нелинейных алгебраических уравнений, полученная при декомпозиции условий стационарности функционала вариационного принципа, решается методом наименьших квадратов, который исключает появление комплексных корней, не имеющих физического смысла, но иногда появляющихся в силу приближенности самой системы уравнений.

– Учет геометрической информации производится с помощью R-функций [22–24]. Такой подход упрощает задание конфигурации области определения искомых функций, граничных условий и позволяет автоматизировать вычисление кратных интегралов для сложных областей.

– Программная реализация алгоритмов выполнена на внутреннем языке программирования Maple.

– Интерфейс и средства визуализации используются из пакета Maple.

В основу программной реализации пакета СЧС положен модульный принцип организации, обеспечивающий возможность модернизации расчетных модулей и реализации новых возможностей, путем подключения к пакету дополнительных модулей. Одним из модулей является модуль символьно-численного интегрирования, применяемый при вычислении интегрального функционала.

Численно-символьное интегрирование

Символьный пакет позволяет написать программу численного интегрирования для функций с параметрами, значения которых не заданы. Поэтому появляется возможность вычислить интегралы в функционале только один раз. То есть, если неизвестные функции аппроксимируются заданными функциями вида $u = u(x, y, c_1, c_2, \dots, c_n)$ где c_k не заданы, то после численного интегрирования функционал превращается в числовую функцию только переменных $F(c_1, c_2, \dots, c_n)$, необходимым условием стационарности которой, является система:

$$\frac{\partial F}{\partial c_k} = 0. \quad (1)$$

Этот подход позволяет избежать вычисления интегралов на каждом шаге итерационного процесса, что было бы неизбежным при численном интегрировании, поскольку в последнем случае значения коэффициентов необходимо задавать, а они меняются на каждом шаге. Одноразовость интегрирования позволяет обходиться простейшими формулами численного интегрирования, поскольку нет технических препятствий для значительного увеличения числа узлов квадратурной формулы. Интегрирования по границе области и внутри области не связаны друг с другом и количество узлов в квадратурных формулах для границы и области тоже не связаны.

Вычисление криволинейных интегралов сводится к определенному интегралу, который вычисляется модулем $OprInt(f(t), t_1, t_2, n)$. Здесь $f(t)$ — подынтегральная функция, t_1, t_2 — нижний и верхний пределы интегрирования, а n — число узлов квадратурной формулы. В качестве квадратурной формулы используется среднее значение формул левых, правых и средних прямоугольников:

$$I_n = \frac{h}{3} \sum_{i=1}^n \left[f\left[t_1 + (i-1)h\right] + f\left[t_1 + ih\right] + f\left[t_1 + \left(i - \frac{1}{2}\right)h\right] \right], \quad h = \frac{t_2 - t_1}{n} \quad (2)$$

в которой все вычисления проводятся в символьном виде. В приложении 1 приводятся примеры использования модуля $OprInt(f(t), t_1, t_2, n)$. Показано монотонное повышение точности с ростом числа узлов в соответствии с известной оценкой

$|I - I_n| < O(1/n^2)$ для функций с ограниченной производной порядка не ниже второго [7,25]. Далее продемонстрирован результат интегрирования выражения с неопределенными коэффициентами модулем СЧС, которое не интегрируется символично и средствами численного интегрирования Maple. Двойные интегралы по прямоугольной области вычисляются модулем $Intplan(f(x, y) m_1, m_2, m_3, m_4, n)$. Здесь $f(x, y)$ — подынтегральная функция, m_1, m_2 — границы изменения x , m_3, m_4 — границы изменения y , а n — число узлов квадратурной формулы по одной переменной, то есть общее количество узлов n^2 . Квадратурная формула используется в виде:

$$I_n = \left[\frac{1}{2} S_0 + S_n + \sum_{k=1}^{n-1} S_k \right] h_y, S_k = \left[\frac{1}{2} S_{k0} + S_{kn} + \sum_{i=1}^{n-1} f_{ik} \right] h_x,$$

$$f_{ik} = f \left[m_1 + i h_x, m_3 + k h_y \right], h_x = \frac{m_2 - m_1}{n}, h_y = \frac{m_4 - m_3}{n} \quad (3)$$

то есть последовательно использована формула трапеций. В приложении 2 приводятся примеры использования модуля $Intplan(f(x, y) m_1, m_2, m_3, m_4, n)$. При интегрировании по прямоугольнику показано монотонное повышение точности с ростом числа узлов для функций с ограниченными частными производными порядка не ниже второго. Далее, в приложениях 3–5 продемонстрирован результат интегрирования по криволинейной области. Как уже отмечалось, интегрирование проводится модулем по прямоугольнику, но подынтегральная функция умножается на индикатор фигуры. Здесь возникает проблема заполнения прямоугольника точками фигуры. Чем сильнее площадь фигуры отличается от площади прямоугольника при неизменном диаметре фигуры, тем меньше точность интегрирования с помощью индикатора. Решение проблемы основано на аддитивности интеграла. Фигура покрывается элементарными прямоугольниками так, чтобы разность площадей элементарных фигур и элементарных прямоугольников была малой. Интегрирование ведется по каждому прямоугольнику, а результаты суммируются. В приложениях 6 продемонстрирован пример при разбиении исходного прямоугольника на четыре части. Далее, в приложении 7 приводится пример интегрирования выражения с неопределенными коэффициентами модулем СЧС, которое не интегрируется символично и средствами численного интегрирования Maple.

Приложение 1

```
> restart;
> with(plots):with(linalg):
> read "c:\FB.m";
> with(FB);
[Coord, EqvSol, FUN, FunCurv, FunPart, GlobVect, GrCon, Intplan, Norma, OprInt,
 Structure, con, diz, otr]
[Определенный интеграл
> f:=t^3*cos(t);
                                f:=t^3*cos(t)
[Точное значение интеграла
> int(f,t=Pi..4):evalf(%);
                                -34.11631868
[Численные результаты с помощью модуля СЧС для числа узлов n=10, 100, 1000
> OprInt(f,Pi,4,10);
OprInt(f,Pi,4,100);
OprInt(f,Pi,4,1000);
                                -34.10199036
                                -34.11617540
                                -34.11631743
[Функция с неопределенными коэффициентами
> f:=(c1^2*t^2-c1*c2*t^3)/(cos(t)-sin(t));
                                f:=\frac{c1^2 t^2 - c1 c2 t^3}{\cos(t) - \sin(t)}
[Попытка символического вычисления терпит крах
> int(f,t=Pi..4);
                                \int_{\pi}^4 \frac{c1^2 t^2 - c1 c2 t^3}{\cos(t) - \sin(t)} dt
```

Приложение 2

[Попытка приближенного вычисления с помощью штатных методов Maple терпит крах

```
> int(f, t=Pi..4, numeric, digits=3):eval(%);
```

$$\int_{3.14}^4 \frac{c1^2 t^2 - 1. c1 c2 t^3}{\cos(t) - 1. \sin(t)} dt$$

[Численные результаты с помощью модуля СЧС

```
> OprInt(f, Pi, 4, 1000);
```

$$115.1376730 c1^2 - 460.1432456 c2 c1$$

[Функция с неопределенными коэффициентами, которая может быть проинтегрирована символично. Сравнение результатов.

```
> f:=c1^2*t^2-c1*c2*t^3;
```

$$f = c1^2 t^2 - c1 c2 t^3$$

```
> int(f, t=Pi..4):evalf(%);
int(f, t=Pi..4, numeric, digits=10):eval(%);
OprInt(f, Pi, 4, 1000);
```

$$10.99790777 c1^2 - 39.64772722 c2 c1$$

$$10.99790777 c1^2 - 39.64772723 c2 c1$$

$$10.99790782 c1^2 - 39.64772806 c2 c1$$

Приложение 3

[Двойной интеграл

```
> f:=x*y*(cos(x)+sin(y));
```

$$f = x y (\cos(x) + \sin(y))$$

[Точное значение

```
> int(int(f, x=0..1), y=0..1):evalf(%);
```

$$0.3414709848$$

[Вычисление по прямоугольнику.

[Численные результаты с помощью модуля СЧС для числа узлов $n^2=10*10, 100*100, 200*200$.

```
> Ind:=1;
```

$$Ind := 1$$

```
> Intplan(f, 0, 1, 0, 1, 10);
Intplan(f, 0, 1, 0, 1, 100);
Intplan(f, 0, 1, 0, 1, 200);
```

$$0.3415046288$$

$$0.3414713215$$

$$0.3414710685$$

[Криволинейная область

```
> f:=1;
omega:=con(x^2+y^2-1, 4-x^2-y^2);
Ind:=piecewise(omega<0, 0, 1);
```

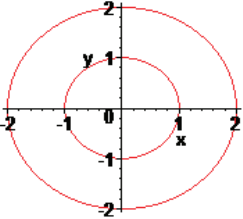
$$Ind = \begin{cases} 0 & -\sqrt{2x^4 + 4x^2y^2 - 10x^2 + 2y^4 - 10y^2 + 17} < -3 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Приложение 4

```

> Gr:=implicitplot(omega=0,x=-2..2,y=-2..2,numpoints=6000):
print(Gr);

```



```

[ Предварительный численный эксперимент
[ Точное значение площади
> Pi*(2^2-1);s:=evalf(%);

```

$$3\pi$$

$$s = 9.424777962$$

```

[ Численные результаты с помощью модуля СЧС для числа узлов n^2=10*10, 200*200, 300*300, 400*400.
> Intplan(f,-3,3,-3,3,100);
Intplan(f,-3,3,-3,3,200);
Intplan(f,-3,3,-3,3,300);
Intplan(f,-3,3,-3,3,400);

```

$$9.460800000$$

$$9.414000000$$

$$9.436800000$$

$$9.428400000$$

Приложение 5

```

[ Разбивая область на подобласти вариацией пределов интегрирования, можно улучшить
результат:
> 4*Intplan(f,0,2,0,2,100);
4*Intplan(f,0,2,0,2,200);
4*Intplan(f,0,2,0,2,300);
4*Intplan(f,0,2,0,2,400);

```

$$9.436000000$$

$$9.423000000$$

$$9.423739164$$

$$9.425350000$$

```

[ Функция с неопределенными коэффициентами
> f:=(c1*x^2+c2*y^3)/exp(x*y);

```

$$f = \frac{c_1 x^2 + c_2 y^3}{e^{(xy)}}$$

```

[ Попытка использования встроенной в Maple процедуры терпит крах.
> with(Student[MultivariateCalculus]):
> ApproximateInt(Ind*f,x=-2..2,y=-2..2,partition = [400,400]);
Error, (in Student:-MultivariateCalculus:-ApproximateInt) unable to determine
heights of prisms
[ Численный результат с помощью модуля СЧС
> Intplan(f,-2,2,-2,2,400);

```

$$19.16845294 c_1 - 0.1494598 \cdot 10^{-8} c_2$$

```

[ Уточним разбивая область на подобласти
> i1:=Intplan(f,0,2,0,2,400);i2:=Intplan(f,0,2,-2,0,400);
i3:=Intplan(f,-2,0,0,2,400);i4:=Intplan(f,-2,0,-2,0,400);

```

$$i_1 = 1.372185694 c_1 + 1.957287441 c_2$$

$$i_2 = 8.217148011 c_1 - 11.42619915 c_2$$

$$i_3 = 8.217147919 c_1 + 11.42619886 c_2$$

$$i_4 = 1.372185744 c_1 - 1.957287336 c_2$$

```

> i:=i1+i2+i3+i4;

```

$$i = 19.17866737 c_1 - 0.19 \cdot 10^{-6} c_2$$

Приложение 6

```

[ Уточним разбивая область на подобласти
> i11:=ApproximateInt(Ind*f1,x=0..2,y=0..2,partition =
  [400,400]);
  i12:=ApproximateInt(Ind*f1,x=0..2,y=-2..0,partition =
  [400,400]);
  i13:=ApproximateInt(Ind*f1,x=-2..0,y=0..2,partition =
  [400,400]);
  i14:=ApproximateInt(Ind*f1,x=-2..0,y=-2..0,partition =
  [400,400]);

      i11 = 1.372643509
      i12 = 8.215402383
      i13 = 8.215402379
      i14 = 1.372643298

> I1:=i11+i12+i13+i14;
      I1 = 19.17609157

> i21:=ApproximateInt(Ind*f2,x=0..2,y=0..2,partition =
  [400,400]);
  i22:=ApproximateInt(Ind*f2,x=0..2,y=-2..0,partition =
  [400,400]);
  i23:=ApproximateInt(Ind*f2,x=-2..0,y=0..2,partition =
  [400,400]);
  i24:=ApproximateInt(Ind*f2,x=-2..0,y=-2..0,partition =
  [400,400]);

      i21 = 1.958432393
      i22 = -11.42402755
      i23 = 11.42402842
      i24 = -1.958432409

> I2:=i21+i22+i23+i24;
      I2 = 0.854 10-6

```

Приложение 7

```

[ Сравнение с встроенной в Maple процедурой. Разобьем функцию на две и исключим
  неопределенные коэффициенты
> f1:=x^2/exp(x*y); f2:=y^3/exp(x*y);

      f1 =  $\frac{x^2}{e^{(xy)}}$ 

      f2 =  $\frac{y^3}{e^{(xy)}}$ 

> ApproximateInt(Ind*f1,x=-2..2,y=-2..2,partition =
  [400,400]);
  ApproximateInt(Ind*f2,x=-2..2,y=-2..2,partition = [400,400]);
      19.17858566
      -0.48965498 10-8

```

Заключение (выводы)

На основе совокупности численных и символьных методов реализована процедура вычисления интегралов от функций, содержащих неопределенные параметры. Это позволяет производить интегрирование один раз и получить выражение для функционала как функции от коэффициентов аппроксимационных многочленов.

Литература:

1. Системы аналитических вычислений (методы компьютерной алгебры) в механике деформируемого твердого тела. Докл. Всес. совещ. Киев, 1988.— КГУ. Киев, 1990, (168с.) Деп. УкрНИИНТИ 17.04.90, № 732,— Укр90.

2. Системы для аналитических преобразований в механике // Тезисы докладов Всесоюз. совещания. Горький: ГГУ, 1984. 147 с.
3. Жуков, Б. А. Проблемно специализированная система автоматизированных вычислений «Рабочее место механика». / Б. А. Жуков; Волгогр. гос. пед. ун-т. Волгоград, 2006. 20 с. Деп. в ВИНТИ 19.10.06, № 1250-B2006.
4. Ю. Ю. Андреева, Б. А. Жуков. Комбинированная система численных и символьных методов на базе MAPLE в задачах нелинейной антиплоской деформации // Вычислительная механика сплошных сред.— 2016.— Т. 9, № 2 (апрель-июнь).— С. 237–244.
5. Зубов Л. М. Принцип стационарности дополнительной работы в нелинейной теории упругости. // ПММ, 1970. Т. 34, № 2. С. 241–245.
6. Зубов Л. М. Вариационные принципы нелинейной теории упругости. // ПММ.1971. Т. 35, № 3. С. 406–410.
7. Бондарь В. Д.. Моделирование нелинейного антиплоского деформирования цилиндрического тела.//ПМТФ.2005.Т.46,№ 4. С. 99–109.
8. Черных К. Ф. Нелинейная теория упругости в машиностроительных расчетах. Л.: Машиностроение, 1986. 335с.
9. Яворский Ю. Резина в автомобилях. Л.: Машиностроение, 1980. 360 с.
10. Gent, A.N., Thomas, A. G. J., Polymer Science, Vol. 28, pp. 625, 1958.
11. Жуков, Б. А. Нелинейное взаимодействие конечного продольного сдвига и конечного кручения втулки из резиноподобного материала. // Известия РАН. Механика твёрдого тела. 2015. № 3.С. 127–135.
12. De Pascalis R., Destrade M., Saccomandi G. The stress field in a pulled cork and some subtle points in the semiinverse method of nonlinear elasticity. / Proc. R. Soc. A (2007). P. 463.
13. Жуков Б. А. Нелинейный эффект взаимодействия плоских и антиплоскостных деформаций в несжимаемом материале // Современные проблемы механики сплошной среды.4-я Международная конференция: Ростов;1998. 142–145 с
14. Horgan C. O. Anti-Plane Shear Deformations in Linear and Nonlinear Solid Mechanics.//SIAM Review, 1995, Vol. 37, No. 1. P. 53–81.
15. Horgan C., Saccomandi G. Superposition of generalized plane strain on anti-plane shear deformations in isotropic incompressible hyperelastic materials. Journal of Elasticity. 2003;73(1–3):221–235.
16. Knowles J. K. On finite anti — plan chare for incompressible elastic materials // J. Austral. Math. 1976. B19. ¹4. P. 400–415.
17. Knowles J. K. A note on anti-plane shear for compressible materials in finite elastostatics.//J. Austral. Math. Soc. 1977, B20. P. 1–7.
18. Knowles J. K. The finite anti-plane sheared near the tip of a crack for a class of incompressible elastic solids. // Internat. J. Fracture, (1977b), 13, pp. 611–639.
19. Черных К. Ф., Шубина И. М. Законы упругости для изотропных несжимаемых материалов, феноменологический подход. // Механика эластомеров. Краснодар. 1978. Т. 2. Вып. 268. С. 56–62.
20. Черных К. Ф. Нелинейная теория упругости в машиностроительных расчетах. Л.: Машиностроение, 1986. 335с.
21. Черных К. Ф., Литвиненкова З. Н. Теория больших упругих деформаций. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. 254 с.
22. Рвачев В. Л., Слесаренко А. П. Алгебра логики и интегральные преобразования в краевых задачах. Киев. Наукова Думка 1976. 289 с.
23. Рвачев В. Л., Синекон Н. С. Метод R-функций в задачах теории упругости и пластичности. Киев. Наукова Думка 1990. 212 с.
24. Рвачев В. Л., Шейко Т. И. Введение в теорию R-функций. //Проблемы машиностроения, 2001. Т. 4, № 1–2. С. 46–58.
25. Болотин В. В. Нелинейная теория упругости и устойчивость «в большом». // Расчеты на прочность в машиностроении. М.: Машгиз.1958. № 3. С.

История стандартизации цемента

Аубакирова Ирина Утарбаевна, кандидат технических наук, доцент;
 Мосина Евгения Николаевна, студент магистратуры
 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует историю цементной промышленности.

Ключевые слова: история стандартизации, строительные материалы, цемент.

Говоря о «цементе», понимают искусственные вяжущие в виде порошка, которые, взаимодействуя с водой или другими жидкостями, превращаются в пластичную массу, твердеют и становятся цементным камнем. Однако так было не всегда.

Первым природным вяжущим, которое научился использовать человек, была глина. При смешении с водой и последующем высыхании она приобретала некоторую прочность

и могла быть использована для низкопробных построек, однако её характеристик было недостаточно для создания крепкой и надёжной конструкции, а потому люди продолжали поиски более подходящего материала [1].

Так римляне (II век до н.э.) для придания гидравлических свойств извести смешивали её с пуццолами (пепел от Везувия), дроблёными кирпичами или трассом из Эйфеля. В средние века

также поняли, что римским пуццоланам по водостойкости не уступают продукты обжига загрязнённых глиной известняков [2].

В дальнейшем в истории известны также использование других искусственных вяжущих, таких как гипс или известь в Египте, Индии, Китае, Греции и даже Киевской Руси, однако же до настоящего цемента тогда ещё было далеко.

Однако началом истории именно цемента по разным данным можно считать 1822 или 1824 годы. Стоит отметить, что официальный патент на «усовершенствованный способ производства искусственного камня» — цемент, — принадлежит Джозефу Аспдину. Каменщик из Британии в 1824 году разработал вещество (аналог современного цемента) на собственной кухне. Смесь, состоящую из глины и известняка, он тщательно подробил и нагрел. Получившийся камень он также тщательно подробил и получил гидравлический цемент. Название данный порошок получил «портландцемент» в честь местности, откуда добыл материалы для своего эксперимента. И хотя к современному портландцементу полученный Аспином порошок не имел отношения (скорее он являлся разновидностью современного романцемент), однако же название сохранилось до сих пор.

Однако полученное Джозефом Аспдиным вещество было запатентовано на два года позже, чем первое упоминание о схожем по структуре и функционалу. В 1822 году своей книге «Трактат об искусстве готовить хорошие строительные растворы» русский мастер Егор Герасимович Челиев обобщил опыт своих многолетних изысканий по созданию материала, что мог скреплять между собой кирпич и камень. Им было обнаружено, что при обжиге до «белого жару» (более 1100–1200°C) смеси извести и глины получается камень, при измельчении которого получается порошок с высокими механическими свойствами, что способен твердеть в воде.

Правда существовало пару нюансов, а именно: Челиев избрал скорее силикатный бетон и в дальнейших своих изысканиях использовал материал, изготавливаемый при температуре 900 °С, тогда как для полноценного цемента необходимо 1400 °С. А также то, что популярность приобрёл не этот его труд, а книга «Полное наставление, как готовить дешёвый и лучший мертель или цемент, весьма прочный для подводных строений» 1825 года.

Однако даже то, что патент не достался русскому мастеру, не помешало развитию российской цементной промышленности и уже в 1856 г. в городе Гроздец был запущен первый завод по производству портландцемента. Далее активно появлялись заводы в Риге, Щурове, Пунане-Кунда, Подольске и Новороссийске.

Нельзя не упомянуть о русских учёных Байкова А. А., Беллюбского Н. А., Будникова П. П., Бутта Ю. М., Волженского А. В., Лямина Н. Н., Малыги И. Г., Чарномского В. И. и Шуляченко А. Р., которые занимались изучением цемента. Ведь

понимание физико-механических свойств цемента требовало от них углубленного понимания физико-химических процессов данного материала.

Двадцатый век стал расцветом цементной промышленности в СССР. Страна была одним из мировых лидеров по производству и строительству. Так были построены: порт, канализации, фортификационные сооружения. О масштабах производства говорит уже тот факт, что к 1900 г. работало более 66 бетонных заводов, на которых производилось 577 тыс. т бетона в год. А в 1913 г. — до 1,8 млн т бетона. Данный факт стал основой для развития бетонной промышленности и введения бетона и железобетона в практику. Так начался этап «научно-промышленного освоения» цемента. Подобными темпами к 1962 году СССР лидировал по производству цемента во всём мире [3].

Однако после распада СССР доля импорта цемента на российские рынки увеличивалась. Цементы, изготовленные по нормам других стран, требовали и своих методик испытания на соответствие нашим нормам. Важным шагом для сближения нормативов России с иностранными партнёрами стал ввод в действие ГОСТ 31108–2003 «Цементы общестроительные. Технические условия» и ГОСТ 30744–2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка», которые были гармонизированным в соответствии с европейскими стандартами EN197–1 и EN196–1. Однако же тогда было принято и другое судьбоносное решение — о параллельном и равноправном действии старых (ГОСТ 10178–85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» и серия ГОСТ 310.1–310.4 на методы испытания) и новых стандартов. Причём не указывались сроки обязательного перехода от старых к новым, что существенно замедлило темпы перехода на международные нормативные базы.

Одновременно с отставанием России от мировой стандартизации продолжалось развитие нормативной базы ВТО и ЕС. Так ряд малозначительных изменений в нормативной базе на цемент вылился в итоге в создание техническим комитетом CEN/TC51 Европейского бюро по стандартизации в 2011 году новой версии EN197–1:2011. Разумеется, на его основе ряд стран сразу же разработали и ввели свои национальные стандарты [4].

В России же с решением данной проблемы затянули аж на 6 лет, однако же 1 мая 2017 года был введён в действие ГОСТ Р 57293–2016/EN197–1:2011 «Цемент общестроительный. Технические условия», гармонизированный с европейскими нормами. Существует ещё немало сложностей в стремлении Российской Федерации к мировому цементному рынку, начиная от неполной гармонизации всех европейских стандартов до снижения рынка цемента в России в последние годы. Однако данная отрасль для строительства остаётся основным и приоритетным направлением, что в будущем может поспособствовать её уверенному развитию.

Литература:

1. История цемента. — Текст: электронный // Строительный двор: [сайт]. — URL: <https://www.sdvor.com/moscow/articles/istorija-tsementa-6264> (дата обращения: 30.05.2022).
2. Цемент. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%B-%D0%B5%D0%BD%D1%82> (дата обращения: 30.05.2022).

3. Российская история цемента и бетона.— Текст: электронный // МИНПОЛ: [сайт].— URL: <http://minpol.ru/catalog/item134.html> (дата обращения: 30.05.2022).
4. Сивков, С. П. Актуальные вопросы нормативного регулирования производства современных цементов. Цементы для транспортного строительства / С. П. Сивков.— Текст: непосредственный // Сухие строительные смеси.— 2015.— № 1.— С. 39–40.

Анализ работ различных систем когенерации

Валеев Альберт Ильдарович, студент магистратуры
Казанский государственный энергетический университет

Когенерация — это комплексная технология использования энергии. При производстве электроэнергии он эффективно использует испаренное скрытое тепло для отопления, что имеет много преимуществ, таких как высокая эффективность использования энергии и защита окружающей среды. Проанализированы технические характеристики нескольких различных форм когенерации, таких как газовые турбины, парогазовые установки и топливные элементы. В этой статье показано, что способ нагрева с помощью когенерации является современным и разумным, который имеет хорошие характеристики для улучшения использования энергии, энергосбережения и сокращения выбросов.

Ключевые слова: когенерация, энергоэффективность, отопление, электроснабжение.

Системы когенерации, также известные как распределенные энергетические системы, определяются как энергия для выработки электроэнергии на стороне пользователя и преобразования отработанного тепла в полезную тепловую энергию, такую как пар или горячая вода для регионального отопления, охлаждения, горячего водоснабжения и промышленного производства [1].

С быстрым развитием мировой экономики противоречие между ресурсами, окружающей средой и устойчивым экономическим ростом становится все больше. В целях решения проблемы нехватки ресурсов и улучшения условий жизни чистое и эффективное использование энергии и устойчивое развитие становятся ключевыми направлениями исследований ученых [2], а также находятся в центре внимания всех стран мира.

В этой статье приведены технические характеристики нескольких различных форм когенерации. Приведены краткие сведения о турбинах, газовых парах и топливных элементах. В этой статье можно увидеть, что способ нагрева в области когенерации является передовым и разумным. Энергетическая система в зоне когенерации использует режим локального производства энергии, который может улучшить способность местного управления энергоснабжением, уменьшить зависимость от электросети и реализовать планирование энергопотребления, которое не может быть выполнено одним зданием. Новые энергетические технологии и различные виды топлива и энергии могут быть безопасно применены, что еще больше повышает автономность системы, а также безопасность и надежность поставок. [3]

Система когенерации газовой турбины

Система когенерации газовой турбины в основном состоит из газовых турбин, паровых турбин, котлов-утилизаторов, генераторов и другого вспомогательного оборудования. Компрессор вдыхает воздух снаружи, чтобы завершить процесс сжатия воздуха, сжатый воздух направляется в камеру сгорания и сме-

шивается с поступающим природным газом для получения высокотемпературного и высоконапорного дымового газа. Высокотемпературный и высоконапорный дымовой газ заставляет турбину вращаться, чтобы работать, а затем вырабатывать электроэнергию. Температура дымовых газов, выходящих из хвостовой части газовой турбины, обычно составляет 500–600°C, что является хорошим источником тепла для привода. Остаточное тепло, выделяемое хвостовой частью газовой турбины, может быть утилизировано через котел-утилизатор, а вода нагревается с образованием пара высокой температуры и высокого давления, чтобы нагреваться и формировать режим когенерации. Этот относительно простой способ когенерации газовых турбин может значительно повысить тепловую эффективность при небольших инвестициях, небольшой площади помещения, коротком периоде окупаемости инвестиций, быстром запуске, стабильной работе и может эффективно удовлетворять потребности в тепловой энергии на разбросанных небольших площадях.

В настоящее время широко используемые распределенные энергетические системы на природном газе включают систему когенерации, систему тройного снабжения холодом, теплом и электроэнергией и систему когенерации зданий. Когенерация вырабатывает тепло и электроэнергию из одного и того же топлива, и ее типичная структура показана на рисунке 1. С развитием технологий система когенерации постепенно заменяется системой тройного снабжения холодом, теплом и электроэнергией, что еще больше повышает энергоэффективность системы.

Комбинированный парогазовый цикл

Газовая когенерационная система с парогазовым комбинированным циклом является более эффективным методом поэтапного производства энергии. Он использует высокотемпературный выхлоп газотурбинной системы с более высокой средней температурой поглощения тепла в качестве движущего источника тепла паровой турбины, осуществляет вторичную

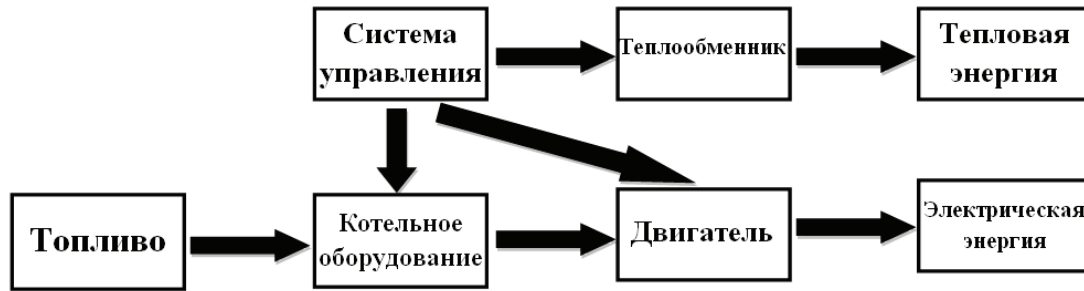


Рис. 1. Типовая структура когенерации

выработку электроэнергии и значительно повышает КПД установки. Высокотемпературный дымовой газ, выпускаемый газовой турбиной, поступает в котел-утилизатор для нагрева воды, а затем поступает в паровую турбину, чтобы заставить лопасти паровой турбины работать и вырабатывать электроэнергию. КПД парогазового комбинированного цикла равен сумме КПД газовых турбин и паровых турбин, который в настоящее время может достигать более 60%. Тройная подача природного газа, холодного, горячего и электроэнергии в основном использует двигатель внутреннего сгорания для сжигания природного газа для выработки электроэнергии, а также дополнительно рекуперировать остаточное тепло после выработки электроэнергии, которое используется для охлаждения, отопления и подачи горячей воды для бытовых нужд. Его типичная структура показана на рисунке 2. Отработанный тепловой пар, выра-

батываемый парогазовой комбинированной циркуляционной системой, может быть использован для нагрева, то есть тепло, оставшееся в отработанном паре после работы в паровой турбине, может быть использовано для нагрева первичной чистой воды для отопления. Общий процесс системы отопления заключается в нагреве чистой воды в абсорбирующем тепловом насосе при высокой температуре или обратном давлении выхлопных газов в паровой турбине. После разогрева он конденсируется в воду и поступает обратно в паровую турбину для следующего цикла, который аналогичен системе конденсированной когенерации, работающей на угле. Тепловая эффективность была дополнительно повышена, но первоначальные инвестиции велики, а срок окупаемости инвестиций длительный, что подходит для крупномасштабного регионального электроснабжения и отопления с большими потребностями в электрическом отоплении.

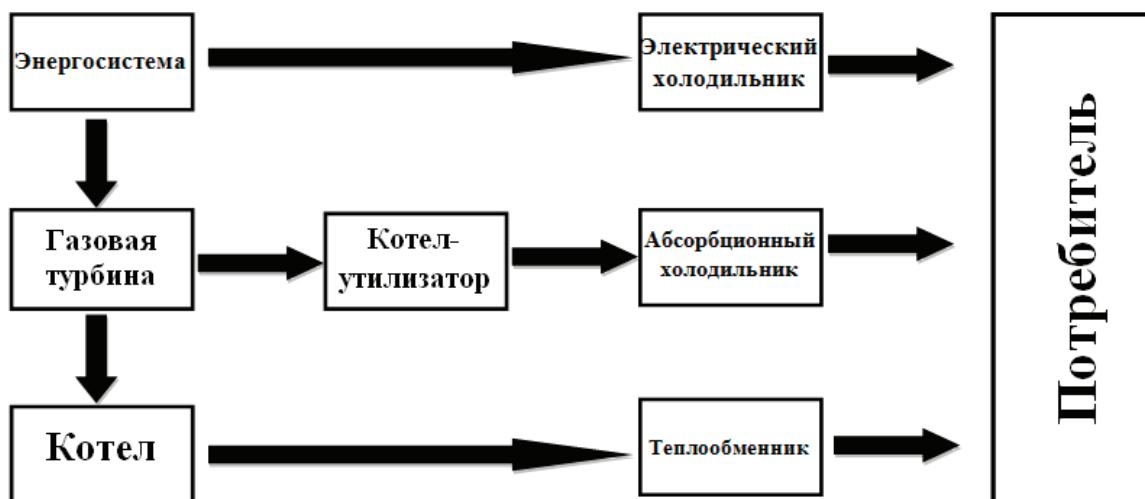


Рис. 2. Типовая структура парогазового цикла

Когенерационная система на топливных элементах

Система когенерации на топливных элементах — это новый режим энергоснабжения для небольших установок, который позволяет реализовать теплопроизводительность небольших установок. В настоящее время отечественные исследования в этом аспекте относительно незрелы, а зарубежные технологии относительно продвинуты. Системы микрогенерации в некоторых странах уже давно коммерциализированы, и сфера их приме-

нения включает бытовое использование и коммерческое использование. Это микрораспределенная энергия с широким рынком сбыта. Топливный элемент — это устройство, которое преобразует химическую энергию в элементе, нейтрализующем окислители, в электрическую и тепловую энергию. Он в основном состоит из положительных и отрицательных электродов и электролитов. Распространенные топливные элементы включают щелочные топливные элементы, фосфорнокислотные топливные элементы, протонообменные мембранные топливные элементы и т.д.

Возьмем в качестве примера систему когенерации на бытовых топливных элементах. Реакция реактора на топливных элементах для выработки электроэнергии генерирует электрическую и тепловую энергию. Энергия постоянного тока регулируется с помощью преобразователя переменного тока в постоянный и подается в домашнюю сеть и смешивается с электропитанием от общественной сети к домашнему источнику питания; тепловая энергия, вырабатываемая

в результате реакции, подается в теплообменник. В теплообменнике вода в системе теплоснабжения может нагревать дом, а летом для обогрева дома можно использовать испарительное холодильное оборудование. Когенерация зданий — это энергетическая система здания, которая решает все потребности здания в электричестве, холоде, тепле и т.д. Типичная структура системы когенерации здания показана на рисунке 3.

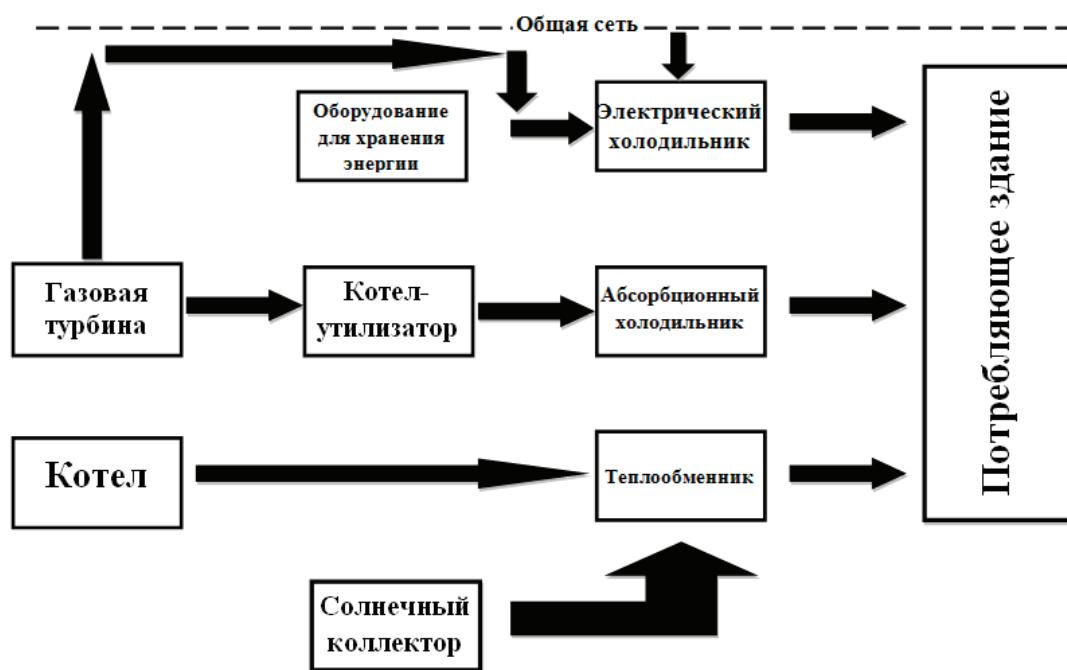


Рис. 3. Типичная структура системы холодного, теплового и электроснабжения в зданиях

Литература:

1. МДК 4–05–2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения. / Госстрой России — М.: ФГУП ЦПП, 2004–68 с.
2. Варфоломеев Ю. М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 480 с.
3. Деев Л. В., Балахничев Н. А. Котельные установки и их обслуживание. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 с.

Способы снижения эмиссии газотурбинных двигателей

Горбачев Андрей Евгеньевич, студент магистратуры;

Ихсанов Рамиль Маратович, студент магистратуры

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

Рассмотрены разнообразные способы совершенствования конструкции камер сгорания (КС) авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) с целью снижения эмиссии вредных веществ. На основании анализа конструкционных принципов, а также требований, предъявляемых к ГТД, были сформулированы пути возможного развития и совершенствования КС.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, камера сгорания, эмиссия вредных веществ, TAPS.

Образование вредных веществ в КС ГТД оказывает негативное влияние на окружающую среду: органы дыхания живых организмов, способствует образованию смога, проявля-

ется в виде кислотных дождей, ухудшающих качество почвы и также разрушающе действующих на различную инфраструктуру.

Вредные вещества — это сажа (С), окислы азота (NO_x), окись углерода (СО), несгоревшие углеводороды (C_xH_y), их концентрация определяется температурой в зоне горения, временем пребывания в зоне высоких температур, локальным составом топливоздушная смеси (ТВС) и в меньшей степени некоторыми другими параметрами. При этом увеличение температуры в зоне горения ускоряет процесс образования NO_x , и снижает концентрации СО и C_xH_y , а уменьшение времени пребывания в зоне горения снижает NO_x , но приводит к росту содержания СО и C_xH_y .

Необходимо учитывать, что уменьшение температуры газа приводит к снижению удельной тяги и увеличению двигателя, что противоречит повышению эффективности ГТД.

Рассмотрим концепции низкоэмиссионных камер сгорания.

Зонное горение предполагает организацию процесса горения в ряде дискретных зон, причем должен быть обеспечен зонный подвод и воздуха, и топлива. Может использоваться радиальное (двухъярусная камера) или осевое расположение зон горения. Цель данной концепции состоит в регулировании температуры горения для достижения низкого уровня выбросов при всех эксплуатационных условиях [3].

Многофорсуночная (многоочаговая) КС, имеющая большое число форсунок или горелок малого диаметра, способствует полному выгоранию топлива и формированию требуемого температурного поля на выходе при малой длине КС [4].

Сжигание предварительно подготовленной бедной смеси предусматривает полное испарение топлива и полное перемешивание его с воздухом до начала горения. При сжигании предварительно подготовленной бедной смеси удается получить высокую равномерность температурного поля, снизить температуру в зоне горения, в результате чего, снизить выброс NO_x . Однако в этом случае приходится решать проблемы предот-

вращения срыва пламени на пониженных режимах и самовоспламенения смеси при высоких температурах воздуха на входе в камеру сгорания [3].

В зависимости от степени повышения давления различают три схемы сжигания топливоздушная смеси [3]:

а) при $10 < p_2 < 25$ — подача обедненной предварительно испаренной и перемешанной смеси (LPP — Lean Premixed Prevaporized);

б) при $20 < p_2 < 35$ — подача частично испаренной смеси и быстрое смешение ее с воздухом (PERM — Partial Evaporation, Rapid Mixing);

в) при $30 < p_2 < 55$ — впрыск обедненной смеси непосредственно в зону горения (LDI — Lean Direct Injection).

На (рис. 1) представлена работа фронтального устройства типа TAPS (Twin Annular Premixed Swirler) в котором реализована технология LDI [3].

Применение пневматических форсунок, главной особенностью которых является то, что мелкость капель распыленного топлива, обеспечиваемая данным устройством, достигает 20–40 мкм уже на режиме малого газа, что позволяет достичь минимальных значений выбросов вредных веществ. Дробление жидкости происходит за счет совместной работы давления топлива и воздуха. За счет обеспечения необходимого расхода топлива и воздуха происходит образование качественной топливоздушная смеси на всех режимах полета [1].

Стадийное горение по технологии RQL (Rich-Quench-Lean) предполагает сжигание топлива в три стадии: первая — горение «богатой» (Rich) смеси, вторая — резкое разбавление (Quench) продуктов неполного сгорания, образовавшихся на первой стадии, чистым воздухом, третья — горение «бедной» (Lean) смеси. Одной из ключевых проблем реализации этой технологии является отыскание способа и разработка конструкции

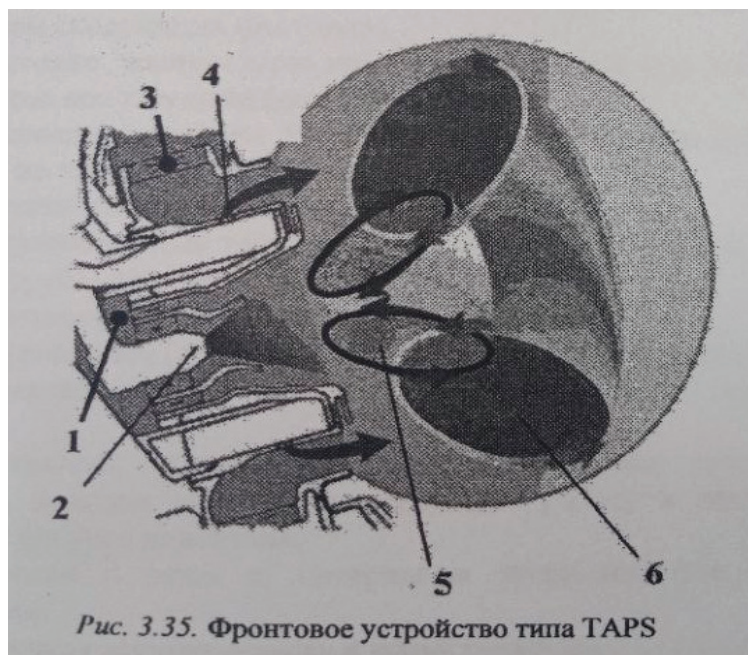


Рис. 3.35. Фронтное устройство типа TAPS

Рис. 1. Фронтное устройство типа TAPS [3]: 1 — двухъярусный осевой завихритель; 2 — центробежная форсунка; 3 — подача основного топлива; 4 — поперечное падение струй топлива; 5 — первичная зона горения; 6 — вторичная зона

устройства для интенсивного перемешивания в зоне резкого разбавления. Способ позволяет резко сократить время пребывания ТВС в зоне высоких температур [3].

Камера изменяемой геометрии, в конструкцию которой вводятся элементы регулирования распределения количества воздуха, поступающего в первичную зону и зону разбавления на различных режимах работы. Это могут быть, например, поворотные лопатки завихрителя или лента перепуска воздуха на поясе основных отверстий зоны разбавления жаровой трубы. На режимах запуска и малой мощности расход воздуха через фронтное устройство уменьшается, в результате чего растет время пребывания в первичной зоне и обеспечивается близкий к стехиометрическому состав топливоздушной смеси. Вследствие этого улучшаются характеристики запуска камеры, повышается полнота сгорания, снижается выход CO. А на режимах высокой мощности при больших расходах топлива для снижения выброса сажи и NO_x расход воздуха в первичную зону увеличивается, благодаря чему в зоне горения поддерживается оптимальный состав топливоздушной смеси, а время ее пребывания в зоне высокой температуры уменьшается [3].

Керамическая камера сгорания, имеющая стенки жаровой трубы или теплозащитные экраны, которые могут дополнительно конвективно охлаждаться, выполняются из керамики (нитрид кремния Si₃N₄, карбид кремния SiC), имеющей высокую рабочую температуру (1600–1700 К) и, при сжигании бедной предварительно подготовленной смеси (температура пламени не более 1750–1800 К), не требующей защитного пленочного воздушного охлаждения. В этом случае снижается выход оксидов азота, а также устраняется возможность «замораживания» химических реакций окисления оксида углерода — снижение CO [3].

Разновидностью этого способа является использование «толстого» (около 600 мкм) теплозащитного керамического покрытия стенок [4].

Камера сгорания концепции TVC, для которой характерно горение с вихреобразованием в нишах, была разработана науч-

но-исследовательской лабораторией ВВС США в сотрудничестве с General Electric. Технология TVC, используемая при проектировании камеры сгорания (рис. 2), расширяет диапазон полетных режимов самолетов и значительно снижает эмиссию NO_x и летучих органических соединений [5].

Камера сгорания TVC отличается высокой устойчивостью горения, т.к. в нишах образуется устойчивое рециркуляционное вихревое течение, защищенное от основного потока в камере сгорания. Ниша выполняет роль пилотной (дежурной) зоны и является источником непрерывного воспламенения для основной зоны КС, помогая поддерживать пламя во всем диапазоне полетных режимов. Такое взаимодействие между потоками в нишах и в основной зоне КС значительно улучшает смешение, благодаря чему КС может быть выполнена более короткой и компактной. Низкий уровень эмиссии NO_x получают, главным образом, благодаря лучшему смешению топлива и воздуха в нишах и во фронтном устройстве КС [5].

Точное корректирование подачи топлива в основную и дежурную зону горения для различных режимов работы двигателя, включающее измерение температуры газов за турбиной низкого давления и уровня выбросов вредных веществ в выхлопных газах, поддержание частот вращения роторов низкого и высокого давления, температуры и постоянного состава смеси в дежурной и основной зонах горения камеры сгорания на заданном режиме работы двигателя. Дополнительно измеряют давление топлива в дежурной (P_{t1}) и основной (P_{t2}) зонах горения, вычисляют отношение P_{t1}/P_{t2}, сравнивают измеренные величины выбросов вредных веществ с предельно допустимыми значениями и корректируют соотношения давлений P_{t1}/P_{t2} путем уменьшения подачи топлива в дежурную зону горения до снижения уровня выбросов вредных веществ [2].

Изменение состава авиационного топлива, совершенствование способов очистки при его производстве [1].

Использование расчётных моделей: 3D-моделирование неравновесного течения реагирующего потока, расчёт эмиссии

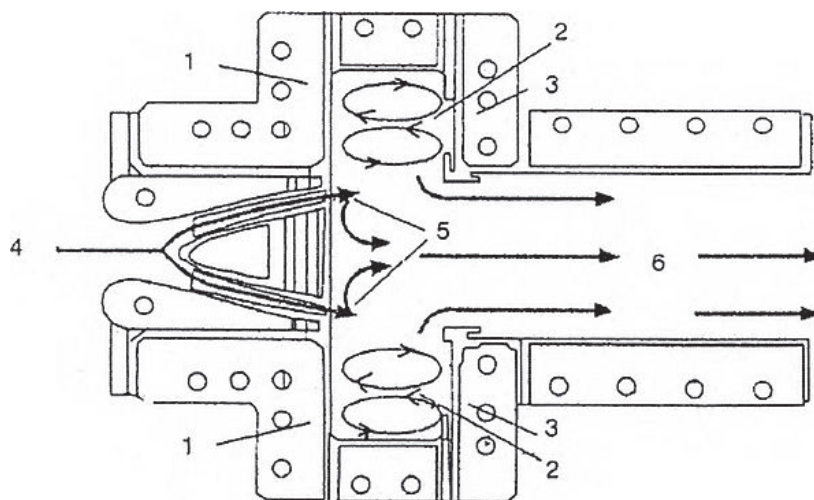


Рис. 2. Схема камеры сгорания TVC [5]: 1 — подача топливоздушной смеси в нишу; 2 — двойной вихрь в нише; 3 — добавление воздуха в нишу; 4 — основной воздух; 5 — основной воздух вместе с основным топливом; 6 — хорошо смешанные горячие газы

NO_x и CO , расчёт амплитудно-частотных характеристик пульсаций давления с учётом влияния когерентных вихревых структур, модели теплообмена, предсказывающие зоны образования NO_x [4].

Анализ концепций показал, что к основным конструктивным способам снижения эмиссии вредных веществ, можно отнести следующие схемы камер сгорания:

- многофорсуночные;
- двухзонные;
- изменяемой геометрии;
- с гомогенизацией (качественным перемешиванием) ТВС;
- с теплозащитным покрытием.

Литература:

1. Калашников, А. А. Пути снижения уровня эмиссии ГТД / А. А. Калашников, А. Г. Кучкин. — Текст: непосредственный // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. — 2016. — Т. 1. — С. 964–965.
2. Патент № 2596901 Российская Федерация, МПК F02C9/28 (2006.01). Способ снижения выбросов вредных веществ в газотурбинном двигателе: № 2015137947/06: заявл. 07.09.2015; опубл. 10.09.2016 / Куприк В. В., Киселёв А. Л., Белов А. В.; заявитель ОАО «УМПО» — 5 с.: ил. — Текст: непосредственный.
3. Харитонов, В. Ф. Конструкция основных узлов авиационных газотурбинных двигателей: учеб. пособие для студ. вузов / В. Ф. Харитонов, Б. К. Галимханов. — Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2015. — 257 с. — Текст: непосредственный.
4. Цыбизов, Ю. И. Технология малоэмиссионного сжигания топлива и конструктивный облик камеры сгорания газотурбинной установки / Ю. И. Цыбизов, Д. Д. Тюлькин, И. Е. Воротынцев. — Текст: непосредственный // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. — 2020. — Т. 19, № 2. — С. 107–120.
5. Эмиссия вредных веществ авиационными двигателями и загрязнение атмосферы. — Текст: электронный // Studref: [сайт]. — URL: https://studref.com/317732/tehnika/emissiya_vrednyh_veschestv_aviatsionnymi_dvigatelyami (дата обращения: 24.05.2022).

Особенности утилизации попутного нефтяного газа с содержанием сероводорода

Дрынкин Андрей Дмитриевич, студент магистратуры
Самарский государственный технический университет

В настоящее время на многих нефтегазодобывающих объектах нашей страны остро стоит вопрос утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ), с содержанием сероводорода. За последние 10 лет во всем мире обострился вопрос сброса попутного нефтяного газа в атмосферу. Подобные выбросы приводят к загрязнению окружающей среды, увеличению количества парниковых газов в атмосфере и, как следствие, к росту температуры на поверхности планеты. Поэтому, за рубежом и в нашей стране уже с 2011 года начали активно внедряться различные мероприятия, направленные на утилизацию и полезное использование ПНГ. Однако, существует ряд проблем, которые делают этот процесс не рентабельным, либо невозможным. В связи с этим, требуется подробное рассмотрение факторов, оказывающих негативное влияние на технологические и экономические аспекты мероприятий по утилизации ПНГ на небольших нефтегазовых объектах по сбору и первичной подготовке нефти и газа.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, подогреватель нефти, трубопровод, выбросы, сероводород, коррозия.

Features of utilization of associated petroleum gas with content of hydrogen sulfide

Currently, the issue of utilization of associated petroleum gas (APG) containing hydrogen sulfide is acute at many oil and gas production facilities in our country. Over the past 10 years, the issue of dumping associated petroleum gas into the atmosphere has become more acute all over the world. Such emissions lead to environmental pollution, an increase in the amount of greenhouse gases in the atmosphere and, as a result, to an increase in temperature on the surface of the planet. Therefore, various measures aimed at the utilization and useful use of APG have been actively implemented abroad and in our country since 2011. However, there are a number of problems that make this process unprofitable or impossible. In

this regard, a detailed consideration of the factors that have a negative impact on the technological and economic aspects of APG utilization measures at small oil and gas facilities for the collection and primary treatment of oil and gas is required.

До введения нормативных и законодательных требований на территории РФ, устанавливающих необходимость утилизации ПНГ без сжигания или рассеивания в атмосфере, практически на всех установках сбора и первичной подготовки нефти и газа, таких как дожимные насосные станции (ДНС), установках предварительного сброса пластовой воды (УПСВ), установках подготовки нефти (УПН), осуществлялся сброс в атмосферу выделившегося ПНГ на 1-й и 2-й ступенях сепарации через свечи рассеивания.

Подобный способ является самым дешевым, так как не требует использования дорогостоящего оборудования для сжигания, не обуславливает необходимость выполнения противопожарных разрывов, которые необходимы при устройстве

факельных установок. Кроме того, небольшие объемы сбрасываемого газа, в большинстве случаев бывают не достаточны для работы таких сооружений, как газотурбинные или газопоршневые электростанции, либо котельные установки.

С 2012 года вступил в действие документ [1], который устанавливает требования к оплате за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферу веществ, которые образуются при сжигании ПНГ на факельных установках или при рассеивании ПНГ без сжигания.

Еще до вступления в силу этого документа практически на всех предприятиях ОАО НК «Роснефть» стали проводиться мероприятия по утилизации ПНГ.

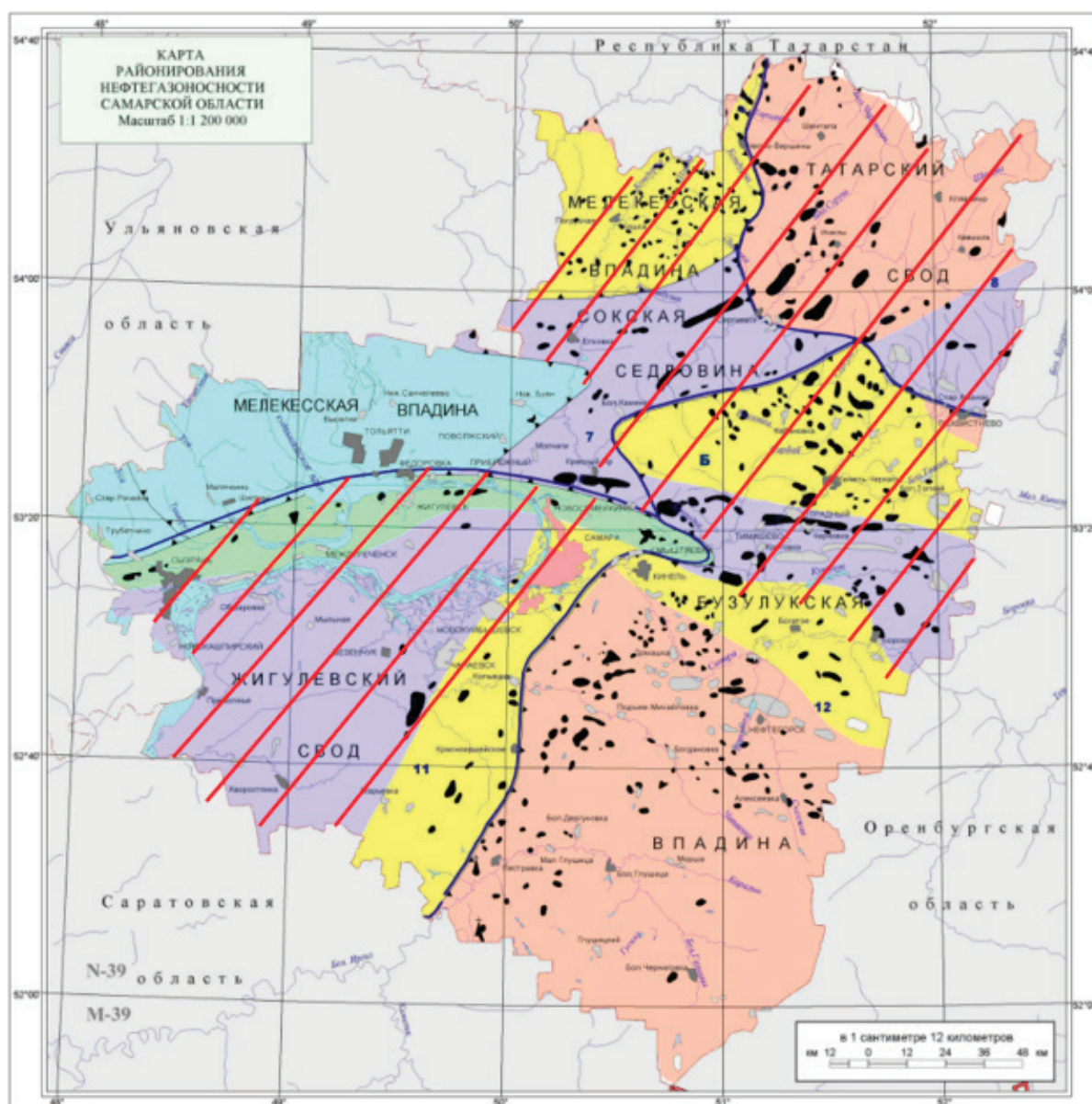


Рис. 1. Карта нефтегазовых месторождений Самарской области (штриховкой показаны месторождения с сероводородосодержащими нефтями)

В Самарской области практически на всех установках ДНС, УПСВ, УПН производится сбор и первичная сепарация, а также первичная подготовка нефти, в которой содержится попутный нефтяной газ, в состав которого входит сероводород.

На рисунке 1 приведено расположение в Самарской области месторождений, на которых происходит добыча нефти с содержанием сероводорода.

Как видно из рисунка 1, практически на всей территории Самарской области, кроме ее южной и юго-восточной частей, нефти заражены сероводородом. Наличие сероводорода приурочено к отложениям верхнего, среднего и нижнего карбона, с которых производится добыча нефти совместно с нефтями девонских отложений.

Как правило, на промысловых установках подготовки нефти спроектированы раздельные потоки девонской нефти и нефтей карбона. Однако, после прохождения всех ступеней сепарации и выделения на них ПНГ, нефти смешиваются и направляются в промысловые трубопроводы на внешний транспорт, либо на вывоз автотранспортом.

Выделяющийся в сепарационных установках ПНГ может содержать в своем составе от 0,001 до 6% масс. сероводорода. Следует рассмотреть особенности этого компонента, который оказывает негативное влияние на трубопроводы и нефтепромысловое оборудование.

Сероводород представляет собой бинарное соединение водорода и серы. Является летучим соединением водорода. Это бесцветный газ со сладковатым вкусом. Ядовит. Обладает запахом тухлых яиц. Имеет химическую формулу H_2S . Плохо растворяется в воде, но хорошо растворим в этаноле. Является огнеопасным. Тяжелее воздуха, следовательно, может скапливаться в пониженных местах рельефа.

Концентрационный предел воспламенения смеси с воздухом составляет для сероводорода от 4,5 до 45% сероводорода. Предельно-допустимая концентрация сероводорода в воздухе составляет для населенных мест не более $0,008 \text{ мг/м}^3$ [2].

ПДК сероводорода в воздухе рабочей зоны составляет 10 мг/м^3 , а в смеси с углеводородами — не более 3 мг/м^3 , в соответствии с требованиями [3].

Сероводород очень токсичен для человека. При небольшом содержании в воздухе ($0,2...0,3 \text{ мг/л}$) вызывает головокружение, головную боль и тошноту.

При повышении концентрации до 1 мг/л приводит к судорогам, отеку легких и летальному исходу.

Сероводород вызывает сильную коррозию металлов и их постепенное разрушение. Воздействие сероводорода, особенно при высоких парциальных давлениях, приводит к интенсификации сульфидно-коррозионного растрескивания металла.

В связи с этим, на всех установках, где происходит подготовка и переработка нефтей с содержанием сероводорода, устанавливаются специальные газоанализаторы, настроенные на контроль утечки этого газа и сигнализацию в случае превышения его концентрации в воздухе рабочей зоны.

В настоящее время на промысловых установках первичной переработки нефти применяется несколько методов утилизации ПНГ с содержанием сероводорода. К ним относятся:

- сжигание на факельной установке без выделения сероводорода;

- сжигание на факельной установке с использованием адсорбера;

- использование в качестве топлива в котельной;

- использование в качестве топлива для газотурбинной (ГТУ) или газопоршневой установки (ГПУ);

- использование в качестве топлива для путевых подогревателей нефти.

Использование первых двух методов утилизации ПНГ с содержанием сероводорода ведет к необходимости оплаты предприятием штрафных санкций, предусмотренных требованиями [1].

Использование ПНГ с содержанием сероводорода в качестве топлива для котельной, либо для ГТУ, ГПУ не всегда представляется возможным, вследствие следующих причин:

- 1) общее количество выделяющегося ПНГ недостаточно для работы этих установок;

- 2) не требуется выработка электрической или тепловой энергии, так как имеют место внешние сети электро- и теплоснабжения;

- 3) срок окупаемости мероприятий превышает срок службы установки первичной подготовки нефти.

В результате подобного анализа, который проводится в составе технико-экономического обоснования методов утилизации ПНГ, проводимого на базе корпоративных проектных институтов, может быть выбран метод утилизации ПНГ, применяемого в качестве топлива для путевого подогревателя нефти.

Технологическая схема такой установки приведена на рисунке 2.

В соответствии с технологической схемой УПСВ, попутный нефтяной газ, отделяемый на 1-й и 2-й ступенях сепарации, выходит из нефтегазовых сепараторов и направляется на путевые подогреватели нефти в качестве топлива. Для отделения капельной влаги перед подогревателями устанавливаются вертикальные газовые сепараторы, которые позволяют отделить от газа капельную жидкость, уносимую вместе с газом из сепараторов.

Путевые подогреватели нефти предназначены для нагрева продукции добывающих скважин с целью интенсификации процесса отделения пластовой воды от нефти. Повышение температуры скважинной продукции до $+40...+60^\circ\text{C}$ позволяет отделить от водонефтяной эмульсии большее количество пластовой воды и понизить обводненность нефти на выходе с установки. Температура нагрева подбирается таким образом, чтобы использование ПНГ в качестве топлива было максимальным.

В настоящее время в нашей стране несколько крупных промышленных предприятий выпускают путевые подогреватели нефти, которые позволяют использовать в качестве топлива ПНГ, содержащий сероводород. При этом стоимость таких подогревателей незначительно превышает или равна стоимости подогревателей, использующих ПНГ без содержания сероводорода.

Для трубопроводов подачи ПНГ на путевые подогреватели, а также для трубопроводов блока редуцирования ПНГ, который входит в состав путевого подогревателя, используются стали повышенной коррозионной стойкости и повышенной эксплуатационной надежности. В качестве таких сталей могут применяться 13ХФА, 09ХГБ, 12Х18Н10Т и аналогичные.

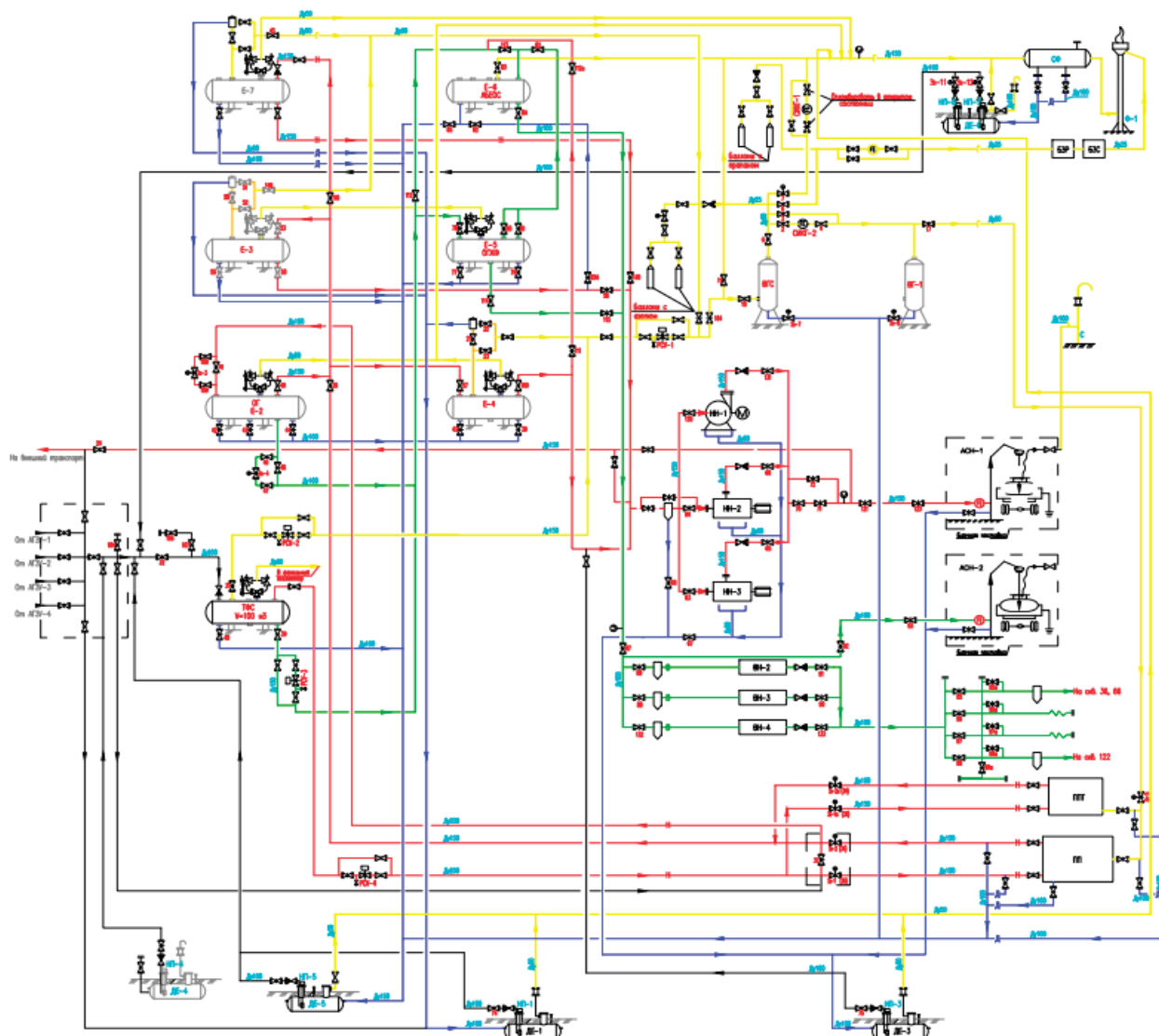


Рис. 2. Технологическая схема УПСВ с утилизацией ПНГ на путевых подогревателях нефти

Для углеродистых низколегированных сталей рекомендуется предусматривать прибавку на коррозию к толщине стенки от 4 до 5 мм. Это решение ведет к незначительному удорожанию проекта, так как протяженность трубопроводов для подачи ПНГ на путевые подогреватели сравнительно не большая и составляет от 20 до 100 м, а наружный диаметр от 32 до 108 мм.

Следовательно, предлагаемое решение утилизации сероводородсодержащего ПНГ характеризуется небольшими капитальными затратами.

Выводы

Таким образом, в настоящее время наиболее перспективным направлением утилизации ПНГ с содержанием серо-

водорода на промышленных установках первичной подготовки нефти является использование его в качестве топливного газа для путевых подогревателей нефти, которые используются для подогрева скважинной продукции.

Использование путевых подогревателей решает две важные задачи: подогрев водонефтегазовой эмульсии, приходящей со скважин, с целью интенсификации отделения от нее пластовой воды, а также утилизацию ПНГ. При сгорании газа в горелках подогревателя образуются дымовые газы, которые менее опасны для окружающей среды, чем выбросы ПНГ с содержанием сероводорода.

Кроме того, подобное техническое решение позволяет выполнить требования Законодательства РФ в части утилизации ПНГ без его сжигания на факельных установках.

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2012 г. N1148 «Об особенностях исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферный воздух загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа» (с изменениями и дополнениями).

2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22 декабря 2017 г. № 165 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492–17 »Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 »Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Ремонт магистральных газопроводов без остановки процесса перекачки газа

Касперович Никита Вячеславович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Транспорт газа является одним из основных составных частей экономики страны, снабжая большинство отраслей промышленности ресурсами. На текущий день безотказная работа магистральных газопроводов является одной из важнейших задач отрасли в области транспорта газа.

Ключевые слова: магистральный газопровод, надежность, работоспособность, диагностика, капитальный ремонт, ремонт без прекращения подачи газа.

Магистральные газопроводы являются одними из важнейших основных составных частей экономики страны, снабжая большинство отраслей промышленности ресурсами. Их протяженность на территории России в настоящее время составляет более 170 тысяч километров.

Одним из этапов развития газовой отрасли является улучшение эксплуатационной надежности магистральных газопроводов. Главной задачей транспортирования газа является безопасная и бесперебойная работа магистральных газопроводов благодаря ряду плановых мероприятий, а также за счет капитального ремонта. Ведь именно качественное проведение ремонтных работ в положенный срок обеспечивает надежную поставку газа потребителям и является важнейшей частью системы обслуживания магистральных газопроводов [1].

Стандартными методами капитального ремонта, а именно: работы по переизоляции газопровода с частичной заменой дефектных труб либо с полной заменой труб обеспечивается необходимый уровень технического состояния магистрального газопровода, но данные работы производятся строго на отключенном и освобожденном от газа магистральном газопроводе, что требует больших финансовых затрат. Ведь газовая отрасль на сегодняшний день находится в условиях жесткого финансового дефицита, что значительно усложняет обеспечение надежной и безопасной работы магистральных газопроводов.

В настоящее время при проведении капитального ремонта организационно-технологические решения являются дорогостоящими из-за нехватки финансовых ресурсов в газовой отрасли [2, с. 12]. И иногда отсутствует возможность осуществить ремонт газопроводов традиционными методами капитального ремонта из-за невозможности отключения газопроводов, используемых для транспортировки и поставки газа потребителям. Следовательно, для обеспечения достаточного уровня технического состояния линейной части магистральных газопроводов возникает потребность в использовании нестан-

дартных решений, которые устранят вопросы, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации магистральных газопроводов наиболее экономично.

Одним из таких решений, является применение метода ремонта с технологией вырезания дефектного участка магистрального газопровода [3]. Данный вид ремонта заключается в том, что участок магистрального газопровода, требующий ремонта, вырезается без остановки транспортирования газа. Главными достоинствами применения данной технологии капитального ремонта является уменьшение потерь газа при опорожнении и продувке газопровода, а также снижение недостаточного поступления газа потребителями.

Перед началом ремонтных работ места ремонта обследуют с использованием методов неразрушающего контроля, что является обязательным условием для газопроводов, находящихся под давлением газа, также данные работы необходимо производить с полным условием обеспечения безопасности, так как проведение капитального ремонта магистральных газопроводов технологией без остановки перекачки газа является достаточно опасным [4, с. 45].

Технология такого ремонта заключается в том, при подготовительных работах участка газопровода необходимо подготовить трассу, разработать котлован и зачистить дефектный участок газопровода от грунта и покрытия изоляции. При очистке применяются различные механизированные установки и ручные инструменты. Но в основном очистка газопровода производится вручную скребками или с помощью пескоструйных установок. На поверхность трубы устанавливают приварные фитинги под байпас и перекрытие, затем на них монтируют шиберные задвижки. После этого производится врезка под давлением. Машину для врезки устанавливают на плоскую задвижку тройника, а фланцы временного байпаса подсоединяют к плоским задвижкам отводных тройников. Его подсоединяют фланцевым соединением перпендикулярно оси газопровода к вертикальным тройниковым ответ-

влениям через плоские задвижки, установленные на фланцах ответвлений тройников. Далее производят приварку под давлением двух разрезных отводных тройников для подсоединения временного байпаса. Заглушенный участок освобождают от ресурсного продукта и производят продувку азотом (или воздухом), подаваемым под давлением через свечи, монтаж которых производят дополнительно между запорными устройствами. Далее на данном участке проводится капитальный ремонт заглушенного участка.

После завершения ремонтных работ на отремонтированном участке линейной части магистрального газопровода производят продувку газом отключенного участка газопровода с постоянным отслеживанием давления газа по манометру, далее наполняют его ресурсным продуктом и выравнивают давление по обе стороны запорных головок каждого запорного устройства. Затем убирают с задвижек устройства для перекрытия полости трубы газопровода под давлением, а также демонтируют

временный байпас. Снимая временные задвижки прикрепляют глухой фланец с прокладкой на фланец тройника и закрепляют болтами на заглушенные фитинги.

Необходимо также выделить, что применение данной технологии капитального ремонта снижает недостаточное поступление газа потребителями и уменьшает при опорожнении и продувке газопровода потери газа в атмосферу.

Достоинствами данного метода ремонта является врезка в газопроводы, находящиеся под давлением, заглушка участка газопровода под давлением, а также возможность проведения ремонтных работ на дефектных участках газопровода различных типов и размеров.

Таким образом, можно выделить, что применение данного метода капитального ремонта без прекращения подачи газа является достаточно актуальным, учитывая в данный момент экологию газовой отрасли, так как данный метод позволит экономить капитал, а также материальные и человеческие ресурсы.

Литература:

1. Трубопроводный транспорт нефти и газа: учебник для ВУЗов / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров, Л.В. Юфин.— Москва: Недра, 2012.— 368 с.
2. Беляева В.Я. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов / В.Я. Беляева: ред. И.И. Мазура, В.Д. Шапиро.— Москва: О.МЕГАЛ, 2015.— 744 с.
3. Эксплуатация линейной части нефтегазопроводов: учебное пособие / под общей редакцией Ю.Д. Земенкова.— Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2013.— 294 с.
4. Магистральные трубопроводы: СП 36.13330.2012: утв. Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству 25.12.2012: введ. в действие с 13.07.01.— Москва: ЭНАС, 2001.— 158 с.

Определение энергии потерь переходных процессов переключения полупроводниковых приборов методами компьютерного моделирования

Копанев Руслан Алексеевич, студент магистратуры
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

В настоящей работе с помощью методов компьютерного моделирования было произведено определение энергии потерь переходных процессов переключения полевого транзистора при работе в ключевом режиме в цепи с активно-индуктивной нагрузкой на примере существующего решения методом двух импульсов прямоугольной формы. Было установлено, что из-за наличия антипараллельного/оппозитного полупроводникового диода в цепи активно-индуктивной нагрузки при переходе из проводящего состояния в непроводящее состояние приводит к выбросу в характеристике силы электрического тока в цепи сток-исток транзистора, и был установлен фактор, влияющий на данное поведение. Компьютерное моделирование производилось с применением программной среды LTspice Simulator.

Ключевые слова: полевой транзистор, метод двух импульсов прямоугольной формы, переходный процесс переключения, энергия потерь, SPICE-модель.

Введение

Энергия потерь переходных процессов переключения полупроводниковых приборов (ПП) является важнейшим параметром, поскольку от него в значительной степени зависят динамические свойства и нагрузочная способность ПП, коэффициент полезного действия и условия их теплоотвода.

В техническом паспорте на ПП не всегда могут быть указаны необходимые параметры при требуемых условиях испытаний. Одним из практических способов для определения значений требуемых параметров ПП при требуемых условиях испытаний является проведение компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование является практичным и эффективным средством для определения необходимых параметров объекта и позволяет не прибегать к трудоемким и времязатратным испытаниям, проводимых на реальных испытательных комплексах, тем самым позволяет сократить время и позволяет определить значения требуемых параметров ПП при требуемых условиях испытаний.

Метод определения

Метод определения параметров [1] заключается в подаче сигнала управления определенной формы на электрод затвора ПП, подключенного в цепь с активно-индуктивной нагрузкой, измерении электрических характеристик ПП и определении требуемых параметров на основе полученных характеристик.

Для уменьшения выброса напряжения сток-исток ПП при переходном процессе выключения в цепи активно-индуктивной нагрузки установлен антипараллельный/оппозитный полупроводниковый диод.

Сигнал управления представлен в виде двух импульсов прямоугольной формы. К параметрам сигнала управления относятся интервал длительности первого импульса τ_1 , интервал длительности задержки между импульсами $\tau_{зд}$, интервал длительности второго импульса τ_2 , размах амплитуды сигнала ΔU . Интервал длительности первого импульса τ_1 определяет требуемое значение силы электрического тока стока I_C ПП и зависит от индуктивности активно-индуктивной нагрузки L_n и требуемого значения напряжения сток-исток $U_{СИ}$. На основании закона Ома падение напряжения на катушке индуктивности при протекании тока I_n определяется в соответствии с:

$$U_n(t) = L_n \frac{dI_n(t)}{dt} \rightarrow dI_n(t) = \frac{U_n(t)}{L_n} dt. \quad (1)$$

При $U_n = U_{СИ}$, $I_n = I_C$, $t = \tau_1$ после интегрирования (1) длительность первого импульса определяется в соответствии с:

$$\tau_1 = L_n \frac{I_C}{U_{СИ}}. \quad (2)$$

В период задержки $\tau_{зд}$ значение силы тока I_n , протекающего в активно-индуктивной нагрузке, из-за наличия последовательного паразитного сопротивления R_n уменьшается. Ток протекает в цепи активно-индуктивной нагрузки и оппозитного полупроводникового диода. При этом падение напряжения на оппозитном диоде на основании второго закона Кирхгофа будет определяться в соответствии с:

$$U_{np}(t) = - \left(R_n I_n(t) + L_n \frac{dI_n(t)}{dt} \right). \quad (3)$$

К моменту второго импульса τ_2 сила тока начинает увеличиваться не с нулевого значения, а с того уровня, который был достигнут в момент окончания первого импульса τ_1 .

Значение длительности второго импульса τ_2 не должно превышать наибольшего допустимого значения. Наибольшее допустимое значение τ_2 зависит от наибольшего допустимого значения силы электрического тока стока I_C ПП.

Энергия потерь переходных процессов переключения ПП на основании нормативного стандарта IEC60747-8:2010 [2] (Разделы 6.3.7, 6.3.8) определяется в соответствии с:

$$E_{вкл}(t) = \int_{t_1}^{t_2} U_{СИ}(t) I_C(t) dt; E_{выкл}(t) = \int_{t_3}^{t_4} U_{СИ}(t) I_C(t) dt. \quad (4)$$

Энергия потерь при включении $E_{вкл}$ определяется на интервале от t_1 (Момент пересечения нарастающим током стока уровня 10% от установившегося значения тока) до t_2 (Момент спада напряжения сток-исток до 10% от начального значения). Энергия потерь при выключении $E_{выкл}$ определяется на интервале от t_3 (Момент пересечения нарастающим напряжением сток-исток уровня 10% от установившегося значения) до t_4 (Момент спада тока стока до 10% от начального значения).

Результаты моделирования

Компьютерное моделирование производилось с применением программной среды симулятора SPICE LTSpice Simulator. Схема для проведения моделирования в графической среде LTSpice Simulator представлена на рисунке 1.

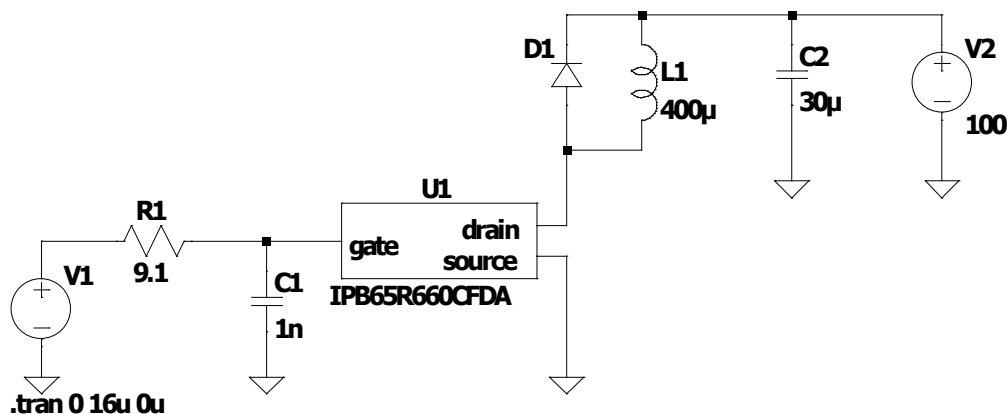


Рис. 1. Схема для проведения моделирования в графической среде программного пакета LTspice Simulator

В качестве примера был выбран полевой транзистор IPB65R660CFDA [3, 4], представленный в дискретном исполнении в стандартном корпусе типа PG-TO263-3, производства организации Infineon Technologies AG. Максимальное значение напряжения сток-исток $U_{СИ}$ ПП составляет 650 В. Максимальное значение силы тока стока I_C составляет 6 А при 25°C. Напряжение затвор-исток $U_{ЗИ}$ составляет от -20 В до 20 В.

Параметры для проведения моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры моделирования

τ_{1r} [мкс]	$\tau_{3дr}$ [мкс]	τ_{2r} [мкс]	ΔU , [В]	$U_{СИ}$ [В]	I_C [А]
12	1	1	0–10	100	3

При $U_{СИ} = 100$ В, $I_C = 3$ А, $L_n = 400$ мкГн на основании (2) получаем, что значение длительности первого импульса τ_1 должно составлять 12 мкс.

Результаты произведенного компьютерного моделирования представлены на рисунках 2–4.

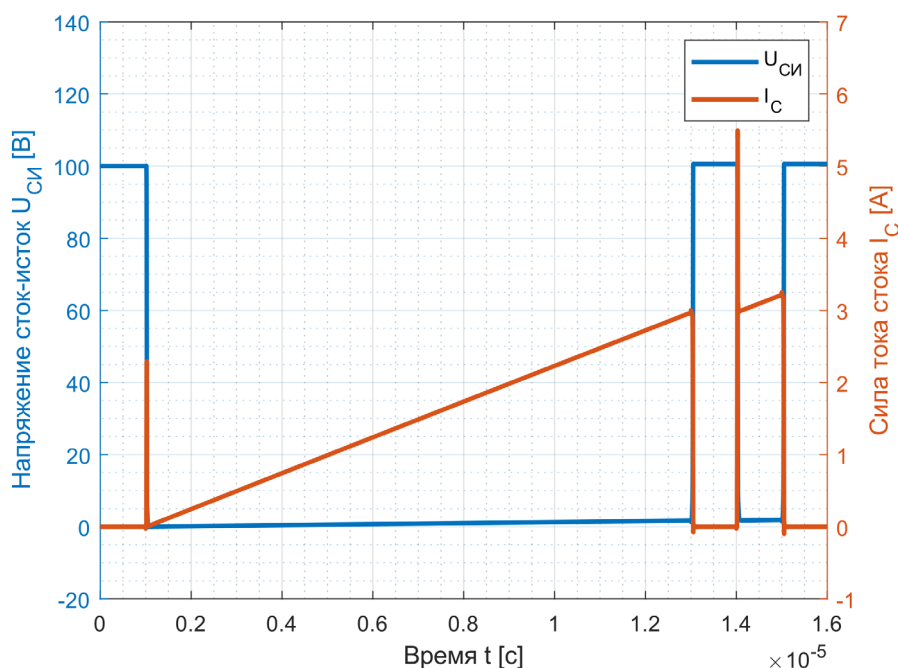


Рис. 2. Формы электрических характеристик напряжения сток-исток $U_{СИ}$ и силы электрического тока стока I_C ПП IPB65R660CFDA при переходных процессах переключения в цепи с активно-индуктивной нагрузкой ($U_{СИ} = 100$ В, $I_C = 3$ А, $R_3 = 9,1$ Ом)

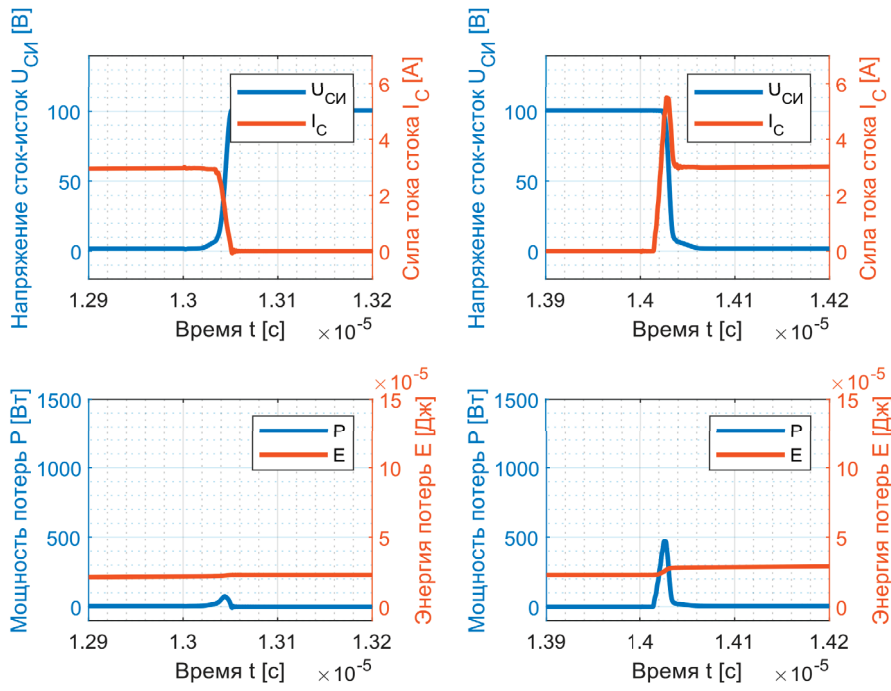


Рис. 3. Формы электрических характеристик напряжения сток-исток $U_{СИ}$, силы электрического тока стока I_C и соответствующих характеристик мощности потерь P и энергии потерь E ПП IPB65R660CFDA при переходных процессах переключения в цепи с активно-индуктивной нагрузкой ($U_{СИ} = 100$ В, $I_C = 3$ А, $R_3 = 9,1$ Ом): слева — переходный процесс выключения ПП; справа — переходный процесс включения ПП

Таким образом, имеем, что энергия потерь переходного процесса включения $E_{вкл}$ ПП IPB65R660CFDA приблизительно составляет 4 мкДж. Энергия потерь переходного процесса выключения $E_{выкл}$ ПП приблизительно составляет 0,7 мкДж.

Выброс в характеристике силы электрического тока стока I_C ПП при переходном процессе включения обусловлен восстановительным поведением оппозитного полупроводникового диода при переходе из проводящего состояния в непроводящее состояние. При работе диода в проводящем состоянии в полупроводниковой структуре образуется избыточный электрический заряд $Q_{вос}$. Поэтому при переходе в непроводящее состояние полупроводниковая структура диода не сразу блокирует обратное напряжение $U_{обр}$ и через структуру начинает протекать обратный электрический ток с силой $I_{обр}$ (Рис. 4), который увеличивается до конечного наибольшего значения $I_{обр.п.}$

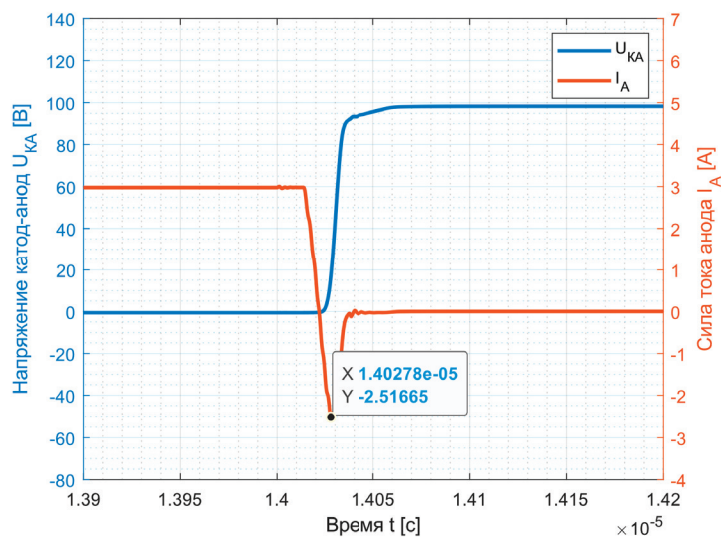


Рис. 4. Формы электрических характеристик напряжения катод-анод $U_{КА}$ и силы электрического тока анода I_A оппозитного полупроводникового диода при переходе из проводящего состояния в непроводящее состояние

С уменьшением избыточного накопленного электрического заряда в полупроводниковой структуре диода сила обратного тока также уменьшается.

Энергия потерь данного выброса тока определяется энергией потерь обратного восстановления оппозитного диода на основании нормативного стандарта IEC60747-2:2016 [5] (Раздел 6.1.6) в соответствии с:

$$E_{\text{вос.обр}}(t) = \int_{t_5}^{t_6} U_{\text{обр}}(t) I_{\text{обр}}(t) dt. \tag{5}$$

Энергия потерь обратного восстановления $E_{\text{вос.обр}}$ оппозитного диода определяется на интервале от t_5 (Момент времени смены направления тока) до t_6 (Момент времени спада обратного тока до 2% от $I_{\text{обр.н.п.}}$).

При этом энергия потерь обратного восстановления оппозитного диода $E_{\text{вос.обр}}$ приблизительно составляет 0,7 мкДж.

Заключение

В результате выполнения настоящей работы было произведено определение энергии потерь переходных процессов переключения полевого транзистора в цепи с активно-индуктивной нагрузкой посредством компьютерного моделирования методом двух импульсов прямоугольной формы на примере существующего решения. Было установлено, что по причине восстановительного поведения полупроводниковой структуры оппозитного диода в цепи активно-индуктивной нагрузки при переходе из проводящего состояния в непроводящее состояние приводит к выбросу в характеристике силы электрического тока в цепи сток-исток транзистора.

Результаты произведенного определения параметров представлены в таблице 2.

Таблица 2. Энергии потерь переходных процессов переключения для ПП IPB65R660CFDA при $U_{\text{см}} = 100 \text{ В}$, $I_{\text{с}} = 3 \text{ А}$, $R_3 = 9,1 \text{ Ом}$

$E_{\text{вкл}}$ [мкДж]	$E_{\text{выкл}}$ [мкДж]
4	0,7

Литература:

1. J. Schweickhardt, K. Hermanns, M. Herdin. Tips & Tricks on Double Pulse Testing: Application note,— Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.— 2021.— 38 с.
2. IEC60747-8:2010: Semiconductor devices — Discrete devices — Part 8: Field-effect transistors.— 2010.— 155 с.
3. F. Stueckler, G. Noebauer, K. Bueyuektas. Introduction to Infineon’s Simulation Models Power MOSFET’s: Application note,— Infineon Technologies AG.— 2014.— 12 с.
4. IPB65R660CFDA, IPP65R660CFDA: Datasheet,— Infineon Technologies AG.— 2017.— 14 с.
5. IEC60747-2:2016: Semiconductor devices — Discrete devices — Part 2: Rectifier diodes.— 2016.— 91 с.

Современное состояние подходов к синтезу наземных беспилотных транспортных средств и основные проблемы концепции «беспилотный автомобиль»

Лось Анастасия Валерьевна, студент магистратуры
 Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Зеленоград, Московская обл.)

В статье анализируется современное состояние концепции синтеза наземных беспилотных транспортных средств в Российской Федерации, классификационные проблемы устройств машинного зрения, проблемы и перспективы внедрения наземных беспилотных транспортных средств в зависимости от применения.

Ключевые слова: беспилотные наземные транспортные средства, устройства машинного зрения, интеллектуальные системы управления, робастное управление, адаптивная система управления.

Развитие спутниковых систем навигации (ориентации), исследований в области управления техническими системами, появление новых достижений в области исследования

датчиковой аппаратуры и программирования позволило постепенно развиваться проектам, связанным с созданием наземных беспилотных транспортных средств совместно с интеграцией

в них решений, устройств машинного зрения и ориентации. Такие системы играют решающую роль в проектировании перспективных беспилотных транспортных средств (ТС). Говоря об автоматизации управления ТС, следует заметить, что успешность применения тех или иных систем зависит от специфики отрасли и условий работы ТС. Так, на данный момент широко применяются беспилотные летательные аппараты. Данная область требует совершенствования, однако существующие устройства в основном полностью работоспособны и точно выполняют поставленные при их проектировании задачи. В тоже время сейчас активно развивается сфера создания беспилотных наземных ТС. В данной области целесообразно выделить несколько направлений: ограниченное применение (промышленное — погрузчики, карьерные самосвалы и т.д., сельскохозяйственная техника, определенные маршруты специального назначения) и применение на дорогах общественного пользования (пассажирские и грузоперевозки). Обобщенно, архитектура беспилотного наземного ТС — это специальный программный софт и устройство машинного зрения (сенсоры). Так, для обеспечения полной автономности автомобиля во многих случаях обязательно применение лидаров, камер, радаров, ультразвуковых датчиков, системы навигации, специального софта обработки информации и центрального компьютера, одно из главных требований к которому — высокая производительность. Перечисленные устройства машинного зрения обладают рядом особенностей. Так, камеры позволяют получить высокоточное цветное изображение и увидеть даже мелкие детали, однако не определяют скорость движения и дистанцию. Их главный недостаток — зависимость от освещения. На данный момент развиваются технологии, позволяющие минимизировать данный недостаток и упростить другие устройства машинного зрения в рамках проекта. Лидары определяют форму объекта и расстояние до него, отличаются высокой стоимостью, в связи с чем требуют применения совершенствующих некоторые их характеристики устройств машинного зрения. Преимущества радаров — не высокая зависимость от погодных условий. Радары, применяемые в автомобилях, измеряют скорость и дальность объекта на расстоянии до 300м, однако точности данных недостаточно для определения типа объекта. Этот недостаток способен устранить 4D-радар, который в настоящее время разрабатывает ряд компаний (например, Cognitive Technologies). Таким образом, можно выделить следующие тенденции развития: одни компании ищут пути снижения стоимости производства лидара, другие прогнозируют возможности альтернативных устройств.

Существует классификация устройств машинного зрения и ориентации по обобщенному принципу работы (излучение/поглощение сигнала) — это активные и пассивные устройства. К пассивным устройствам относят системы спутниковой ориентации (GPS, Глонасс) и камеры. Тогда как, среди активных устройств можно выделить следующие — это оптические устройства (технология лидар), ультразвуковые устройства (датчики) и радио — локаторы (радары, работающие в радиодиапазоне). Последние тенденции развития беспилотных наземных ТС говорят о перспективе широкого внедрения мобильных телематических систем — Wi-Fi, технологии мобильной связи, что

говорит о стремлении отрасли к синтезу автономных интеллектуальных систем. Технологии мобильной связи возможно отнести как к пассивным, так и к активным. При этом, поиск оптимальных решений относительно целесообразности применения и комбинациях устройств машинного зрения создает основы для будущей корректировки данной классификации. Так на летательных аппаратах применяются пассивные радары, в тоже время, существуют концепции, связанные с нанесением, например, «активной» разметки при эксплуатации беспилотных наземных ТС. Безусловно, такие решения имеют какие-либо перспективы только при ограниченном применении на определенных («закрытых») маршрутах, однако, вероятно, в рамках определенного проекта данного назначения, способны несколько упростить систему устройств машинного зрения.

Взаимодействие автомобиля и системы управления, происходит с помощью специальных плат контроля, связывающихся с узлом. Для того, чтобы говорить более подробно о принципах работы и реализации беспилотной системы автомобиля, рассмотрим некоторые существующие наземные беспилотные ТС промышленного применения.

Целесообразно начать с совместного проекта КАМаз и Cognitive Pilot, который реализован на базе серийного грузового автомобиля КамАЗ-4308. Основные компоненты беспилотной системы — высокопроизводительный компьютер, видеокamеры, радары, лидары и ультразвуковые датчики, а также модули промышленной связи — Wi-Fi, 4G, радиопередатчики УКВ-диапазона. Данные датчиковой аппаратуры обрабатываются комплексом C-Pilot, что позволяет обеспечить достаточную точность навигации — ошибка до 2 см. Проект представлен в 2019 г. и успешно прошел испытания на угольных шахтах. Однако применение данной модели на дорогах общественного пользования требует усложнения в конструкциях датчиковой аппаратуры, за которым следует существенное увеличение стоимости производства и обслуживания при эксплуатации. В связи с этим, данная модель актуальна при промышленном применении и совершенствование примененных в ней решений позволила развиться следующим беспилотным проектам КАМаз.

Иллюстрацией вышесказанного является плавный отказ Cognitive Pilot от данного проекта — в дальнейшем фирма ориентируется на агропромышленную отрасль, системы помощи водителю и отказ от применения лидаров, планируя возможность замены их функционала перспективной разработкой — 4D радаром. Развитие беспилотных наземных ТС связано с развитием продвинутой системы помощи водителю (ADAS) и введению уровней автоматизации управления в соответствии со стандартами, разработанными Обществом автомобильных инженеров (SAE) и принятыми на государственном уровне во многих странах — таких уровней шесть и, начиная с 5-го, автомобиль считается полностью беспилотным.

В тоже время КАМаз, в результате сотрудничества с другими компаниями осуществил следующие проекты. НАМИ-КамАЗ-1221 ШАТЛ (слайд 7) является автомобилем с электрическим приводом. Для ориентации в пространстве использует данные камер, радаров, лидара на крыше и ультразвуковых датчиков, информация которых используется для принятия текущих решений управления — ТС имеет автономное

оборудование. Предусмотрена возможность дистанционного управления посредством передачи информации на сервер КАМаз (диспетчерский пункт) в реальном времени через пилотную сеть 5G. Это необходимо для решения более сложных задач и реализовано благодаря обеспечению быстрой синхронизации с диспетчерским пунктом.

Особенностью следующей модели КамАЗ-3373 Челнок является отсутствие кабины и электрический привод (запас хода 50 км, время зарядки 5 часов). Такое решение позволяет разгружать платформу с двух сторон и использовать её в закрытом помещении. Применение данной модели также промышленное, в частности она используется на собственном производстве КАМаз. На модели предусмотрена симметрия световых приборов и систем ориентации. Спутниковая система дублируется инерциальной, на случай потери связи со спутником.

Важное влияние на автоматизацию автомобилей оказывает концепция Connected Car — автомобиль с сетевыми возможностями. Такие автомобили также оснащены средствами навигации и ориентации, связью с интернетом. Автомобиль через сеть взаимодействует с окружающей средой и объектами: автомобиль-автомобиль (vehicle-to-vehicle, V2V), автомобиль — инфраструктура (vehicle-to-infrastructure, V2X) и автомобиль-пешеход (vehicle-to-pedestrian, V2P) и т.д.

Также, на стадии испытаний находится несколько проектов, заслуживающих внимания при освещении данной тематики: Volgabus MatrEshka, BaseTracK ГАЗ Next Eva, SberAutoTech ФЛИП, беспилотный грузовик EvoCargo, проекты Яндекса, автоматизация серийных моделей. Таким образом, на данный момент проводятся испытания беспилотных наземных ТС с разными особенностями конструкции, системами питания и применения. Так, конструкция Volgabus MatrEshka предусматривает три варианта применения — базовая версия с грузовым контейнером, грузовая платформа и перевозка пассажиров (8–12 человек). Здесь ключевую роль в управлении играет оригинальная операционная система реального времени с телеметрией всех узлов автомобиля. Предполагается интеграция всех систем в одно приложение, которое будет отвечать за диагностику, управление и маршрутизацию перемещения. Другое решение автоматизации управления наземным ТС применено Группой ГАЗ — BaseTracK ГАЗ Next Eva, где полностью отказались от оптических средств ориентации. Беспилотное управление осуществляется системами высокоточного геопозиционирования и штатной системой помощи водителю ADAS. Технологии аппаратного и программного обеспечения предусматривают их установку на стандартное транспортное средство, здесь существуют проблемы, связанные с интеграцией предложенного модуля в систему автомобиля. Более того, программный комплекс софт для передвижения по виртуальному рельсу на данный момент, проходит доработку сценариев для различных сложных дорожных ситуаций.

Так, ещё один автомобиль с электрическим приводом — SberAutoTech ФЛИП способен передвигаться в полностью автономном режиме, но предусмотрена так же бесшовная интеграция в «умные дороги» стандартов V2V и V2X.

Обеспечение полного автоматического управления на дорогах общественного пользования требует более сложных тех-

нических решений. Так беспилотные автомобили Яндекса, Uber, Google, StarLine и др. более сложны с точки зрения взаимодействия системы управления с автомобилем и обеспечения машинного зрения, это связано с тенденцией к не сохранению места водителя функциональным. Например, устройства машинного зрения беспилотного автомобиля Яндекса — это 3 лидара, 5 камер, антенны GPS и мобильной связи, 4 радара, сенсоры контроля безопасности движения. Данные автомобили полностью автономны, то есть информация не передается на какой-либо диспетчерский пункт, а обрабатывается после поездки в центре управления, таким образом машинное обучение и управлением происходит, в том числе, с помощью нейросетей.

При получении точных координат использована технология Realtime kinematic. Для реализации данной системы на автомобиле Яндексом создан блок локализации GeoHub. В системе локализации использован модуль инерциальных измерений. Функционал модуля спутниковых сигналов заменяет двухдиапазонный приемник. Применение камер осложнено следующими проблемами: мерцание источников светодиодного света, необходимость высокого динамического диапазона, наличие HDR (возможности совмещения кадров с разной освещенностью в один для получения более качественной картинки), обеспечение достаточного разрешения и частоты кадров, обеспечение несжатого видеопотока, удаление камер от приемного устройства. Для решения данных проблем применено устройство, которое будет работать с камерой по интерфейсу GMSL или FPD-Link.

Таким образом, важным моментом является разграничение концепций проектов относительно применения. Проведенный в статье анализ позволил сделать вывод, что на данный момент развитие беспилотных автомобилей идет практически в одном направлении и отличия связаны, в основном с особенностями конструкции, тогда как поиск оптимальных комбинаций устройств машинного зрения целесообразно сконцентрировать относительно применения ТС: ограниченного, где целесообразно оставить место водителя функциональным и ориентироваться на упрощение систем машинного зрения, например посредством применения активной разметки, если речь идет о промышленном применении в закрытом помещении; применения на дорогах общественного пользования. Так как устройства машинного зрения, в свою очередь, требуют специальное программное и аппаратное обеспечение и применение тех или иных решений может быть осложнено взаимодействием с системой управления.

Проблемы и препятствия для внедрения беспилотных наземных ТС связаны с ключевыми технологиями отрасли: интеллектуальные системы управления в современных условиях имеют проблемы, связанные с задачей синтеза, имеющей ограничения и требования: программные (требуется единый технический стандарт по обмену данными и обеспечению их защиты, совершенствование алгоритмов и доработку сценариев), выбор способа обеспечения робастности, выбор критерия качества для проектирования оптимальных систем управления, система управления антенной.

В статье проанализировано современное состояние подходов к синтезу систем управления наземными беспилотными транспортными средствами.

Литература:

1. Афанасьев В. Н. Математическая теория конструирования систем управления: Учеб. для вузов. / В. Н. Афанасьев, В. Б. Колмановский, В. Р. Носов. — 3-е изд., испр. И доп. — М.: Высш. Шк., 2003. — 614 с.
2. Вэй Ян Лвин, Шагин А. В. Адаптивная система автоматического управления движением // Современные информационные технологии и ИТ-образование «Механика и машиностроение» — 2012. С. 983–986
3. Вэй Ян Лвин. Выбор и обоснование составных частей адаптивной системы автоматического управления автомобилем // Микроэлектроника и информатика-тезисы докладов секция-7 (2011г).
4. Деменков Н. П., Микрин Е. А. Управление в технических системах: учебник / Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 452с.
5. Интернет ресурс: Блог Яндекса [режим доступа: <https://yandex.ru/blog/company/kak-vyglyadyat-bespiilotnye-avtomobili-yandeksa-novogo-pokole>]
6. Интернет ресурс: официальный сайт Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», раздел «Проекты» [режим доступа: <https://nami.ru/>]
7. Интернет ресурс: пресс центр ПАО Камаз [режим доступа: <https://kamaz.ru/press/releases>]
8. Пантелеев А. В. Теория управления в примерах и задачах: Учеб. Пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. — М.: Высш. Шк., 2003. — 583 с.
9. Шурьгин Ю. А., Карпов А. Г. Современные проблемы теории управления. — Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2017. — 80с.

Метод расчета дополнительных потерь активной мощности в электрической сети от высших гармоник тока

Манусов Вадим Зиновьевич, доктор технических наук, профессор;
Максюкова Анастасия Дмитриевна, студент магистратуры
Новосибирский государственный технический университет

В статье автор приводит математическую модель для расчета коэффициента увеличения активного сопротивления проводника воздушной линии.

Ключевые слова: высшие гармоники, потери активной мощности, воздушные линии.

При протекании по жилам проводов и кабелей переменных токов в них наблюдается скин-эффект — вытеснение тока к поверхности проводника. Точные математические выражения, описывающие влияние частоты электрического тока на сопротивление токопроводящей жилы даны в теории электромагнитного поля [1].

Расчеты по формуле Гераскина для воздушных линий

Для воздушных линий (ВЛ) электропередач, провода которых имеют витую многопроволочную конструкцию, зависимость $R_n(f)$ существенно нелинейна; на значения активного сопротивления влияют поверхностный эффект и эффект близости, проводимость земли, а для сталеалюминиевых проводов — наличие стального троса.

Авторами [2] найдены зависимости:

$$\frac{R_n(f)}{R_o} \begin{cases} 1 + \frac{x^4}{3} \text{ при } x \leq 1; \\ x + 0,25 + \frac{0,47}{x} \text{ при } x \geq 1, \end{cases} \quad (1.1)$$

где $x = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{n}{R_o}}$ — промежуточный параметр, используемый в расчетах.

Осуществим расчет для воздушной линии, выполненной из алюминия сечением 120 мм², для остальных сечений расчет аналогичен.

$$x = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{n}{R_o}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{1}{0.244}} = 0.202 \text{ о.е.}$$

Коэффициент увеличения сопротивления из системы уравнений 1.1 будет определяться по формуле

$$k_r = \frac{R(\nu)}{R_o} = 1 + \frac{x^4}{3} = 1 + \frac{0.202^4}{3} = 1.0.e.$$

Таблица 1. Линия сечением 120 мм²

№ гармоник	1	2	3	5	7	9	11	13	15	17	21
f, Гц	50	100	150	250	350	450	550	650	750	850	1050
R _o Ом/км	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
Kf о.е.	1	1,002	1,005	1,014	1,027	1,045	1,068	1,095	1,126	1,162	1,247
Rn Ом/км	0,244	0,245	0,245	0,247	0,251	0,255	0,261	0,267	0,275	0,283	0,304

Таблица 2. Линия сечением 150 мм²

№ гармоник	1	2	3	5	7	9	11	13	15	17	21
f, Гц	50	100	150	250	350	450	550	650	750	850	1050
R _o Ом/км	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
Kf о.е.	1	1,003	1,007	1,020	1,039	1,065	1,097	1,135	1,180	1,231	1,353
Rn Ом/км	0,204	0,205	0,205	0,208	0,212	0,217	0,224	0,232	0,241	0,251	0,276

Таблица 3. Линия сечением 240 мм²

№ гармоник	1	2	3	5	7	9	11	13	15	17	21
f, Гц	50	100	150	250	350	450	550	650	750	850	1050
R _o Ом/км	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118	0,118
Kf о.е.	1	1,010	1,022	1,060	1,117	1,194	1,290	1,405	1,539	1,692	2,056
Rn Ом/км	0,118	0,119	0,121	0,125	0,132	0,141	0,152	0,166	0,182	0,200	0,243

Таблица 4. Линия сечением 300 мм²

№ гармоник	1	2	3	5	7	9	11	13	15	17	21
f, Гц	50	100	150	250	350	450	550	650	750	850	1050
R _o Ом/км	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Kf о.е.	1	1,014	1,033	1,090	1,177	1,293	1,438	1,611	1,814	2,045	2,595
Rn Ом/км	0,096	0,097	0,099	0,105	0,113	0,124	0,138	0,155	0,174	0,196	0,249

Таблица 5. Линия сечением 400 мм²

№ гармоник	1	2	3	5	7	9	11	13	15	17	21
f, Гц	50	100	150	250	350	450	550	650	750	850	1050
R _o Ом/км	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
Kf о.е.	1	1,025	1,056	1,156	1,306	1,507	1,757	2,057	2,407	2,808	3,758
Rn Ом/км	0,073	0,075	0,077	0,084	0,095	0,110	0,128	0,150	0,176	0,205	0,274

Построим зависимость относительного коэффициента увеличения сопротивления от частоты гармоники.

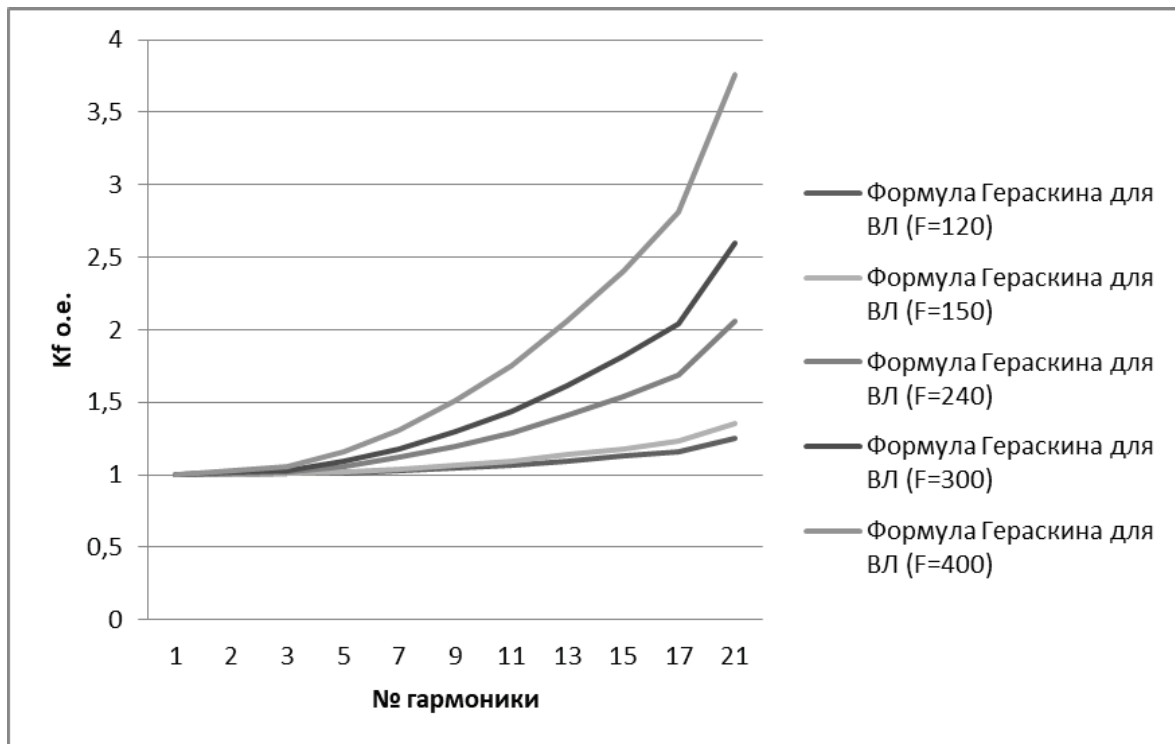


Рис. 1. Зависимость коэффициента увеличения сопротивления от частоты гармоник

Расчет сопротивлений для приоритетных гармоник зависит от изменения частоты, поэтому необходимо пересчитать полученные значения на основной частоте

$$R_n(f) = k_f \cdot R, \tag{1.2}$$

где k_f — коэффициент увеличения активного сопротивления, определяемый по таблице 1.1-1.5;

R — активное сопротивление кабеля для участка сети.

Согласно [3], дополнительные потери активной мощности в проводнике, вызванные протеканием высших гармоник тока, могут быть определены по формуле

$$\Delta P_{\Sigma n} = 3 \sum_{n=2}^m I_n^2 R_n, \tag{1.3}$$

где n — номер гармоники; I_n — ток n-ой гармоники, А; R_n — активное сопротивление n-й гармоники, Ом; m — число учитываемых гармоник.

Потери активной мощности для основной частоты вычисляются по общеизвестной формуле

$$\Delta P_1 = 3I^2 R^2, \tag{1.4}$$

Тогда по принципу суперпозиции суммарные потери для электрической сети будут вычисляться

$$\Delta P_{\Sigma} = 3 \cdot (\Delta P_1 + \Delta P_{\Sigma n}). \tag{1.5}$$

Выводы:

1. Эффект вытеснения тока к поверхности проводника для различных гармоник имеет разное значение. Наиболее удобно выражать это явление с помощью коэффициента увеличения активного сопротивления по отношению к омическому сопротивлению или по отношению к активному сопротивлению на основной частоте переменного тока 50 Гц.
2. Учет потерь активной мощности от гармонических составляющих необходимо обязательно учитывать, что даст поправку, от 20% до 50% к потерям, вычисленным на основной частоте.

Литература:

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: электромагнитное поле / Л.А. Бессонов.— 10-е изд., перераб. и доп.— М.: Гардарики, 2007.— 317 с

2. Гераскин О. Т. Применение вычислительной техники для расчета высших гармоник в электрических сетях. / О. Т. Гераскин, В. В. Черепанов. — М.: ВИПКЭнерго, 1987. — 300 с.
3. Жежеленко И. В. Электрические потери от высших гармоник в системах электроснабжения / И. В. Жежеленко // Электрика — 2010. — № 4. — С. 3–6.

Регулирование параметров газа при его прохождении на газорегуляторных пунктах блочных

Малих Али Амирович, студент магистратуры
Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Зеленоград, Московская обл.)

В статье автор рассказывает о типовом расположении контрольно-измерительных приборов на газопроводе газорегуляторных пунктов блочных.

Ключевые слова: газорегуляторный пункт, регулятор давления, природный газ, ультразвуковой счетчик газа, датчик температуры, датчик давления, контрольно-измерительный прибор.

Природный газ, он же метан, является одним из основных элементов топливно-энергетической системы современного мира. С каждым годом растет потребность в природном газе, в том числе в формировании больших запасов газа и его транспортировки. Большим преимуществом газового топлива является возможность его транспортирования по трубопроводам, что разгружает железнодорожный и водный транспорт, снижает стоимость транспортирования на большие расстояния, освобождает от необходимости иметь топливные склады [1].

Система газопровода представляет из себя сеть газопроводов различного назначения и давления. Основным газопроводом является магистральный газопровод (МГП), который доставляет газ из мест добычи газа в пункты распределения. Давление газа в магистральном газопроводе может достигать 11,8 МПа при прокладке по суше. Для дальнейшего разветвления газа устанавливаются газораспределительные станции (ГРС), где давление газа снижается до 1,2 МПа. Для дальнейшего снижения давления газа в сети устанавливаются газорегуляторные пункты (ГРП) различного исполнения.

Газорегуляторными пунктами (установками) называется комплекс технологического оборудования и устройств. Газорегуляторные пункты и установки предназначены для предварительной очистки газа, автоматического снижения давления газа и поддержания его на заданных уровнях независимо от изменения расхода газа в пределах номинальных расходных характеристик регуляторов давления газа, контроля входного и выходного давлений и температуры газа [2].

Одним из типов газорегуляторных пунктов является газорегуляторный пункт блочный (ГРПБ), оборудование смонтировано в одном или нескольких зданиях контейнерного типа. ГРПБ могут поставляться как комплектное изделие, готовое для установки и введения в эксплуатацию.

Рассмотрим расположение датчиков параметров газа в ГРУ на примере газорегуляторной установки в составе ГРПБ (Рисунок 1).

На входе газопровода стоят датчики давления (поз. 3) и температуры (поз. 1) газа для контроля входных параметров газа. После датчиков установлен ультразвуковой счетчик газа (поз. 4). Счетчик работает по принципу измерения разности времени распространения ультразвука по направлению потока и против движения потока (Рисунок 2).

Скорость газа «v» рассчитывается из разницы между временем прохождения ультразвукового сигнала по направлению потока и против потока. Изменения скорости звука в результате колебаний давления или температуры при данном методе измерения не оказывают влияния на рассчитанное значение скорости газового потока. Вычисления проводятся по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} D_I^2 \cdot \frac{L}{\cos \alpha} \cdot \frac{t_{BA} - t_{AB}}{t_{AB} \cdot t_{BA}} \quad (1.1)$$

где:

- L — измерительное расстояние
- α — угол наклона
- t_{AB} — время распространения звука по направлению движения газа
- t_{BA} — время распространения звука против движения газа
- D_I — внутренний диаметр трубы

После счетчика трубопровод разветвляется на 2 линии редуцирования давления газа (А и Б). Газ на линиях А и Б проходит через фильтр газа. Параллельно с фильтром установлен дифференциальный датчик давления для определения забитости фильтра. Газ под давлением проводится к датчику по импульсным трубкам.

После фильтра газ поступает на регулятор давления. Регуляторы давления представляют собой устройства с пружинным приводом, которые контролируют давление газа за ними, поддерживая значение давления газа независимо от перепада давления до регулятора или расхода газа потребителями. В составе регулятора давления включен предохранительно-закрывающий клапан (ПЗК). Предохранительно-закрывающий клапан

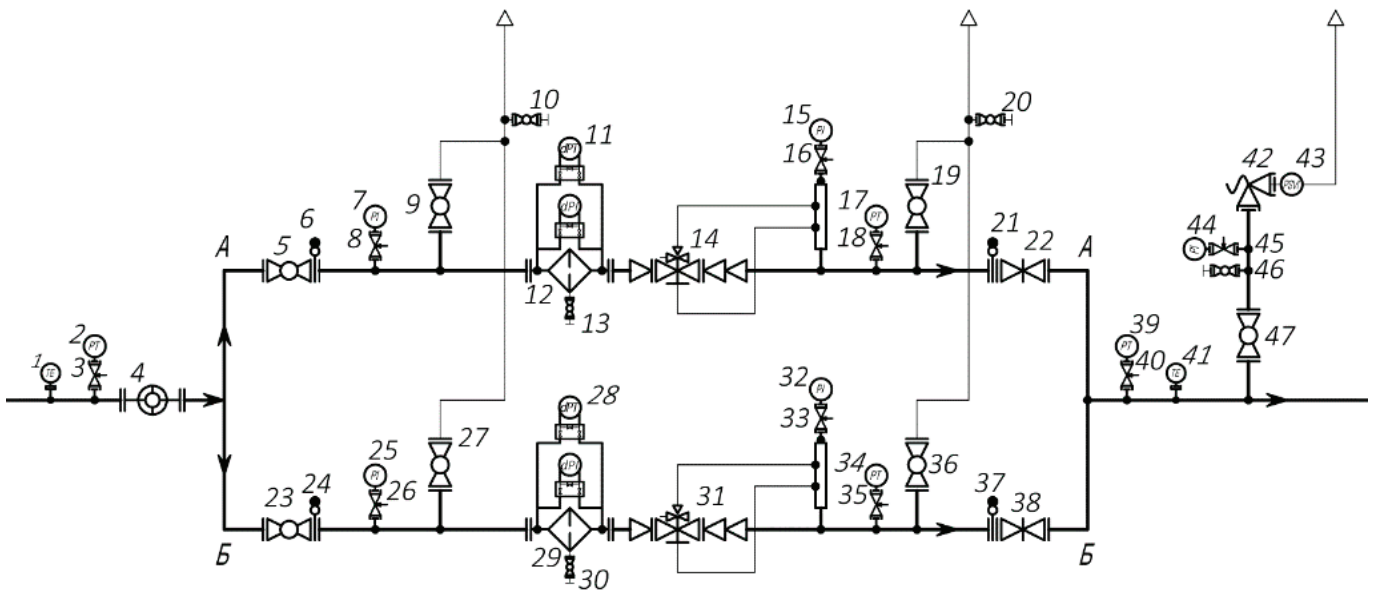


Рис. 1. Технологическая схема ГРПБ: 1, 41 — Датчик температуры; 2, 17, 34, 39 — Датчик давления; 3, 8, 16, 18, 26, 33, 35, 40, 45 — Клапан запорный игольчатый; 4 — Счетчик газа; 5, 9, 10, 13, 19, 20, 23, 27, 30, 36, 46, 47 — Кран шаровый; 6, 21, 24, 37 — Заглушка фланцевая поворотная; 7, 15, 25, 32, 44 — Манометр; 11, 28 — Датчик перепада давления; 12, 29 — Фильтр газовый с указателем перепада давления; 14, 31 — Регулятор давления со встроенным ПЗК; 22, 38 — Затвор дисковый поворотный; 42 — Клапан предохранительный сбросной (ПСК); 43 — Датчик срабатывания ПСК

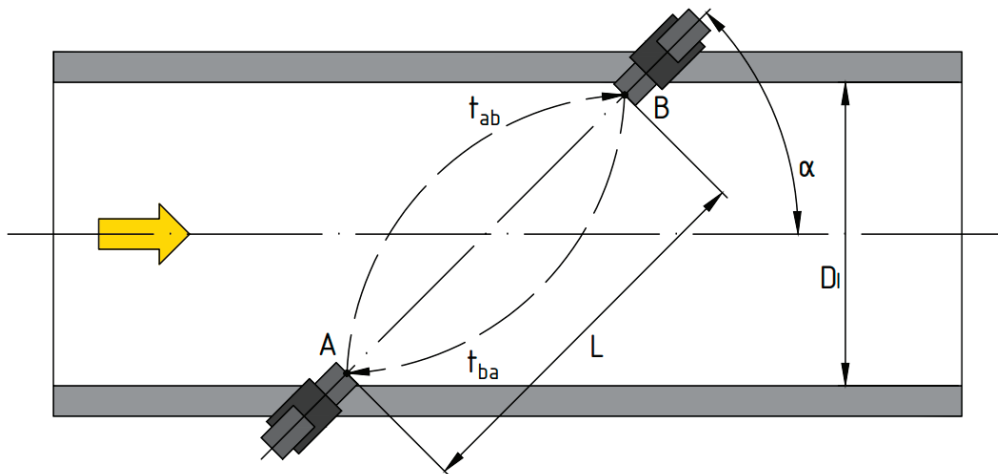


Рис. 2. Принцип работы ультразвукового счётчика газа

v — скорость газа; L — измерительное расстояние; α — угол наклона; t_{AB} — время распространения звука по направлению движения газа; t_{BA} — время распространения звука против движения газа; D_i — внутренний диаметр трубы

представляет из себя нормально открытую арматуру, закрывающуюся при достижении давления газа в контролируемой точке предельного высокого или предельного низкого давления. В ПЗК встроены датчики срабатывания для регистрации срабатывания ПЗК.

После газорегулятора установлены датчики давления для контроля параметров газа и качества работы регулятора. После объединения двух нитей устанавливаются датчики давления

и температуры на выходе ГРУ. После датчиков устанавливается предохранительно-сбрасывающий клапан (ПСК) для сброса газа в атмосферу и поддержания значения давления на выходе. После ПСК на свечи устанавливается датчик срабатывания ПСК для регистрации срабатываний.

Контрольно-измерительные приборы (КИП), установленные на ГРУ должны соответствовать ГОСТ 34670–2020 «Пункты редуцирования газа. Основные положения». Согласно

данному стандарту, конструкция ГРП должна предусматривать возможность контроля текущих параметров входного и выход-

ного давлений газа, перепада давления газа на фильтре и положения затвора отключающего клапана [3].

Литература:

1. Физико-химические свойства природного газа. Методическое пособие [Текст].— Челябинск: ОАО «Газпром», 2008.— 5 с.
2. Колпакова, Н. В. Газоснабжение: учебное пособие [Текст] / Н. В. Колпакова, А. С. Колпаков.— Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.— 73 с.
3. ГОСТ 34670–2020. Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Основные положения [Текст]: нормативно-технический материал Москва: [б.и.], 2020.— 9 с.

Лабораторный стенд для исследования микропроцессорных систем управления

Рогожников Иван Павлович, студент
 Научный руководитель: Борщинский Максим Юрьевич, старший преподаватель
 Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк)

Лабораторный стенд предназначен в первую очередь для знакомства студентами с принципами работы микропроцессорных систем, с возможностями управления электрическим приводом с помощью систем подчиненного регулирования.

Ключевые слова: микропроцессорные системы, электропривод, широтно-импульсная модуляция, двухконтурное регулирование, микроконтроллеры, датчик тока, фотопрерыватель.

В процессе обучения студенты направлений обучения «Электроника и наноэлектроника» и «Электроэнергетика и электротехника» должны познакомиться с принципами построения микропроцессорных систем управления электроприводами. Микропроцессорные системы представлены в виде трех микроконтроллеров различных архитектур:

- микроконтроллер *ST STM32 (Cortex-M3)*;
- микроконтроллер *TI LM4F120 (Cortex-M4F)*;

– микроконтроллер *Atmel ATmega328p (AVR)*.

На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.

Цель работы — разработка лабораторного стенда согласно представленной схемы для управления цифровым электроприводом постоянного тока.

Микропроцессорная система управление электроприводом выполнена двухконтурной: контур тока и контур скорости.

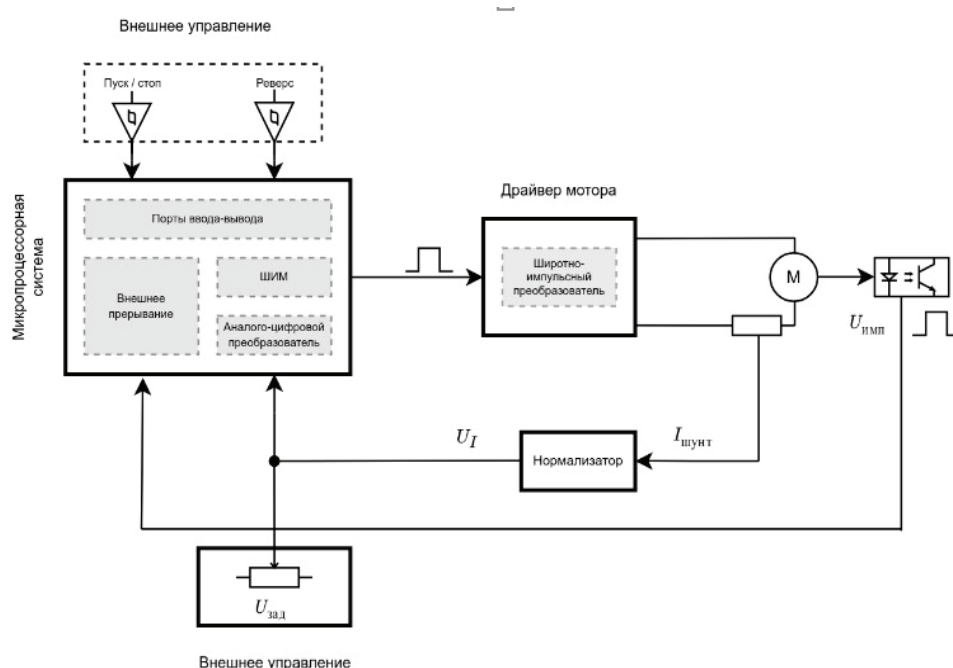


Рис. 1. Функциональная схема стенда

Поскольку стенд должен сопрягаться с каждым из этих микроконтроллеров, предусмотрено согласование логических уровней для корректной работы каждого из узлов стенда.

Электрический привод представлен в виде коллекторного электродвигателя постоянного тока R370-17315 6.0 V [1].

Драйвер мотора постоянного тока представлен в виде платы от компании Pololu *md30a*, основанной на микросхеме MAX14870 [2].

Для осуществления самого управления двигателем выбран самый эффективный и простой в реализации метод — метод широтно-импульсного регулирования с помощью широтно-импульсной модуляции.

Обратная связь по скорости реализована с использованием оптического датчика-фотопрерывателя H92B4 [3], фиксирующего количество фотопрерываний с помощью энкодерного диска, предварительно установленного на вал электродвигателя.

Сигнал задания на контур скорости поступает с потенциометра R4 (рисунок 2). С помощью него можно задавать скважность ШИМ для управления скоростью вращения якоря электродвигателя.

Сигнал обратной связи по току получен с помощью резистора-шунта номиналом 0.1 Ом, который, ко всему прочему, ограничивает пусковой ток двигателя (установлен на плате ШИП) [2].

Исходя из того, что сигнал с резистора крайне мал, возникла необходимость в его усилении с помощью операционного усилителя LM358 [4]. Коэффициент усиления составил 110. Это удовлетворяет требованию о согласовании напряжений для различных плат микроконтроллеров, так как максимальный сигнал будет составлять не более 3.3 В. Принципиальная схема канала измерения тока представлена на рисунке 3.

Выбор направления вращения электродвигателя и сигнал Пуск/Стоп осуществляется с помощью кнопок SW1, SW2.

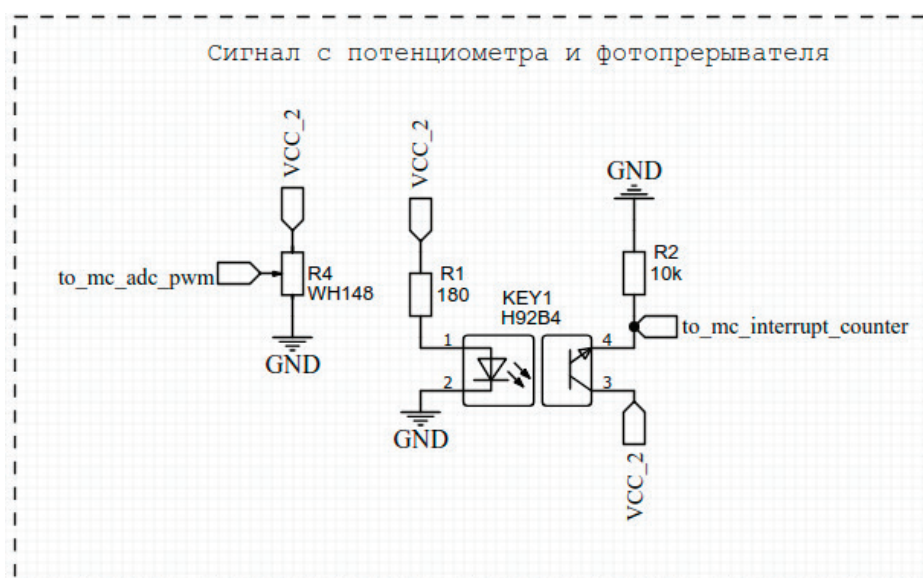


Рис. 2. Принципиальная схема контура скорости

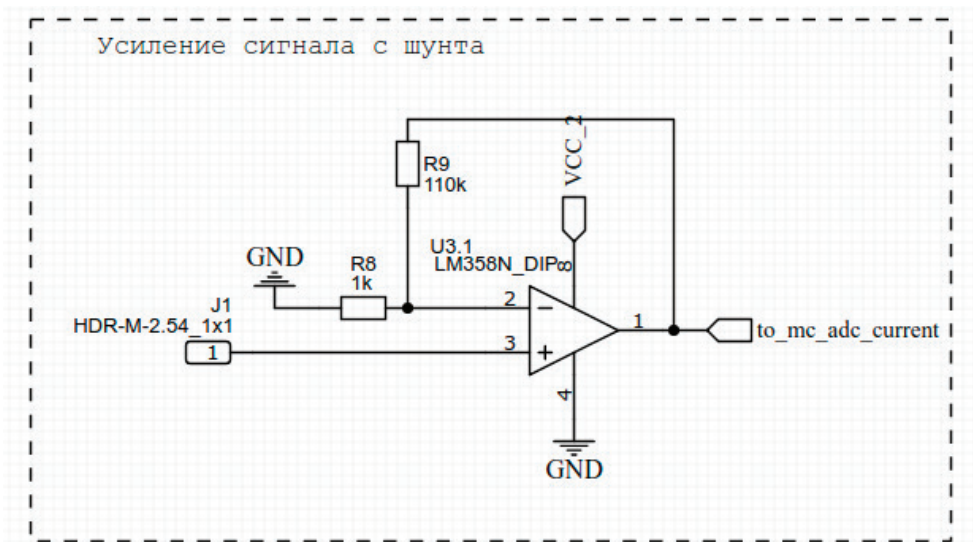


Рис. 3. Принципиальная схема контура тока

При тестовой эксплуатации стенда при нажатии кнопок был замечен дребезг контактов. Было принято решение об установке сборки триггеров Шмитта на микросхемы 74НС14 [5] и ФНЧ на входах триггеров для подавления дребезга (рисунок 4).

На стенд подаётся два питающих напряжения: напряжение питания узлов платы (3,3В или 5В с микроконтроллера) и напряжение питания двигателя (от внешнего источника). Скорость вращения двигателя (скважность ШИМ) задаётся контуром скорости и поступает с одного из выводов микроконтроллера (МК).

На рисунке 5 представлены переходные процессы скорости и тока, полученные с устройства при пуске электродвигателя. Небольшие пульсации обусловлены несовершенством RC-фильтра.

В соответствии с поставленной задачей, был спроектирован, создан и протестирован лабораторный стенд для исследования

систем управления электродвигателем (рис. 6), который будет использоваться при проведении лабораторных работ в различных группах на кафедре. Он позволяет оператору менять направление вращения якоря двигателя, запускать/останавливать двигатель, а также позволит применять различные методы управления электрическим приводом с помощью двухконтурной системы управления (контура тока и контура скорости), такие как ПИ-, П-, ПИД-регулирование.

Совершенствования материально-технической базы кафедры позволит студентам знакомиться с возможностями современных микропроцессорных систем управления, а поскольку в стенде заложена возможность работы от напряжений 3.3 В и 5В, то обучающиеся не будут ограничены в возможностях изучения МК различных производителей и серий.

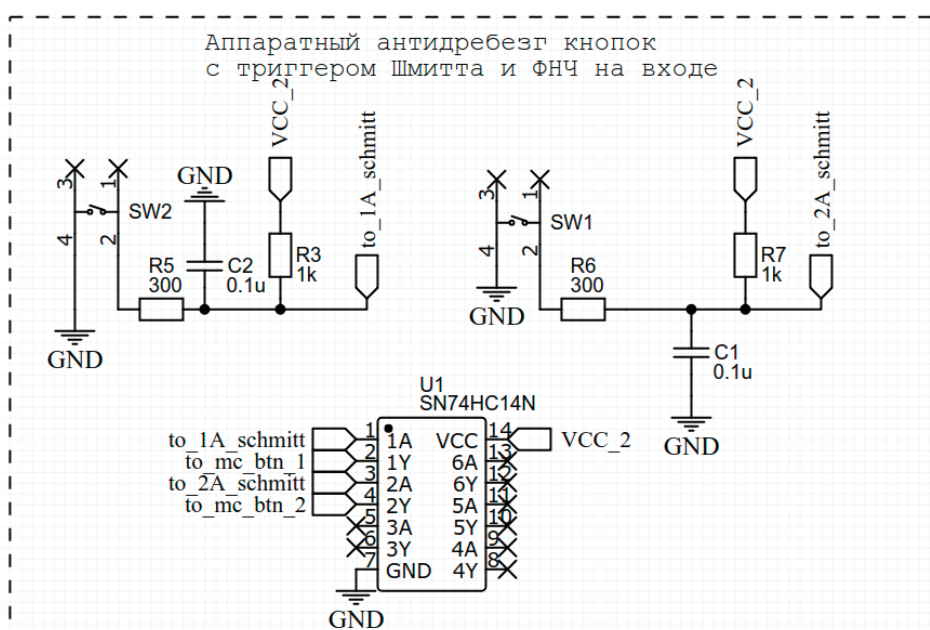


Рис. 4. Принципиальная схема узла приёма сигналов с кнопок

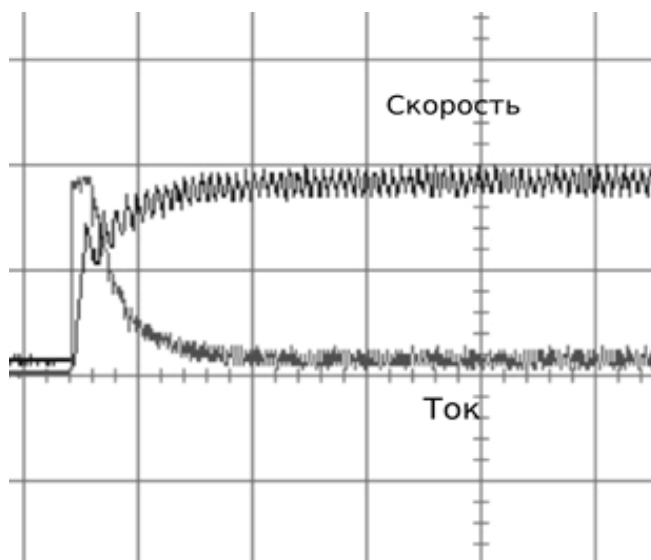


Рис. 5. Переходный процесс тока и напряжения при пуске двигателя

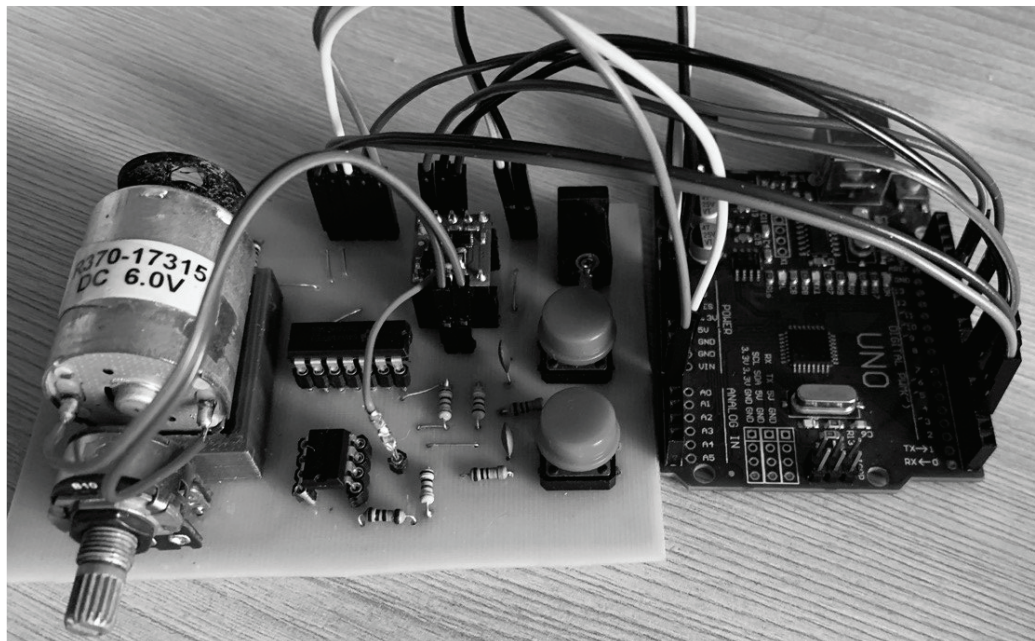


Рис. 6. Внешний вид стенда в связке с микроконтроллером

Литература:

1. Электродвигатель R370–17315 6 V.— Текст: электронный // Технические характеристики: [сайт].— URL: <https://static.chipdip.ru/lib/585/DOC000585189.pdf> (дата обращения: 17.04.2022).
2. Pololu MAX14870 Motor DC Driver.— Текст: электронный // Datasheet: [сайт].— URL: <https://www.pololu.com/product/2961> (дата обращения: 16.04.2022).
3. H92B4 photointerrupter.— Текст: электронный // Datasheet: [сайт].— URL: http://radiocom.dn.ua/image/data/pdf/H92B4_ZC.pdf (дата обращения: 16.04.2022).
4. LM358 operational amplifier.— Текст: электронный // Datasheet: [сайт].— URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm358.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).
5. SNx4HC14 Hex Inverters with Schmitt-Trigger Inputs.— Текст: электронный // Datasheet: [сайт].— URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc14.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).

Пассивные электрические фильтры. Фильтр низких частот

Рогожников Иван Павлович, студент

Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк, Кемеровская обл.)

В настоящей статье затрагиваются Г-, Т-, П-образные пассивные k-фильтры низких частот (активные фильтры в настоящей статье не рассматриваются), рассматривается работа таких фильтров, приводятся графики амплитудно-частотных характеристик, показываются формулы характеристических сопротивлений для каждого фильтра.

Ключевые слова: электрические фильтры, АЧХ, ФНЧ, ФВЧ, индуктивность, емкость, ряд Фурье, гармонический сигнал.

В современном мире, при очень развитой полупроводниковой электронике, получили распространение так называемые электрические фильтры (далее — фильтры), построенные, в большинстве случаев, из пассивных реактивных компонентах — линейной катушки индуктивности и линейного конденсатора.

Работа фильтров основана на зависимости реактивного сопротивления элементов от частоты:

$$X_L = \omega L = 2\pi f \quad (1)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2)$$

Фильтрами низких частот называют фильтры, пропускающие через себя, в общем случае, без изменений сигнал от 0 до ω_{cp} , где ω_{cp} — частота среза (частота, при которой наблюдается падение амплитуды выходного сигнала до $\frac{1}{\sqrt{2}}$ амплитуды входного сигнала). В общем случае, фильтры являются симметричными — продольные сопротивления равны между собой, поперечные сопротивления равны между собой.

На рис. 1 приведены типичные конструкции фильтров низких частот.

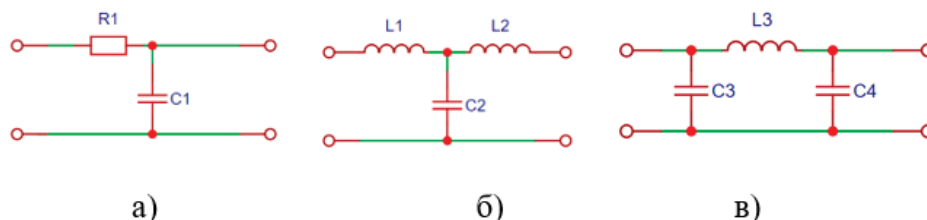


Рис. 1. Конструкции фильтров нижних частот: а) Г-образный; б) Т-образный; в) П-образный

Рассмотрим на примере работу Т-образного фильтра нижних частот. (рис. 2)

Поскольку в составе фильтра имеются только реактивные элементы — фильтр относится к типу k-фильтров, так для таких фильтров выполняется условие симметричности: при изменении частоты характер продольного реактивного сопротивления обратен характеру поперечного реактивного сопротивления. Другими словами, например, при увеличении частоты индуктивное сопротивление увеличивается, а емкостное сопротивление — уменьшается.

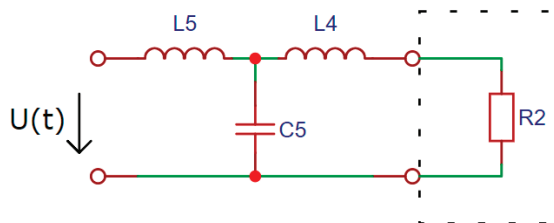


Рис. 2. Испытательная схема

Пусть на входных зажимах имеется напряжение, изменяющееся по закону:

$$U(t) = 50 + 60 \sin(\omega t + 90^\circ) + 14 \sin(3\omega t + 270^\circ) + 4 \sin(5\omega t + 90^\circ), \tag{3}$$

а параметры цепи будут равны: $f = 30 \text{ Гц}$, $L = 10 \text{ мГн}$, $C = 10 \text{ мкФ}$, $R = 50 \text{ Ом}$.

Исходя из данных условий, опуская весь математический аппарат, получим закон изменения во времени напряжения на нагрузке:

$$U_R = 50 + 47.3 \sin(\omega t + 0.8^\circ) + 3.83 \sin(\omega t + 1^\circ) + 0.1 \sin(\omega t - 2.5^\circ) \tag{4}$$

Составим график зависимости напряжения от времени для двух известных законов и получим следующую ситуацию:

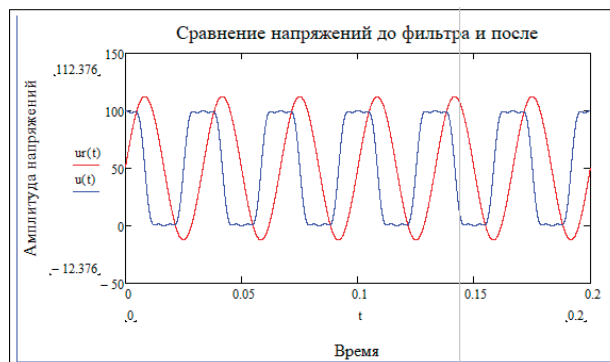


Рис. 3. График напряжений на входе и на нагрузке

Из графика видно, что фильтр подавил токовые составляющие высших гармоник. Составим линейчатые спектры амплитуд входного напряжения и напряжения на нагрузке (рис. 4):

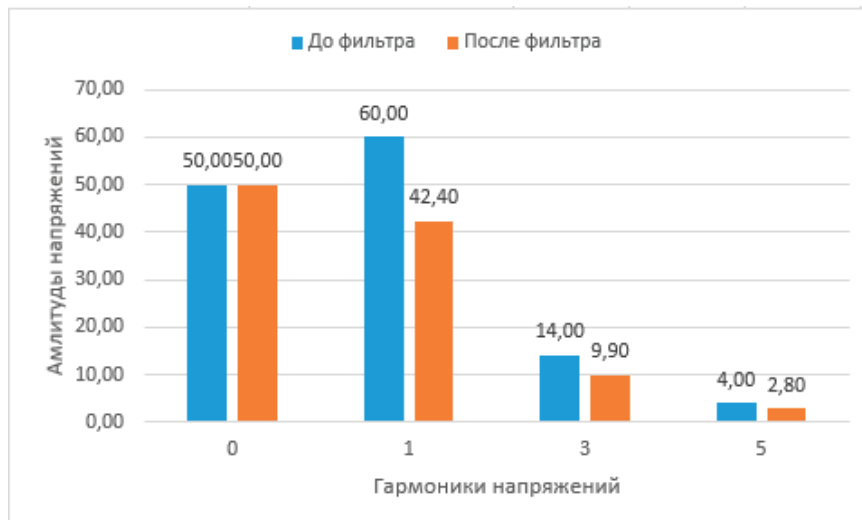


Рис. 4. Линейчатый спектр амплитуд напряжений

Для более глубокого анализа подобного фильтра, примем ФНЧ как четырехполюсник (рис. 5) и найдем его характеристическое сопротивление.

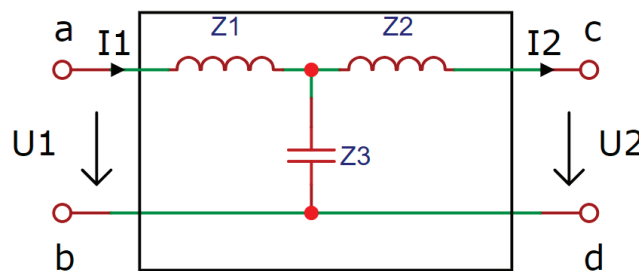


Рис. 5. Представление фильтра как четырехполюсника

Поскольку фильтр является симметричным — его продольные и поперечные сопротивления попарно равны — достаточным условием для поиска характеристического сопротивления (7) достаточно найти коэффициенты В, С по формулам четырехполюсника А-формы [1]:

$$Z_x = \sqrt{(B/C)} \tag{5}$$

$$U_1 = AU_2 + BI_2 \tag{6}$$

$$I_1 = CU_2 + DI_2 \tag{7}$$

Вариантов поиска коэффициентов четырехполюсника много, равно как и форм их записи, подробнее про формы записи можно ознакомиться в авторитетных учебниках.

Найдя коэффициенты по формулам (6) и (7) и подставив в (5) получим:

$$Z_x = \sqrt{\left(\frac{2L}{C} - \omega^2 L^2\right)} = 44.721 \text{ Ом}$$

Поскольку пассивные фильтры являются частотно-зависимыми (сопротивления их компонентов зависят от частоты), то при малейшем изменении частоты необходимо согласовывать нагрузку (в отличие m-фильтров, где существует небольшой диапазон частот, при котором согласование не требуется). Для симметричных k-фильтров нижних частот сопротивление нагрузки нужно выбирать в зависимости от характеристического сопротивления (далее — Z_x) во избежание потерь фильтрующих свойств самого фильтра.

Построим график зависимости $Z_x(\omega)$ (рис. 6):

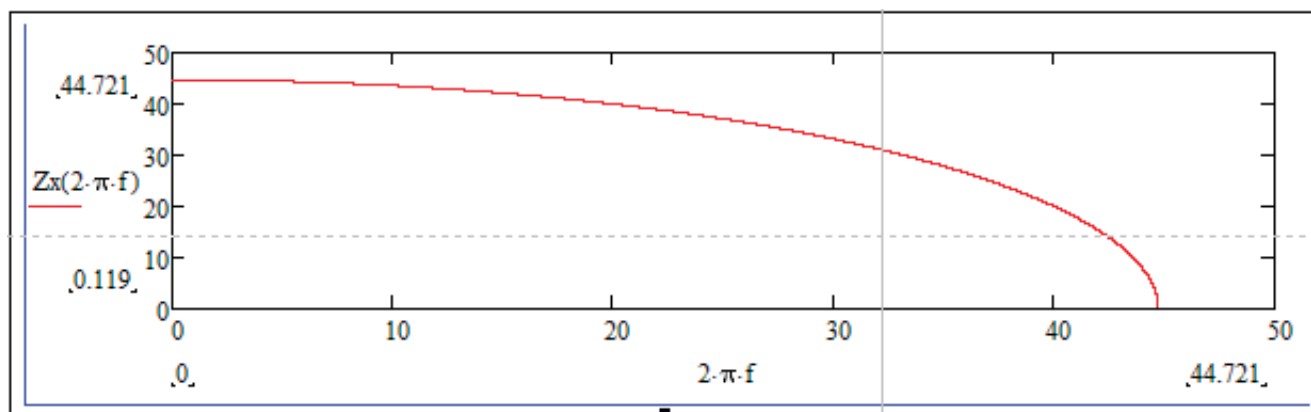


Рис. 6. График зависимости $Z_x(\omega)$

Поскольку необходимо, чтобы фильтр работал до частоты среза ($Z_x = 0$), то сопротивление нагрузки согласовывают с $Z_x(0) = 44.7 \text{ Ом}$, т.е. выбирают примерно равным.

В данном примере видно, что фильтр подавляет токовые составляющие высших гармоник не сильно эффективно, т.е. наблюдается не крутой спад амплитудно-частотной характеристики. Для того, чтобы этого избежать, нужно либо увеличить емкость конденсатора, чтобы он зашунтировал нагрузку, что бывает неэффективно, либо заменить Т-образный фильтр на П-образный фильтр, получив уже крутость амплитудно-частотной характеристики, большую эффективность за счет создания дополнительных падений напряжений на элементах, не сильно увеличивая габариты и стоимость устройств.

Поскольку для современных задач в области обработки сигналов пассивные электрические фильтры были вытеснены активными, с применением операционных усилителей, пассивные фильтры очень широко применяются в силовой электронике, например, фильтрации блоков питания.

Литература:

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов.— 11-е изд., переработанное и дополненное.— Москва: Юрайт, 2013.— 701 с.— Текст: непосредственный.

Влияние температурного воздействия на анкеровку арматуры

Угрюмов Егор Викторович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор анализирует существующие методики по влиянию повышенных температур на анкеровку арматуры.

Ключевые слова: сцепление, анкеровка, арматура, бетон, повышенная температура, обследование

Повышенные температуры, воздействующие на несущую способность, возникают в основном при пожарах, а также являются неотъемлемой частью технологических процессов.

Несущие конструкции в жилых зданиях в процессе пожара обычно подвергаются огневому воздействию при температуре около 1100°C, что по ГОСТ 20910–90 соответствует классу бетона по предельно допустимой температуре применения И11. [5].

В настоящее время в промышленном строительстве для крупных металлургических предприятий, предприятий по про-

изводству строительных материалов наиболее распространены железобетонные конструкции. Они в большей степени отвечают требованиям огнестойкости и пожаробезопасности, чем металлические конструкции. Если для строительства складов, административных зданий и сооружений хозяйственного назначения целесообразно применять металлические конструкции, то для сооружений предназначенных для выполнения сложных трудоемких технологических процессов при участии повышенных температурных воздействий наиболее целесообразным будет применение железобетона. Высокие

температуры являются наиболее распространенным фактором для сталелитейных, прокатных, доменных и цехов термоупрочнения в металлургической промышленности, для участков обжига клинкера при производстве цемента. Для того, чтобы обеспечить необходимую огнестойкость металлических конструкций в условиях постоянных повышенных температур

на участках работы плавильных печей необходимо нанесение дорогостоящих огнезащитных составов на поверхности элементов конструкций.

В таблице 1 представлены основные достоинства и недостатки использования металлических и железобетонных конструкций в металлургической отрасли промышленного строительства.

Таблица 1. Достоинства и недостатки применения конструкций из железобетона

№ п/п	Железобетонные конструкции	Металлические конструкции
Достоинства	Огнестойкость; Низкая стоимость; Устойчивость к коррозии; Высокие прочностные характеристики; Высокая вариативность геометрических форм; Высокая вариативность вариантов усиления существующих конструкций	Высокая скорость возведения объектов; Невысокий вес, по сравнению с железобетонными конструкциями; Простота транспортировки; Стоимость.
Недостатки	Относительная простота монтажа; Высокая стоимость транспортировки; Необходимость дополнительного ухода за бетоном.	Подверженность коррозии; Утрата прочностных свойств при переменном воздействии высоких температур; Высокая стоимость за счёт необходимости нанесения дополнительных огнезащитных покрытий.

С учетом постоянного перевооружения и модернизации оборудования на производствах возникает вопрос в необходимости выполнения обследования существующих конструкций. Определение прочностных характеристик, напряженно — деформированных состояний элементов и узлов, возможность изменения расчётных схем и повышения нагрузок — то, с чем постоянно сталкивается инженер конструктор.

В данной статье рассматривается вопрос влияния повышенных температур на анкеровку арматуры. Анкеровка — обеспечение восприятия арматурой действующих на нее усилий путем заведения ее на определенную длину за расчетное се-

чение или устройства на концах специальных анкеров (Рисунок 2).

На основании теории сцепления была выведена формула, используемая для определения анкеровки. Базовая длина анкеровки определяется по формуле [1]:

$$l_{0,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s},$$

Где A_s — площадь сечения стержня;

u_s — периметр сечения стержня;

R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению;



Рис. 1. Выполненная огнезащита металлических конструкций

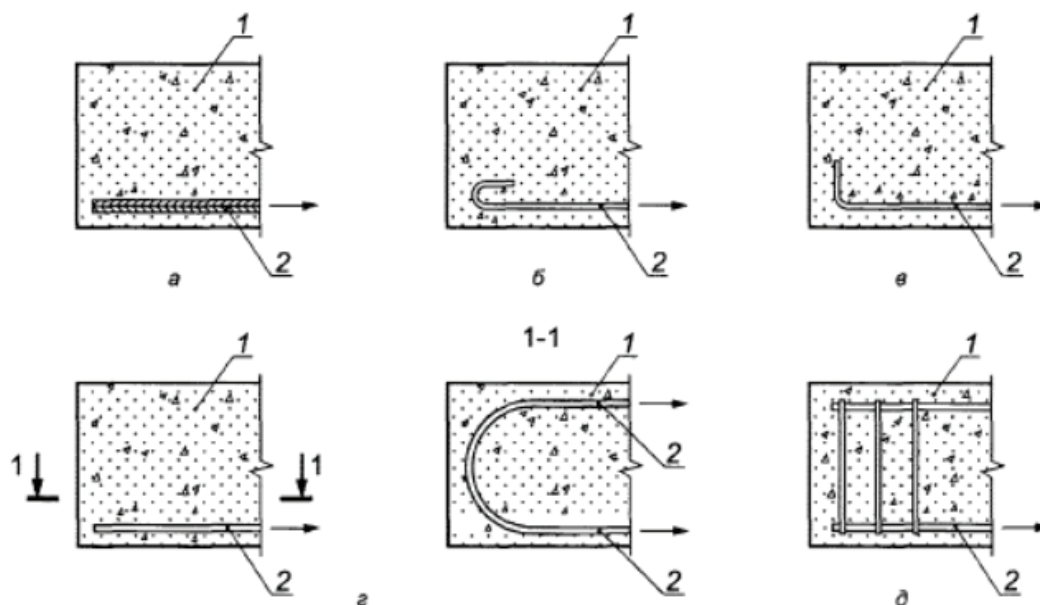


Рис. 2. Типы анкеровки арматуры: а — сцепление прямых стержней с бетоном; б — крюками; в — лапками; г — петлями; д — приваркой поперечных стержней; 1 — бетон; 2 — анкеруемый стержень

R_{bond} — расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле:

$$R_{bond} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{bt};$$

Где R_{bt} — расчетное сопротивление бетона осевому растяжению;

η_1 — коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры;

η_2 — коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры;

Обеспечение надежности железобетонных конструкций в условиях воздействия температур зависит от правильного учета деформативных свойств бетона. При воздействии температуры структурные характеристики бетона изменяются в большей степени [6].

В рамках выполнения численного эксперимента рассматриваются нагрев бетона до показателей: 200 и 300°C с длительным воздействием.

При длительном нагреве бетона характеристика R_{bt} определяется путем умножения нормативного показателя на коэффициент γ_{bt} (см. таблицу 2)

В таком случае R_{bt} для бетона классом прочности В25 при нагреве до 200°C — будет составлять — 0,525 МПа, а для бетона классом прочности В25 до 300°C — будет составлять 0,21 МПа.

Также при длительном нагреве будет изменяться R_s , с учетом добавления коэффициента γ_{st} (см. таблицу 3).

Таким образом для арматуры Ø12 А400 при длительном нагреве до 200°C показатель R_s — 351 МПа, при длительном нагреве до 300°C показатель R_s — 292,5 МПа.

Согласно выполненным расчетам получены результаты:

Таблица 2. Коэффициенты условий работы бетона при повышенных температурах

Коэффициент для тяжёлого бетона	Вид нагрева	Значение коэффициентов условий работы бетона при повышенных и высоких технологических температурах в °С.		
		20–50	200	300
γ_{bt}	Кратковременный	1	0,6	0,4
	Длительный	1	0,5	0,2

Таблица 3. Коэффициенты условий работы арматуры при повышенных температурах

Класс арматуры	Значения коэффициента γ_{st} при длительном нагреве до температуры °С		
	50–100	200	300
A240, A300, A400, A500	1	0,9	0,75

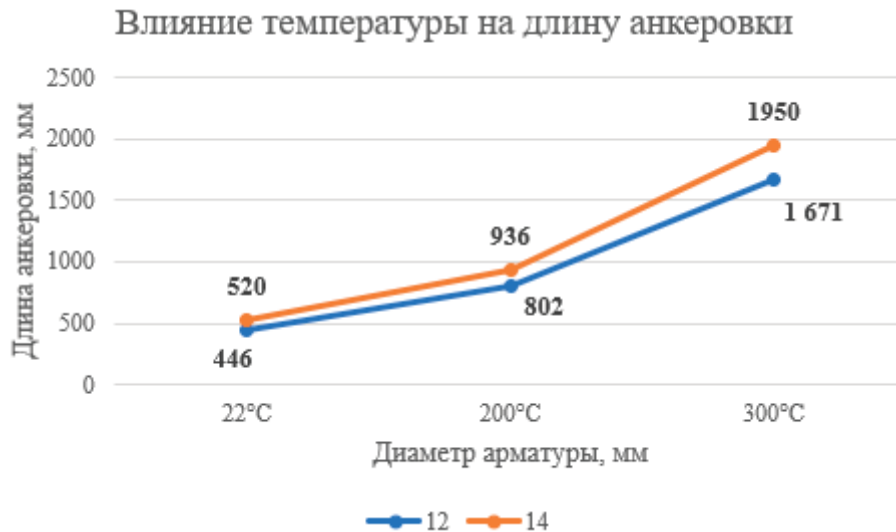


Рис. 3. Длина анкеровки при нагреве конструкций

Базовая длина анкеровки для арматуры:

Ø12 А400–445,7 мм;

Ø14 А400–520 мм.

С учетом температурного воздействия:

При длительном нагреве железобетонной конструкции до 200°C — базовая длина анкеровки арматуры:

Ø12 А400–802,28 мм;

Ø14 А400–936 мм.

При длительном нагреве железобетонной конструкции до 300°C — базовая длина анкеровки арматуры:

Ø12 А400 составляет 1671,42 мм.

Ø14 А400–1950 мм.

Согласно полученным результатам, можно сделать вывод, что при длительном нагреве железобетонных конструкций сцепление арматуры с бетоном уменьшается в значительной степени. Контроль данного параметра необходим при выполнении обследования строительных конструкций, подвергавшихся многократным постоянным температурным воздействиям.

Литература:

1. СП 63.133330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции»
2. СП 430.1325800.2018 «Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования».
3. ГОСТ Р 54257–2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования»
4. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»
5. Т. В. Загоруйко, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: «Бетон повышенной термостойкости для огнестойких железобетонных изделий». Воронеж 2015 г.
6. А. Ф. Милованов, «Железобетонные температуростойкие конструкции». Издательство НИИЖБ, 2005 г.

Моделирование бетонной призмы с центрально расположенным стержнем на выдергивание при воздействии температуры в программе ANSYS2021

Угрюмов Егор Викторович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (г. Санкт-Петербург)

В статье производится описание моделирования бетонной призмы с центрально расположенным стержнем на выдергивание при воздействии нагрева на образец в программном комплексе ANSYS2021.

Ключевые слова: арматура, бетон, температура, анкеровка, ANSYS

В настоящее время, здания и сооружения, выполненные из монолитного и сборного железобетона, занимают высокую долю на строительном рынке. Также объем существующих же-

лезобетонных конструкций в РФ очень значительный. Исследование совместного действия арматуры и бетона ведется по сегодняшний день.

Различные типы производственных отраслей делают большой запрос на модернизацию, увеличение мощностей производства и реконструкцию существующих технологических процессов. В связи с этим встает необходимость для возведения зданий и сооружений из монолитного и сборного железобетона, а также определение технического состояния существующих конструкций. Значительное количество крупных отраслей промышленности в рамках осуществления сложных технологических процессов прибегает к использованию высоких температур. Значительные повышения температурных режимов в зданиях и сооружениях влияют на состояние железобетонных конструкций. Одним из наиболее важных факторов является сцепление арматуры с бетоном. При высоких температурных воздействиях показатели сцепления ухудшаются.

Сопrotивление бетона продольным смещениям арматуры обычно называют сцеплением. Оно обусловлено совместной работой арматуры и бетона в железобетонной конструкции. Свойства сцепления арматуры с бетоном значительно влияют на механические характеристики железобетонных конструкций. При нарушении взаимодействия арматуры и бетона конструкция представляет собой отдельные элементы.

Первыми, кто исследовал оценку прочности анкеровки арматуры, были немецкие исследователи Загилер Р. И ВchG [1].

Изначально опыты были направлены на проверку прочности анкеровки арматуры в бетонном образце для концевых усилий отгибов, крюков и петель. Что повлекло за собой исследо-

вание анкеровки за счет сцепления современных профилей с бетонами высокой прочности. В этой постановке сцепление рассматривалось как силовая характеристика, которая зависела от многих факторов. Так или иначе, в середине двадцатого века Столяров Я. В. предположил, что сцепление напрямую зависит от клеящей способности цементного геля и трения, возникающего между материалами от радиальных напряжений усадки бетона.

Столяров Я. В. отметил в своих исследованиях две группы факторов [2]. В первую группу он включил ряд факторов, которые существенно влияют на скольжение арматуры в бетоне. К ним относятся зацепление выпусков за бетон, трение от усадки и склеивание арматуры с бетоном.

НДС в зонах перераспределения напряжений весьма неоднородно. Оно зависит от огромного количества факторов в совокупности. Также Abrams D. A. в своих работах установил, что НДС на участках действия касательных напряжений сцепления значительно изменяется под действием нагрузки. Так как на сцепление влияет огромное количество факторов, и оценка вызывает трудности, возникла необходимость в применении феноменологического подхода математического анализа опытных данных на основе упрощающих предпосылок.

На основе исследований Абрамса, Столяров Я. В. в 1913 г. построил кривую зависимости напряжений сцепления $\tau_{сц}$ от «деформаций скольжения» для стержня с переменным профилем [2]. Однако, впервые о зависимости между напряжениями сцепления и взаимными смещениями арматуры относительно бетона заговорил Фрайфельд С. Е. в 1941 г [3].

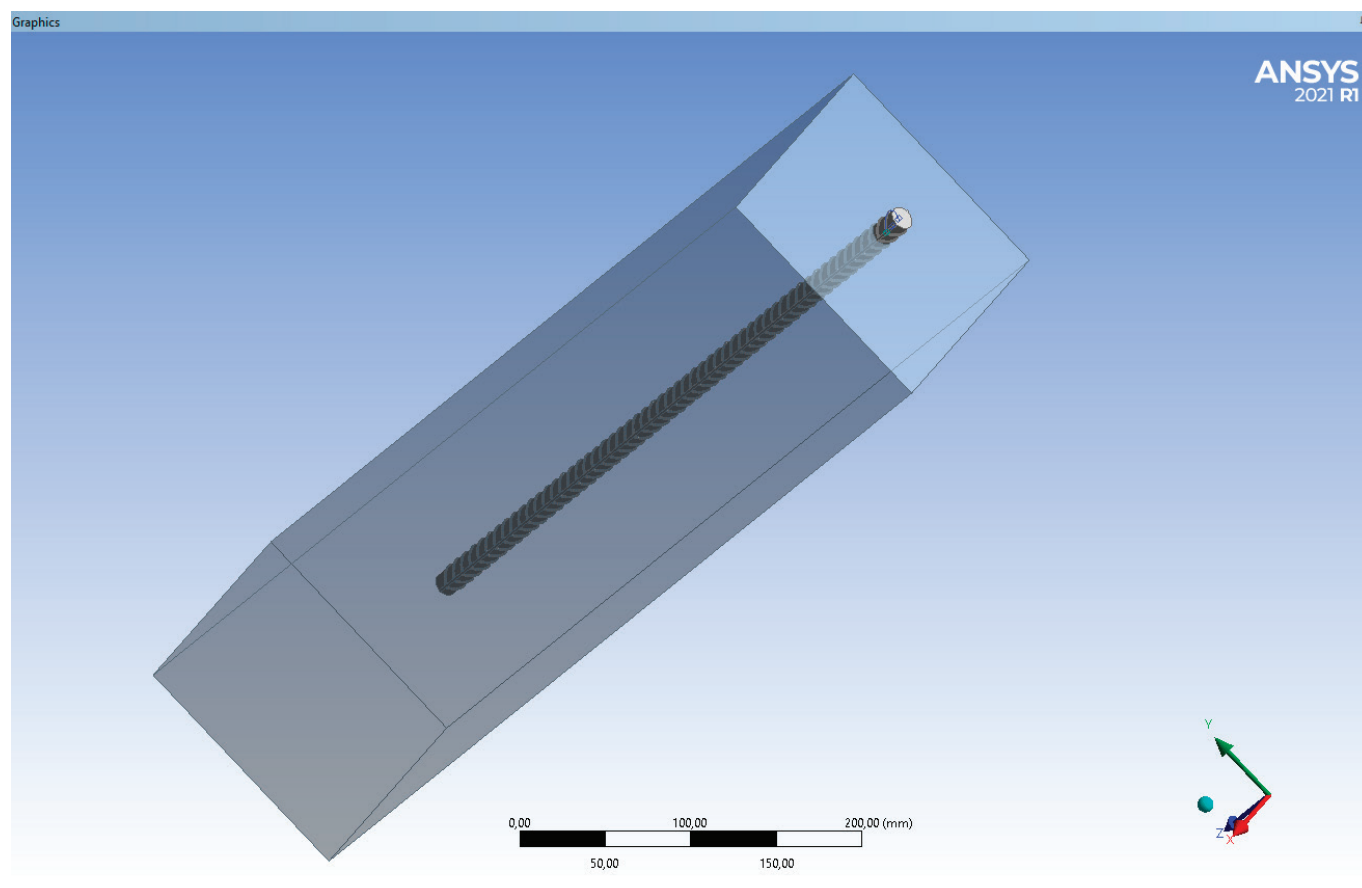


Рис. 1. Геометрическая модель

Properties of Outline Row 3: Арматура А400С				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	7850	kg m ⁻³	
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion			
5	Coefficient of Thermal Expansion	Tabular		
6	Scale	1		
7	Offset	0	C ⁻¹	
8	Zero-Thermal-Strain Reference Temperature	22	C	
9	Melting Temperature	1450	C	
10	Isotropic Elasticity			
11	Derive from	Young's Modulus and Poisson...		
12	Young's Modulus	2E+05	MPa	
13	Poisson's Ratio	0,3		
14	Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa	
15	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa	
16	Multilinear Isotropic Hardening	Tabular		
17	Scale	1		
18	Offset	0	MPa	

Рис. 2. Физико-механические свойства стальной арматуры класса А400

Properties of Outline Row 4: Бетон В25				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	2450	kg m ⁻³	
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion			
5	Coefficient of Thermal Expansion	Tabular		
6	Scale	1		
7	Offset	0	C ⁻¹	
8	Zero-Thermal-Strain Reference Temperature	22	C	
9	Isotropic Elasticity			
10	Derive from	Young's Modulus and Poisson...		
11	Young's Modulus	20499	MPa	
12	Poisson's Ratio	0,2		
13	Bulk Modulus	1,1388E+10	Pa	
14	Shear Modulus	8,5411E+09	Pa	
15	Menetrey-Willam			
16	Menetrey-Willam Base			
17	Uniaxial Compressive Strength	18,5	MPa	
18	Uniaxial Tensile Strength	1,55	MPa	
19	Biaxial Compressive Strength	22,2	MPa	
20	Dilatancy Angle	20	degree	
21	Softening			
22	Active Table	Exponential		
23	Plastic Strain at Uniaxial Compressive Strength	0,0014337		
24	Plastic Strain at Transition from Power Law to Exponential Softening	0,0027913		
25	Relative Stress at Start of Nonlinear Hardening	0,65		
26	Residual Relative Stress at Transition from Power Law to Exponential Softening	0,85		
27	Residual Compressive Relative Stress	0,155		
28	Mode 1 Area Specific Fracture Energy	155,55	N m ⁻¹	
29	Residual Tensile Relative Stress	0,1		

Рис. 3. Физико-механические свойства материала для бетона класса В25

В результате испытаний Холмянский М.М. определил величину взаимных смещений арматуры относительно бетона Δ [4]. Исследования заключались в наблюдении за смещением арматуры относительно бетона при передаче предварительных напряжений и выдергивании арматуры из призм, опертых торцом. В целях упрощения расчетного аппарата без снижения общей точности при анализе сцепления в рассматриваемых допустимых границах смещений в стыке или ширины раскрытия

трещины стал использоваться упруго-пластический закон сцепления (диаграмма Прандтля), аппроксимирующий нормальный закон сцепления. Этот закон экспериментально установлен М. М. Холмянским:

$$\tau_x = F(g_x) = B \frac{\ln(1 + \alpha g)}{1 + \alpha g}$$

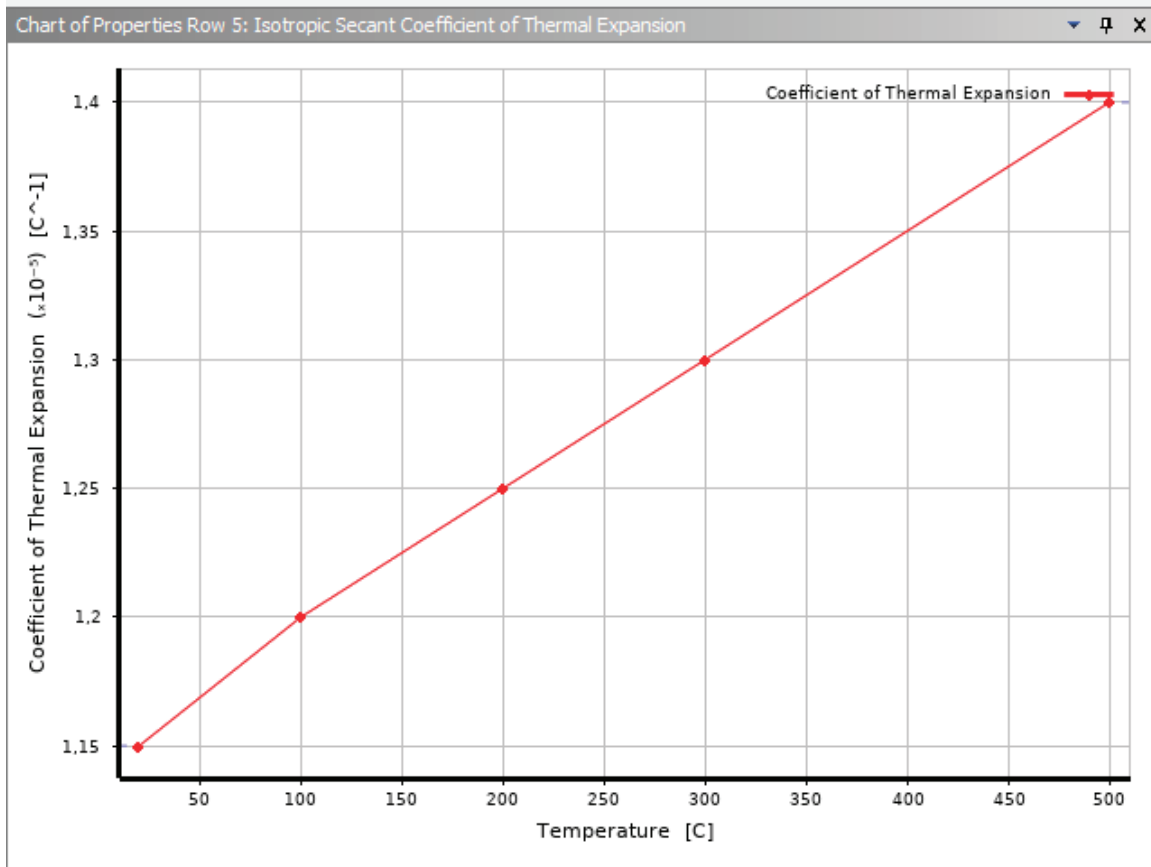


Рис. 4. Изменение коэффициента температурного расширения α в зависимости от температуры для стальной арматуры

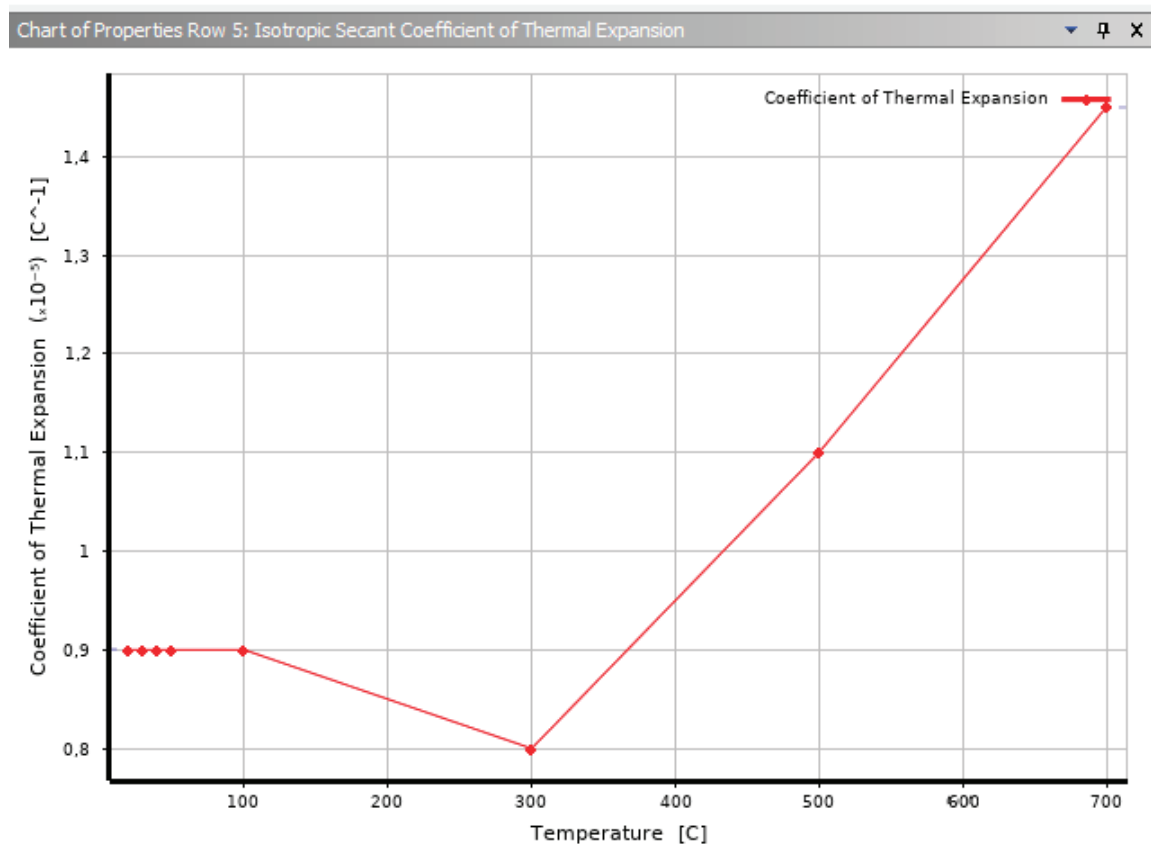


Рис. 5. Изменение коэффициента температурного расширения α в зависимости от температуры для бетона

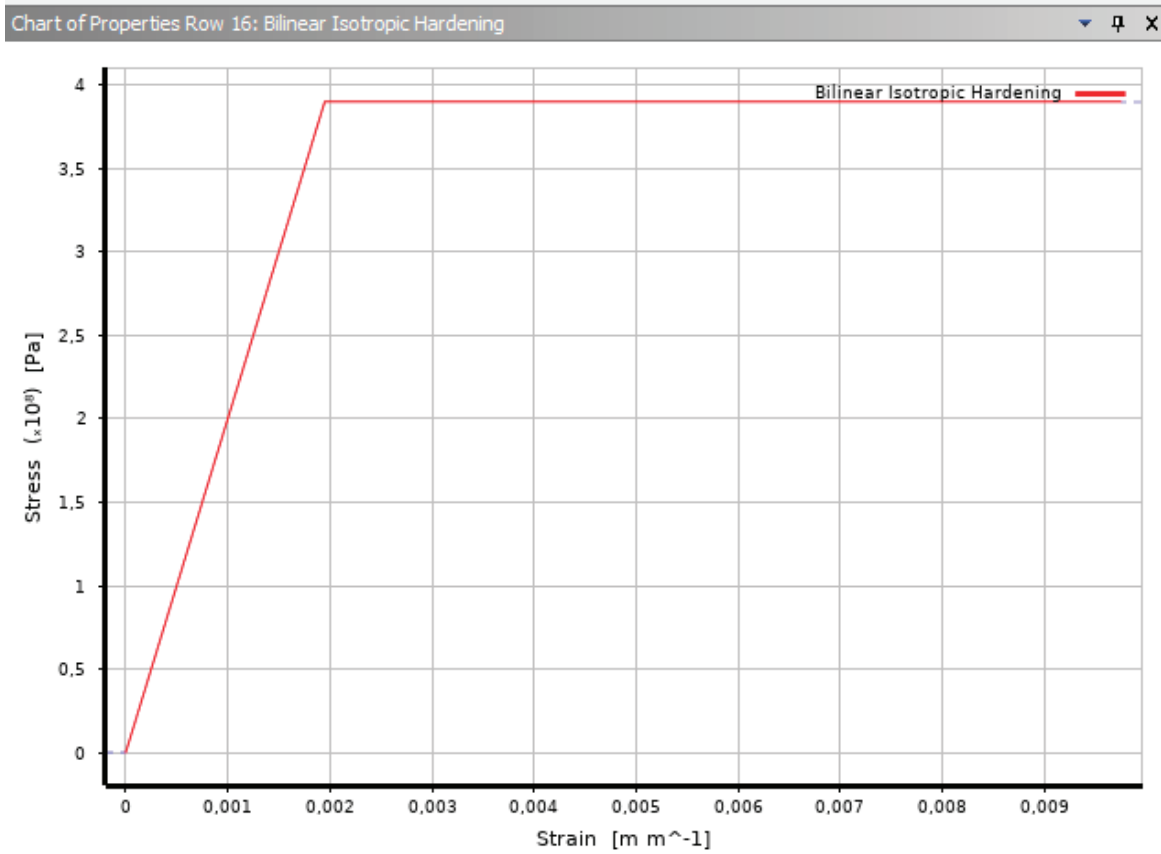


Рис. 6. Двух-линейная диаграмма деформирования стальной арматуры класса А400

Force Convergence

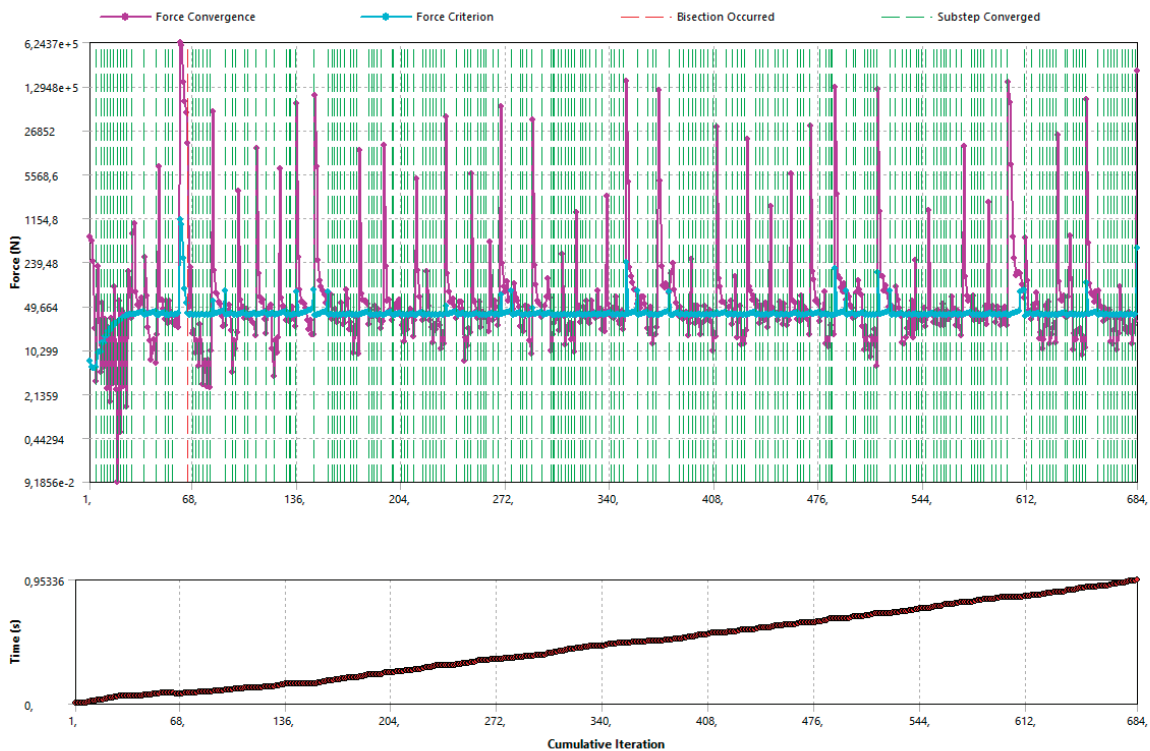


Рис. 7. Процесс нелинейного расчета

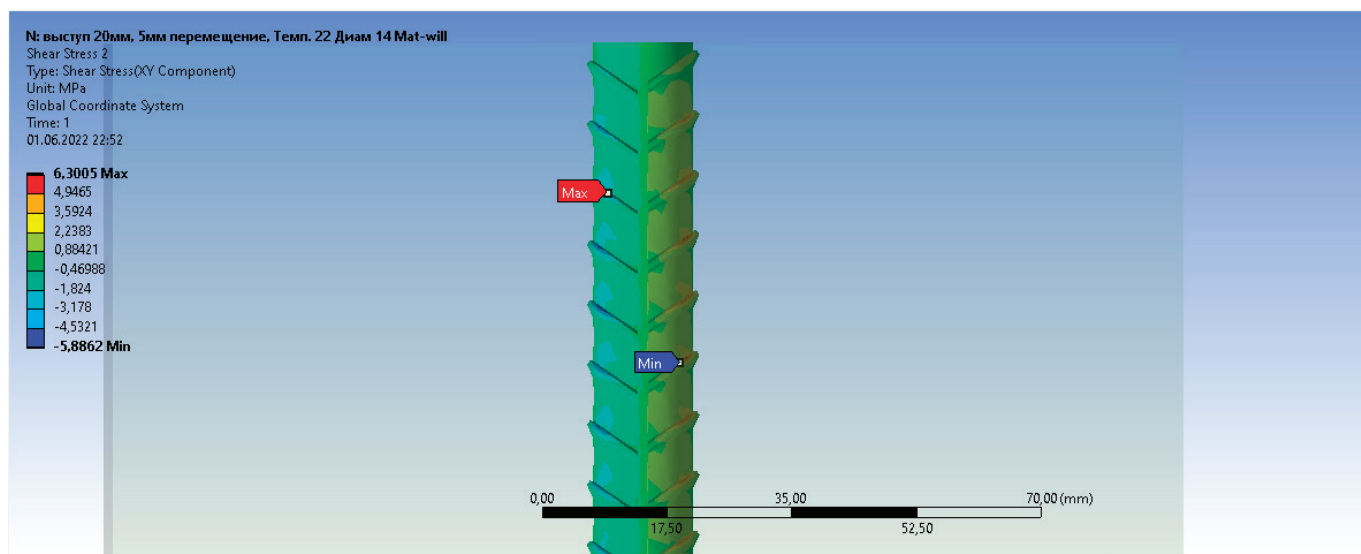


Рис. 8. Распределение касательных напряжений Shear Stress (XY Component) в зоне контакта

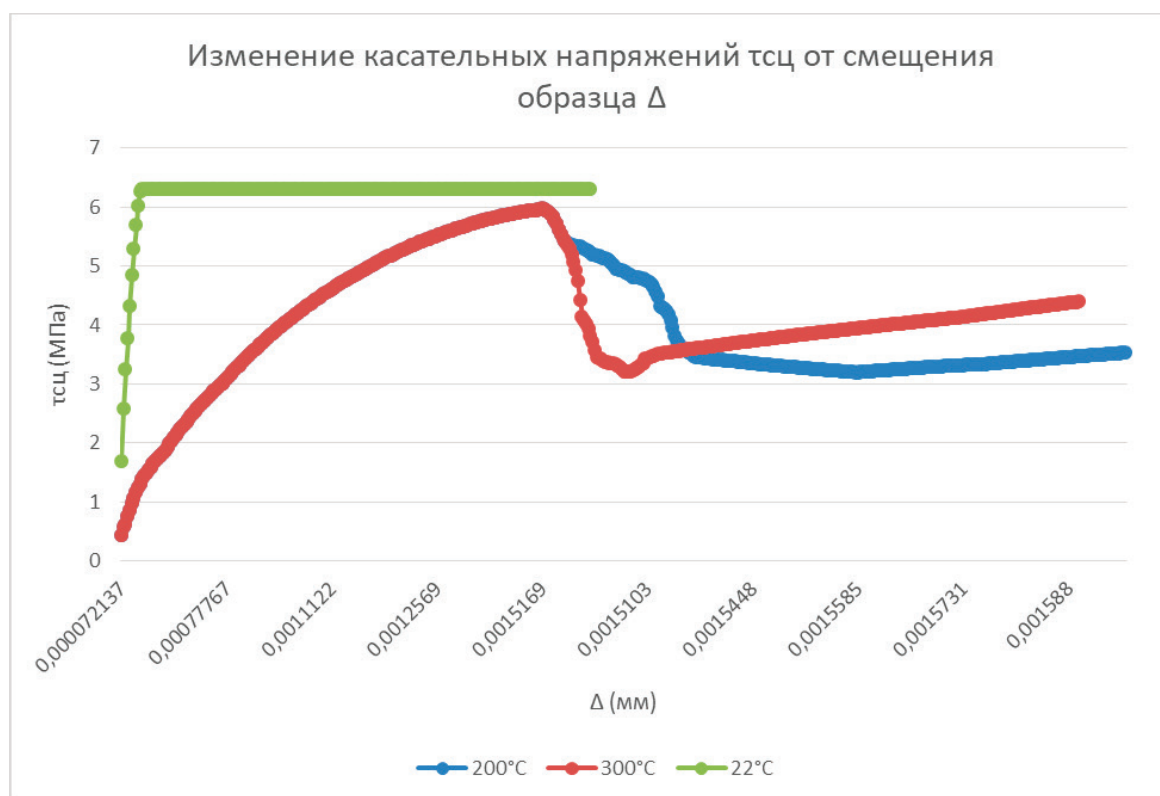


Рис. 9. График изменения касательных напряжений от смещения образца

Численный эксперимент был реализован в программном комплексе ANSYS2021.

Построение геометрии

Для построения 3D модели был использован модуль параметрического моделирования Design Modeler (рисунок 1). Чтобы эксперимент был близок к реальности, арматурный профиль и бетонная призма моделировались объемными телами. Арма-

турный стержень был реализован по ГОСТ 34028–2016 [5]. Бетонная призма имеет геометрические параметры 150x150x600. Арматурный стержень был заведен в тело бетона на номинальную длину анкеровки, согласно требованиям СП 63.13330.2018 [6]

Задание физико-механических свойств материалам

Для назначения физико-механических свойств материалов применен модуль Engineering-Data.

Прочностные параметры материалов для арматуры Ø12 А400 и бетона класса В25 представлены на рисунке 2, 3.

Для того чтобы учесть влияние температуры на образец, был добавлен график изменения коэффициента температурного расширения α до 500°C для стальной арматуры (рисунок 4) и бетона (рисунок 5).

При помощи BISO (Bilinear Isotropic Hardening) были заданы нелинейные свойства стальной арматуры согласно СП 63.13330.2018 [6] для двухлинейной диаграммы деформирования на растяжение (рисунок 6)

Чтобы охарактеризовать нелинейные свойства бетона была использована поверхность пластичности Menetrey-Willam [7]. Данная модель лучше всего подходит для моделирования поведения связанных инертных материалов, таких как бетон.

Описание численного эксперимента

Целью данного эксперимента является определение касательных напряжений по длине контакта арматуры и бетона

Для этого были назначены граничные условия задачи:

- 1) Торцы призмы были защемлены, то есть были ограничены все степени свободы.
- 2) По условиям эксперимента арматурный стержень выдерживался из бетонного образца на 5 мм.

Литература:

1. Залигер, Р. Железобетон, его расчет и проектирование. М.— Л.: Госиздат. 1928.— с. 671.
2. Столяров, Я. В. Введение в теорию железобетона. М.— Л.: Стройиздат, 1941.— 447 с.
3. Фрайфельд, С. Е. Практический метод расчета железобетонных конструкций с учетом реологических свойств материалов / О. В. Пальчинский / Строительные конструкции: Сб. тр. ЮжНИИ. вып. 3.— Харьков, 1959.— с. 17–22.
4. Сцепление стержневой арматуры периодического профиля с бетоном / М. М. Холмянский, Б. С. Гольдфайн, В. М. Кольнер и др. // Сцепление арматуры с бетоном.— М., 1971 — С. 31–37.
5. ГОСТ 34028–2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций».
6. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».
7. Menetrey, P. «Numerical Analysis of Punching Failure in Reinforced Concrete Structures». Diss. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, 1994. Infoscience. Web.A.Ф.
8. Милованов, «Железобетонные температуростойкие конструкции». Издательство НИИЖБ, 2005 г.
9. Николюкин, А. Н. Моделирование совместной работы арматуры с бетоном на примере композитной арматуры / А. Н. Николюкин.— Текст: электронный // Dissercat — электронная библиотека диссертаций: [сайт].— URL: <https://www.dissercat.com/content/modelirovanie-sovmestnoi-raboty-armatury-s-betonom-na-primere-kompozitnoi-armatury> (дата обращения: 04.06.2022).
10. Николюкин, А. Н. Аналитическое исследование величины сцепления цементного геля между арматурой и бетоном / А. Н. Николюкин и др.— Текст: электронный // Cyberleninka: [сайт].— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskoe-issledovanie-velichiny-stsepleniya-tsementnogo-gelya-mezhdu-armaturoy-i-betonom> (дата обращения: 04.06.2022).

3) Были выбраны температурные режимы: 22°C, нагрев образца до 200°C и нагрев образца до 300°C.

Результаты и выводы

В результате проведенного эксперимента были определены показатели касательных напряжений по длине контакта арматура-бетон.

Изменение касательных напряжений в зависимости от температуры приведены на графике.

Вывод

С помощью программного комплекса Ansys было проведено сравнение касательных напряжений в образцах при одинаковой приложенной нагрузке. На базе результатов можно сказать, что влияние температуры существенно влияет на сцепление арматурного стержня с бетоном.

Так при смещении образца равно $\Delta=1,5e-3$ мм значение сцепления $\tau_{сц}$ в этой точке при:

- 1) 22°C равно 6,3 МПа.
- 2) 200°C равно 5,2 МПа.
- 3) 300°C равно 3,8 МПа

Снижение аварийности на автомобильном транспорте в пути следования

Хрестина Екатерина Валерьевна, студент
Тамбовский государственный технический университет

В данной статье рассматривается причина дорожно-транспортных происшествий, связанная с плохим состоянием здоровья водителей в пути следования. Автор провел анализ влияния ухудшения самочувствия человека на его восприятие и реакцию во

время управления транспортным средством. В ходе изложения статьи было предложено мероприятие по контролю здоровья водителя в течение рабочей смены с использованием онлайн-мониторинга.

Ключевые слова: водитель, состояние здоровья, дорожно-транспортное происшествие, автомобильный транспорт.

Все процессы работы автомобильного транспорта в настоящее время модернизируются для повышения качества работы и снижения ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Все ученые мира стремятся усовершенствовать действующие системы по надзору и контролю работы автотранспорта. Требуется разрабатывать новые технологии и использовать уже изученные для снижения численности ДТП и соответственно пострадавших в них граждан.

Автомобильный транспорт является экономически важным для страны, так как является связующим элементом всех отраслей производства. По показателям Росстата 2020 года на автомобильный транспорт приходится 67,9% всех грузоперевозок и 61,6% всех пассажирских перевозок [1]. Данный процент показывает значимость и востребованность данного вида транспорта. Но так же существует негативное воздействие на общество и экономику страны. Речь идет о капитальных за-

тратах на устранение последствий аварий, случающихся на автотранспорте. Также высокая смертность и травматизм у населения пострадавших в ДТП приводит к ухудшению экономического роста страны. Стоит отметить, что большая часть погибших и раненых приходится на трудоспособное население.

С 2012 года в Российской Федерации продолжается тенденция снижения основных показателей дорожно-транспортной аварийности. В 2020 году на территории страны также отмечено снижение всех трех основных показателей аварийности. Всего на улицах и дорогах страны зарегистрировано 145073 (-11,7%) дорожно-транспортных происшествия, в которых погибли и (или) были ранены люди. В данных ДТП погибли 16152 (-4,9%) человека и получили ранения 183040 (-13,2%) [2, стр. 4]. Более наглядная динамика показана на рисунке 1.



Рис. 1. Динамика основных показателей аварийности с 2012 по 2020 год [2, стр. 4]

Основной причиной значительной минимизации ДТП в 2020 году считают распространение новой коронавирусной инфекции COVID-19. Можно предположить, что при переводе граждан на дистанционную работу и учебу способствовало снижению автолюбителей на дорогах. Значит, данные показатели нельзя считать правдоподобными и при переводе на процентное соотношение загруженности автодорог к аварийности можно получить достаточно негативный показатель.

Необходимо более детально изучить человеческий фактор, как основную причину дорожно-транспортных происшествий. В системе ВАДС на водителя отводят 60% причин ДТП [3, с. 151], а это достаточно высокий показатель. Для того чтобы найти способы уменьшения данных показателей необходимо выявить основную причину их возникновения.

В процессе исследования были выявлены основные причины ДТП по вине водителей, а именно: нарушение правил

дорожного движения, потеря бдительности, состояние здоровья, недостаток опыта. Большая часть причин зависит от личностных качеств водителя, примером которых могут быть: избыточная или недостаточная самоуверенность, незнание правил и законов, употребление алкогольных и наркотических веществ, рассеянность и т.д. То состояние здоровья водителя можно отнести к непредвиденным обстоятельствам. Сейчас при осуществлении перевозок обязательно, перед выходом на линию, водитель проходит медицинский осмотр. На данном мероприятии измеряют давление, сердцебиение, содержание алкоголя в организме и внешний осмотр. При обследовании обязательно участвует квалифицированный медицинский сотрудник, который фиксирует допуск водителя до управления транспортным средством в путевом листе. Но в дальнейшем водитель на протяжении всей рабочей смены не фиксирует состояние здоровья.

С 2019 года в России был увеличен пенсионный возраст на 5 лет, который составил для женщин с 55 до 60 лет, а для мужчин с 60 до 65 лет. Что привело к увеличению работников автомобильного транспорта возрастного критерия. Если обратить вни-

мание на статистику ДТП в зависимости от возраста водителей можно обратить внимание, что с увеличением возраста повышается аварийность. Сравнение с предыдущим годом в процентном соотношении можно наблюдать в таблице 1 [2, стр.27].

Таблица 1. Распределение ДТП от возраста водителей.

Возраст водителя	ДТП, кол-во	±%	Погибло, чел.	±%	Ранено, чел.	±%	Тяжесть последствий
До 15 лет	926	+30,1	42	+7,7	1158	+27,1	3,5
16–17 лет	1083	+14,2	102	+18,6	1463	+9,5	6,50
18–19 лет	3983	+0,5	397	+9,7	5680	+0,7	6,50
20–24 года	13772	-12,7	1487	-2	19203	-13,8	7,2
25–29 лет	15727	-15,4	1704	-11,4	20970	-17	7,5
30–34 года	18651	-14,8	1978	-8,2	24798	-16,3	7,4
35–39 лет	16696	-8,5	1829	+0,8	22062	-10,2	7,7
40–44 года	13067	-10,6	1437	-4	17128	-12,6	7,7
45–49 лет	10689	-11,2	1056	-13,2	14047	-12,4	7
50–54 года	8483	-14,1	892	-15,2	11053	-15,3	7,5
55–59 лет	8042	-16,1	882	-16,4	10479	-17,2	7,8
60–64 года	6202	-12	720	-8,4	8125	-12,7	8,1
65–69 лет	3729	-9,9	420	+1,2	4714	-14,3	8,2
70–74 года	2082	+1,4	232	+31,8	2674	-2,6	8
75–79 лет	646	-25,8	64	-22	843	-24,4	7,1
80 лет и старше	650	-4	87	-5,4	806	-4,3	9,7

Полученные данные нельзя учитывать достоверно, так как исследуемый период был рассмотрен во время карантина, и граждане в возрасте 60+ находились в зоне риска, были отстранены от работы, многие водители других возрастов также пребывали на дистанционной форме учебы и работы. Но все же можно сделать вывод, что тяжесть последствий с возрастом увеличивается.

С возрастом, в большей степени у мужчин, повышается риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы провоцирующих риск возникновения сердечных приступов, инфарктов, инсультов, тромбов. Данные заболевания можно продиагностировать, но точность очень низкая и с условиями откровенных патологий. Все люди в возрасте 40+ склонны к обострениям ухудшения состояния здоровья. Но трудовой возраст обязывает работать до 60–65 лет. Сердечно-сосудистые заболевания могут быть непредсказуемыми, это связано с посторонними факторами, исходящими из внешних воздействий, таких как стресс, утомление, изменение погодных условий, тяжелые рабочие условия, последствие других заболеваний и т.д. Все данные факторы воздействия на человека присуще профессии шафера. Точно определить, что может вызвать резкое изменение давления или сердцебиения невозможно. При отправлении из парка водитель был здоров и хорошо себя чувствовал, но спустя некоторое время может его состояние испортиться, многие водители не обращают внимание на данное происшествие или пытаются перебороть свой «временный» недуг продолжают работать, что очень

часто приводит к летальному исходу. Самое страшное в данном происшествии, что это происходит за рулем автотранспортного средства, например: автобуса с пассажирами или многотонного грузовика. Данное ДТП соответственно способно нанести колоссальный урон с большим количеством жертв.

Что бы избежать такого поворота событий, предлагается внедрить Онлайн-мониторинг состояния здоровья водителя в пути следования при обеспечении перевозок. Для осуществления контроля водителя на линии можно использовать браслеты с возможностью измерения пульса, давления и уровнем кислорода в крови. Сбор данной информации должен происходить в реальном времени, для точных данных. У данного прибора должна быть система оповещения и предупреждения, как самого водителя, так и диспетчера, который проводит мониторинг всех автомобилей на линии. При получении данных, об ухудшении здоровья водитель должен прибегнуть к обязательной остановке, и диспетчер должен убедиться в безопасности водителя, при необходимости вызвать скорую помощь и подменный автомобиль или водителя по данным GPS навигации. Стоит отметить, что данное мероприятие направлено на повышение безопасности дорожного движения при перевозочном процессе. Благодаря данной разработке можно спасти множество жизней, снизить риск возникновения аварийной ситуации, повысить сохранность грузов и пассажиров, соответственно снизить возможные задержки в пути следования.

Литература:

1. Федеральная служба государственной статистики// [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>, свободный.— Загл. с экрана;

2. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2020 год. Информационно-аналитический обзор.— М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021.
3. Горев А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко.— 2-е изд., испр.— М.: Издательский центр «Академия», 2008.— 256 с.;

Повышение качества автомобильного транспорта, выпускаемого в рейс

Хрестина Екатерина Валерьевна, студент
Тамбовский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются причины аварийности и анализ зависимости технического состояния автотранспорта на количество ДТП. Предлагается мероприятие по повышению качества предрейсового осмотра. Подводится итог по предложенному мероприятию.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, предрейсовый осмотр, водитель, транспортное средство, подвижной состав, техническая неисправность.

Автомобильный транспорт один из самых значимых видов транспорта во всем мире. Он является востребованным в каждой стране и конечно в России, так как является самостоятельным видом деятельности, так и связующим между другими видами транспорта. По статистике Росстата за 2020 год в процентном соотношении занимает первое место по грузообороту 67,9% и пассажирообороту 61,6% [1].

Помимо его важности и значимости для функционирования государственной экономики, так же играют роль негативные факторы, связанные с работой автомобильного транспорта. С развитием автопарка страны и улично-дорожной сетью особенно снизилась безопасность дорожного движения. Безопасность дорожного движения — состояние данного процесса, отражающее степень защищённости его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий [2]. К негативным факторам работы автомобильного транспорта можно отнести следующее: смертность и ранение граждан в результате ДТП; материальный ущерб; загрязнение окружающей среды и т.д. Рассматриваемые негативные последствия связаны с разными причинами их возникновения, а именно: человеческий фактор и транспортные средства. Понятно, что от человеческого фактора больше всего происходит ДТП и иных побочных

действий. Но стоит также обратить внимание на подвижной состав, а именно на его состояние.

Особое внимание стоит уделить автотранспортным предприятиям, которые осуществляют деятельность по перевозке грузов и пассажиров. Массовость работ и наличие крупного автотранспорта повышает ущерб от их деятельности. Очень часто владельцы предприятий не уделяют должного внимания за состоянием подвижного состава и готовы выпускать на линию с нарушениями и наличием технической неисправности. Связано это в первую очередь с материальным доходом, который они теряют при простое автотранспорта на ремонте и дороговизной запасных частей. Во-вторых сами сотрудники относятся халатно к своей работе связать это можно с недостаточным стимулом, недостаточным контролем и к ограниченным срокам ремонтных работ, что является последствием работы директора.

Вследствие неисправности транспортных средств возникает большое количество дорожно-транспортных происшествий, которые зачастую приписывают к человеческому фактору. Можно наблюдать статистику аварийности при эксплуатации ТС с техническими неисправностями за 2020 год с процентным сравнением с 2019 годом приведенной в таблице 1 [3, стр.39 и 43].

Таблица 1. Аварийность за 2020 год при эксплуатации ТС с техническими неисправностями

Вид транспорта	ДТП, кол-во	±%	Погибло, чел.	±%	Ранено, чел.	±%	Тяжесть последствий
Грузовой	76	+11,8	20	+81,8	99	+17,9	16,8
Автобусы	489	-22,6%	52	-16,1%	856	-38,2%	9,8

По данным таблицы можно сделать вывод, что техническая неисправность транспортного средства также наносит высокий ущерб государству и даже снижение аварийности на автобусных перевозках нельзя рассматривать как реальное улучшение состояния, так как в 2020 году было распространение новой вирусной инфекции COVID-19. В связи с карантином, многие граждане перешли на дистанционную работу и учебу,

в итоге многие маршруты были закрыты и уменьшено количество выпускаемого транспорта на линии.

В результате ДТП с участием неисправного транспортного средства, погибают и получают ранения граждане. Это можно рассматривать как экономический и социальный урон государству. Так же наносится материальный ущерб — порча транспортной инфраструктуры, дорожного полотна, выводится из

стройка автотранспорт и т.д. Экологический ущерб можно рассматривать в виде загрязнения окружающей среды из-за выброса горюче-смазочных и технических жидкостей из автотранспорта, необходимости производства запасных частей для восстановления транспорта или полная замена подвижной единицы.

Сами владельцы автотранспортных средств несут огромный материальный ущерб, так как при ДТП очень много возникает статей расходов:

1. Выбывание из строя трудовой единицы. При небольшом автопарке это будет особенно ощутимо, так как объемы выполняемых работ сократятся в разы.
2. Выплаты по страховым расходам. Очень часто все расходы не вмещаются в страховую премию и требуют дополнительных расходов.
3. Непредвиденные выплаты. За порчу или потерю груза в результате ДТП, хоть груз и может быть застрахован, но неустойку придется платить из личного кармана.
4. Возможное лишение лицензии. Это больше относится к автобусным перевозкам.
5. Судебные разбирательства и иные штрафы. Данные расходы будут наложены на виновника совершения ДТП, а именно на организацию к которой относится транспортное средство. В следствии совершенного ДТП предприятие ждет массовое количество проверок и соответственно будут выписаны штрафы за множество нарушений.

Литература:

1. Федеральная служба государственной статистики// [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>, свободный.— Загл. с экрана;
2. Федеральный закон от 10.12.1995 N196-ФЗ (ред. от 01.12.2007) «О безопасности дорожного движения» (принят ГД ФС РФ от 15.11.1995);
3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2020 год. Информационно-аналитический обзор.— М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021.

Совершенствование навигационных систем для автомобильного транспорта

Хрестина Екатерина Валерьевна, студент
Тамбовский государственный технический университет

В статье рассматриваются системы навигации автомобильного транспорта, выявляются недостатки и предлагаются мероприятия по её совершенствованию.

Ключевые слова: технологии, система навигации, спутниковая навигация, грузовой транспорт, автотранспорт, безопасность, качество.

С развитием технологий передачи данных с использованием спутниковой связи дало положительный эффект на развитие автомобильного транспорта. Данные технологии позволили улучшить качество обслуживания граждан, наладить связь в пути следования водителя и диспетчера, производить контроль за перемещением транспорта, выявлять аварии на дорогах и перенаправлять транспортные потоки, ускорять процесс доставки путем прокладки оптимального маршрута

Очень часто причинами технической неисправности автотранспорт, является некачественный предрейсовый осмотр или его отсутствие. Например, сами водители спешат и выезжают без осмотра, отсутствие на рабочем месте механика по выпуску, неполный технический осмотр и т.д. Для повышения качества предрейсового осмотра предлагается внедрить видеоконтроль и сохранение записи о его прохождении. Где будет четко фиксироваться: все проделанные контроли по отношению к каждому транспортному средству и виден ответственный за прохождением предрейсового осмотра. Место проведения технического осмотра должно соответствовать всем нормам и правилам, и установка видеоконтроля никак не повлияет на ухудшение, с технической точки зрения, процесса проведения проверки.

Данное мероприятие поможет повысить качество предрейсового осмотра и выпуска на линию более подготовленного транспортного средства, путем возможного удаленного контроля со стороны руководителя. Наличие видеотчета поможет избежать незаслуженного наказания каждого из участников, как механика по выпуску, так и самого водителя, путем изучения сохранившегося видеофайла с информацией даты и времени и полноты прохождения осмотра. Возможность наказания или увольнения лиц, отклонившихся от прохождения предрейсового осмотра, что поможет фильтровать недобросовестных сотрудников.

и т.д. Стоит отметить, что все больше применяются различные спутниковые системы в организации работы автомобильного транспорта. В настоящее время современные автомобили оснащаются системами слежения о состоянии и местоположении автомобиля, что позволяет более быстро и качественно определить степень повреждений, узнать у водителя о необходимой помощи даже вне дорог, скоординировать работу спасательных и экстренных служб.

Навигационная система — совокупность приборов, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование объекта в пространстве (осуществить навигацию).

Она обеспечивает работу путем: карт разных проекций, использование датчиков и приемников и спутниковой связи. Существует спутниковая и инерциальная навигационные системы. Спутниковая связь направлена на получение точных данных в пространстве и времени о конкретном объекте, с помощью электронно-технических средств космического и наземного оборудования, применяется в различных сферах деятельности. Принцип работы данной системы построен на измерении расстояния между спутником и объектом в действующее время с высокой точностью и передачей точных данных обратно на землю. Действующие и создаваемые системы спутниковой связи:

- GPS — принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению некоторых государств, является её главным недостатком. Устройства, поддерживающие навигацию по GPS, являются самыми распространёнными в мире. Также известна под более ранним названием NAVSTAR.

- ГЛОНАСС — принадлежит министерству обороны РФ. Разработка системы официально началась в 1976 г., полное развёртывание системы завершилось в 1995 г. После 1996 года спутниковая группировка сокращалась и к 2002 году пришла в упадок. Была восстановлена к концу 2011 г. В настоящее время на орбите находится 27 спутников, из которых 22 используется по назначению. К 2025 году предполагается глубокая модернизация системы.

- «Бэйдоу» — китайская глобальная спутниковая система навигации, основанная на геостационарных, геосинхронных спутниках и спутниках со средними орбитами. Реализация программы началась в 1994 году. Первый спутник вышел на орбиту в 2000 году. По состоянию на 2015 год система имела 14 работающих спутников: 5 на геостационарных орбитах, 5 — на геосинхронных и 4 — на средних околоземных. 23 июня 2020 года был запущен 55 спутник системы «Бэйдоу», тем самым было завершено создание глобальной спутниковой системы навигации. 31 июля 2020 года председатель КНР Си Цзиньпин заявил о начале эксплуатации системы «Бэйдоу».

- DORIS — французская навигационная система. Принцип работы системы связан с применением эффекта Доплера. В отличие от других спутниковых навигационных систем основана на системе стационарных наземных передатчиков, приёмники расположены на спутниках. После определения точного положения спутника система может установить точные координаты и высоту маяка на поверхности Земли. Первоначально предназначалась для наблюдения за океанами и дрейфом материков.

- Galileo — европейская система, находящаяся на этапе создания спутниковой группировки. По состоянию на ноябрь 2016 года на орбите находится 16 спутников, 9 действующих и 7 тестируемых. Планируется полностью развернуть спутниковую группировку к 2020 году [1].

Особо получившее распространение и вошедшее в обиход каждого водителя системы навигации в портативных устройствах в виде карт для определения локации и построения оп-

тимальных маршрутов. Рассмотрим самые распространенные карты с навигацией для водителей в России: Яндекс навигатор, Google карты, Сервис Прогород, Google Maps, Автоспутник, OsmAnd, 2ГИС.

Данные сервисы облегчают каждый день поездки миллионов водителей, но каждая из них имеет ряд недостатков (зависание, медленная передача данных, недостаточная точность расположенных объектов, несвоевременное обновление приложений и т.д.). При более детальном изучении самых распространенных карт, можно обратить внимание, что отсутствует система навигации для грузового автотранспорта. Есть навигация для движения:

- на легковом автомобиле с указанием улиц и домов, стоянок, заправок, скорости движения, камер фото и видео фиксации, о наличии заторов и средней скорости движения потока, время маршрута, пометки других пользователей, отображение платных участков, ремонтные работы, ограниченное или запрещенное движение и т.д.

- на общественном транспорте с указанием навигации общественного транспорта, поиском подходящего маршрута, наличие остановок и их наименование, расстояние пешеходного пути и время полного маршрута, возможность рассчитать стоимость поездки на такси

- для пешеходов указываются короткие маршрута и длительность прогулки.

Недостаток был найден в данных системах — невозможность прокладывания маршрутов для грузового транспорта. В некоторых навигаторах есть такая возможность, но и там слишком много «минусов»: платный контент, неточности в разметках карт, маленький перечень городов (Москва и Санкт-Петербург). Например, Яндекс карты просят помочь в организации данных сервисов, самих автовладельцев, указывая размещение запрещающих знаков, мест, имеющих ограничения по высоте, ширине и грузоподъемности, мест парковок и кемпингов для грузового транспорта и т.д. Но сложность в том, что очень много городов не изучено и водителям просто некогда заниматься данными работами.

В настоящее время наблюдается необходимость в организации бесплатных сервисов для навигации грузовых автомобилей. Особенно в самых распространенных навигационных приложениях. В ходе изучения данного вопроса можно предложить мероприятие по взаимодействию органов занимающихся организацией дорожного движения и контроля каждого региона с разработчиками карт навигации, для своевременной передачи информации о действующих и планируемых разрешениях, запретах и ограничениях для грузового транспорта.

Данное мероприятие позволит:

- повысить безопасность на автомобильных дорогах с участием грузового транспорта. Путем повышения осведомленности водителя о возможных остановках, проездах и сервисов, снижения риска ДТП по причине нарушений габаритного несоответствия, снижения экологического ущерба из-за построения более рациональных маршрутов;

- Ускорить процесс транспортировки грузов, за счет более точного маршрута и минимум простоев в поиске разрешенных участков в незнакомых городах;

– Снижение материального ущерба от повреждения транспортных средств, грузов, людей, транспортной инфраструктуры.

Благодаря данной системе навигации водитель грузового автомобиля будет чувствовать себя более комфортно и уверенно

даже в незнакомой местности, искать более короткие пути объезда, избегать непреодолимых препятствий (мостов, эстакад, туннелей, путепроводов и других опасных участков), меньше нарушать ПДД и не создавать аварийных ситуаций. Что в свою очередь повысит качество работы УДС для всех её участников.

Литература:

1. [Электронный ресурс].— Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8

Определение электрической прочности трансформаторного масла

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, доцент
Институт энергетических проблем АН РУз (г. Ташкент, Узбекистан)

Авазов Журабек Узок угли, студент магистратуры;
Носиров Асрорбек Исмоилжон угли, студент магистратуры
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В статье приведены результаты определения электрической прочности масла силового трансформатора ТДН-63000/110. Результаты показали, что концентрация влаги в масле составляет 0,2 г/Т и масло пригодно к эксплуатации.

Ключевые слова: трансформаторное масло, электрическая прочность, пробивное напряжение, примеси, влага.

Введение

Одним из основных показателей, характеризующих изоляционные свойства трансформаторных масел, является их электрическая прочность [1–3]:

$$E = U_{\text{пр}} / h, \quad (1)$$

Где:

$U_{\text{пр}}$ — пробивное напряжение;

h — расстояние между электродами.

Пробивное напряжение весьма чувствительно к присутствию примесей. При ухудшении состояния трансформаторного масла и появлении в нем увлажненных примесей электрическая прочность резко уменьшается.

Чистое трансформаторное масло, свободное от различных примесей, обладает достаточным для использования пробивным напряжением (более 60 кВ), определяемым электродами расстоянием между ними 2,5 мм.

Материалы и методы исследования

Важнейший признак состояния изоляции — наименьшее пробивное напряжение для трансформаторов и устанавливается согласно таблице 1 [1–3].

Если постепенно повышать приложенное к диэлектрику напряжение, то сопротивление диэлектрика резко уменьшается. Это критическое состояние, при котором диэлектрик становится проводником, определяет электрическую прочность масла (кВ/см). Напряжение, при котором происходит пробой масла, называется пробивным напряжением (кВ) [1–3].

Снижение пробивного напряжения свидетельствует, как правило, о загрязнении масла различными примесями.

Таблица 1. Наименьшее пробивное напряжение для изоляции трансформаторов [1–3]

Рабочее напряжение трансформатора, кВ	Пробивное напряжение масла, кВ
До 15 (включительно)	30
Св. 15 до 35 (включительно)	35

Рабочее напряжение трансформатора, кВ	Пробивное напряжение масла, кВ
От 60 до 150 (включительно)	55
От 220 до 500 (включительно)	60

Среднее арифметическое значение пробивного напряжения $U_{пр}$ в кВ:

$$U_{пр\text{сред.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{пр.i} \tag{2}$$

Где:

Упр. сред.— пробивное напряжение (среднее арифметическое значение), кВ;

Упр. i — величина, полученная при последовательных пробоях, кВ;

n — число пробоев.

Концентрация влаги в масле определяется согласно формуле 2:

$$\text{Упр. сред.} = -8,543 \ln(x) + 42,247 \tag{3}$$

Где:

Упр. сред.— пробивное напряжение (среднее арифметическое значение), кВ;

x — концентрация влаги в маслом, г/Т.

Экспериментальное исследование и обработка полученных результатов

В результате испытания масла силового трансформатора ТДН-63000/110 на пробивное напряжение получены следующие результаты:

$U_{пр1}$, кВ	$U_{пр2}$, кВ	$U_{пр3}$, кВ	$U_{пр4}$, кВ	$U_{пр5}$, кВ
57	55	58	56	59

Вставляя формулу 2, определим

$$U_{пр\text{сред.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{пр} = \frac{(57 + 55 + 58 + 56 + 59)}{5} = \frac{285}{5} = 57 \text{ кВ}$$

Нарисуем график изменения пробивного напряжения масла силового трансформатора ТДН-63000/110:



Рис. 1. График изменения пробивного напряжения масла силового трансформатора ТДН-63000/110

Определим концентрацию влаги в масле согласно формуле 3:

$$57 = -8,543 \ln(x) + 42,247$$

$$8,543 \ln(x) = -57 + 42,247$$

$$8,543 \ln(x) = -14,753$$

$$\ln(x) = -1,727$$

$$x = 0,2$$

Концентрация влаги в масле силового трансформатора ТДН-63000/110 составляет 0,2 г/Т.

Согласно таблице 1 нормативное значение пробивного напряжения эксплуатируемого масла должен быть не ниже 55 кВ для силового трансформатора напряжением 110 кВ.

Заключение

Концентрация влаги в масле силового трансформатора ТДН-63000/110 составляет 0,2 г/Т. Трансформаторное масло пригодно к эксплуатацию.

Литература:

1. Серебряков А. С. Трансформаторы: Учебное пособие для вузов // «Издательский дом МЭИ», Москва — 2013 г., 360 с.
2. Серебряков А. С., Семенов Д. А. Диагностика корпусной изоляции распределительных трансформаторов // ЭЛЕКТРО. 2013. № 1. С. 47–51.
3. Силовые трансформаторы: справ. кн. / под ред. С. Д. Лизунова, А. К. Лоханина. М.: Энергоиздат, 2004.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Обеспечение эффективности развития относительной силы (силовых способностей) у самбистов 8–9 лет

Ваньков Павел Юрьевич, старший преподаватель;
Лагутенко Людмила Васильевна, старший преподаватель
Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского (г. Владивосток)

В статье рассматриваются вопросы повышения относительной силы у самбистов 8–9 лет. На сегодняшний день на спортивных выступлениях наблюдается тенденция спада силовых способностей у детей младшего школьного возраста. Так как спортивная основа силовой подготовки закладывается в детском возрасте, важное значение имеет изучение и совершенствование силового потенциала детей, занимающихся самбо, поэтому данная тема актуальна.

Ключевые слова: самбо, дети 8–9 лет, относительная сила, силовые способности, специализированные физические упражнения.

Базовые двигательные способности для любого вида спорта закладываются именно в детском возрасте [1, 2].

Сила — одно из важнейших физических качеств, необходимых самбисту для достижения высоких спортивных результатов.

В ходе схватки борцу приходится выполнять силовые движения и действия при самых различных ситуациях, положениях тела на фоне большого утомления. Отсутствие достаточной силы, особенно силы мышц рук не позволит реализовать потенциальные возможности борца. Каждый спортсмен понимает, что тот, кто выигрывает захват, как правило, и побеждает в схватке [3].

В младшем школьном возрасте происходит естественный прирост показателей относительной силы, который, если подкрепить целенаправленными тренировками, покажет в дальнейшем хороший результат формирования силовых способностей борцов. Поэтому данная тема является актуальной и перспективной для нашего исследования [2].

Объект исследования — учебно-тренировочный процесс самбистов 8–9 лет.

Предмет исследования — методика силовой подготовки юных самбистов младшего школьного возраста.

Цель исследования — определить целесообразность и выявить эффективность специальных средств и способов повышения силы у детей 8–9 лет, занимающихся самбо.

Рабочая гипотеза исследования — предполагается, что развитию и совершенствованию силовой подготовленности и эффективности учебно-тренировочного процесса у борцов-самбистов 8–9 лет будет способствовать методика, включающая в себя специализированные упражнения, адекватные данному возрасту.

Исследование проводилось на базе спортивного клуба «Мужество», отделение самбо, г. Уссурийск Приморского края, с января по апрель 2022.

В поисках путей решения обозначенной проблемы в течение 4 месяцев была проведена исследовательская работа, в которой приняло участие 20 юных самбистов (10 человек — контрольная группа и 10 — экспериментальная).

Контрольная группа занималась по стандартной программе, а в экспериментальной группе были использованы специализированные силовые упражнения и комплексы упражнений, в основном, динамического характера с умеренными нагрузками, адекватные данному возрасту, а именно:

1. Работа на гироскопическом тренажере powerball. Это кистевой тренажер для поддержания в тонусе всех мышц верхних конечностей, укрепляет мышцы запястья, рук и плеча, увеличивает силу хвата.

2. Сгибание-разгибание пальцев (кстати, очень популярное в СССР). На слух простое упражнение, но если быстро сгибать-разгибать ладонь в течение 30–60 секунд, совсем не просто. Регулярное выполнение позволит увеличить силу хвата.

3. Работа с борцовской резиной, как отработка трюков, так и средство для укрепления мышц плечевого пояса, что значительно увеличит силу хвата. Применялись следующие упражнения:

- Тяга жгута к коленям.
- Тяга назад на уровне плеча.
- Подход с выходом на бросок.
- Имитация прохода в ноги с резиной.

4. Работа с кистевым эспандером:

- Сжатие в течение 1–1,5 минуты в максимально быстром темпе.
- Быстрые сжатия в течение минуты — максимальное напряжение минута.

- Максимальное напряжение в течение минуты — быстрые сжатия эспандера в течение минуты.
- Вис на перекладине.
- Лазание по канату (специализированный канат для борца — канат — шторка или канат — рукав).
- Упражнения на гимнастической стенке: разнообразные лазания и передвижения по ней.
- Подвижные игры: борьба руками, футбол с набивным мячом, борьба ногами лежа, «трофей», борьба нанайских мальчиков, борьба за мяч.
- Автономная гимнастика Владимира Георгиевича Фохтина (упражнения в самосопротивлении). В данном случае, главное не имитация схем упражнений, а полноценная интенсивная мышечная работа с нарастающим темпом и максимальной амплитудой. Гимнастика эффективна для рук, идеально укрепляет сухожильную пружину.

Эффективность внедрения экспериментальной методики была подтверждена результатами тестирования силовых способностей занимающихся.

Для оценки уровня развития относительной силы были применены следующие тесты:

Тест 1. Кистевая динамометрия правая/левая, которая измеряет силовые показатели мышц-сгибателей запястья и пальцев.

Тест 2. Становая динамометрия — показатель общей силы спортсмена.

Тест 3. Подтягивание на низкой перекладине из виса лежа.

Тест 4. Сгибание-разгибание рук в упоре лежа.

Анализ данных силовой подготовленности юных самбистов в начале педагогического эксперимента не выявил значимых различий в среднegrupповых показателях силовых способностей у самбистов обеих исследуемых групп — контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ).

Анализ данных силовой подготовленности юных самбистов после проведенного педагогического эксперимента показал, что в экспериментальной группе произошли значительные изменения по всем тестам. В контрольной группе так же произошло улучшение результатов, но оно менее ощутимое (табл. 1).

Таблица 1. Динамика среднegrupповых силовых показателей самбистов 8–9 лет контрольной и экспериментальной групп в ходе реализации экспериментальной методики

Оцениваемые показатели	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	исходный	итоговый	исходный	итоговый
Кистевая динамометрия правая/левая (кг)	14,4	15,7	14,8	18,5
	13,5	14,6	13,8	16,0
% прироста	9,0/8,1		25,0/15,9	
Становая динамометрия (кг)	37,5	40,2	37,2	44,0
	7,2		18,3	
Подтягивание на низкой перекладине из виса лежа (раз)	8	9	8	11
	12,5		37,5	
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (раз)	14	15	13	16
	7,1		23,1	

Разработанная методика применения рациональных средств и методов в тренировочном процессе позволила повысить уровень силовой подготовленности самбистов младшего школьного возраста, что подтвердило нашу гипотезу.

Эффективность внедрения экспериментальной методики подтверждена следующими фактами: методически правильно

организованный процесс позволил повысить силовые способности юных самбистов, о чем свидетельствуют результаты тестов: у экспериментальной группы в среднем прирост относительной силы по всем тестам составил — 24,8%, в то время как в контрольной группе — 8,8%.

Литература:

1. Авилов, В. И. Новые возможности в технике борьбы самбо. Специальные подготовительные упражнения / В. И. Авилов. — Москва: Профит Стайл, 2020. — 815 с. — Текст: непосредственный.
2. Лури, Ю. Ф. Физическое воспитание детей школьного возраста / Ю. Ф. Лури. — Москва: Феникс, 2003. — 137 с. — Текст: непосредственный.
3. Хорунжий, А. Н. Развиваем силу / А. Н. Хорунжий. — Текст: непосредственный // Физическая культура в школе. — 2014. — № 6. — С. 39–41.

Футбол в современной студенческой среде

Дейч Алина Алексеевна, студент
Кемеровский государственный университет

Несомненно, многие из вас не раз пробовали свои силы в футбольных поединках во дворе, в школе, в загородном лагере. Эти поединки всегда звонкие, не утихающие порой допоздна, часто заканчивающиеся с двузачным счетом. И все же, прелесть этой игры не только в этом. Футбол — это всегда тайна, всегда загадка. Никогда нельзя предугадать, как сложится матч, кто выйдет победителем. Наряду с этим, футбол имеет еще одно ценное качество — он универсален. Так систематические занятия школьников футболом оказывают на организм всестороннее внимание, совершенствуется функциональная деятельность организма, происходит правильное физическое развитие, а также формируются положительные навыки и черты характера. Занятие футболом — благодатная почва для подготовки к сдаче норм комплекса ГТО.

Ключевые слова: здоровье, эмоциональность, подвижность, развитие, формирование.

Футбол, как игра, зародился в глубокой древности. У разных народов мира встречаются элементы этой игры. Первое упоминание игры в мяч относится к 180 году до н.э. в Древней Греции. Считается, что своими корнями футбол уходит к древнеримской игре «Гарпустум», которая была завезена легионерами Цезаря в страны Западной Европы. В территории Китая в IV–VI веках играли в игру «Чжу-кэ», отдаленно напоминающую футбол. Она считалась важным элементом военной подготовки. В Японии долгое время существовала игра «Ко-мери» [1]. Суть игры заключалась в том, что по особой церемонии передавали друг другу мяч. В Италии и сейчас еще играют в средневековую игру «Кальчье», являющейся одной из разновидностей современного футбола. И все же, современные историки утверждают, что футбол, зародился на мексиканской земле, под названием «Пок-та-пок». А привычные для нас современные черты эта игра приобрела на Британских островах.

Футбол, наряду со своими достоинствами, предъявляет и высокие требования к игрокам. Огромные размеры футбольного поля вынуждают участников этой игры преодолевать большие расстояния, в ходе игры, нападающим приходится вступать в единоборства с защитниками, а защитники вынуждены в свою очередь атаковать игроков команды соперников [3]. Каждый игрок обязан владеть не только различными техническими приемами, но и разбираться в секретах тактики, а также выдерживать высокий темп и силовое противостояние игроков команды соперников. Поэтому современной молодежи, увлекающейся футболом, необходимо подумать о своей разносторонней подготовке, как физической, технической, так и тактической.

Студентам рекомендуется начинать подготовку с упражнений для развития ловкости. Ловкость футболиста проявляется на поле в способности быстро и красиво выполнять двигательные действия в условиях быстро изменяющейся игры [5]. Ловкость тесно связана с мыслительной деятельностью спортсмена. Вот почему те ребята, которые в своих занятиях используют упражнения на развитие ловкости, могут вскоре почувствовать, что они лучше стали думать на поле, лучше воспринимать и предугадывать ход игры. Главный принцип подбора упражнений для развития ловкости — как можно больше разнообразия.

Немаловажными считаются упражнения для развития гибкости. Гибкость — это высокая подвижность в суставах, способность хорошо расслаблять мышцы, выполнять упражнения

с большей амплитудой. Особенно нападающему, в борьбе с защитником требуется высоко прыгнуть и, хорошо прогнувшись, точно направить мяч в сетку противника [2]. Упражнения для развития гибкости рекомендуется выполнять на каждой тренировке, но следить за нагрузкой, чтобы не получить повреждения мышц и связок.

В игре необходима быстрая реакция и способность выполнять действия с большей скоростью. Поэтому необходимо знать, что развитие быстроты возможно только в юности, примерно до 12–14 лет [7]. Конечно, в более позднем возрасте развивать быстроту тоже можно, однако она поддается развитию с большим трудом. Для развития этого качества нужно подбирать хорошо усвоенные и знакомые упражнения, которые можно выполнять на предельной скорости, не сосредотачиваясь на выполнении самих упражнений. Основной метод развития быстроты — повторный метод.

Чтобы совершать на футбольном поле стремительные рывки, прыжки за мячом, наносить удары по воротам соперников с расстояния 25–30 шагов или выполнять длинные передачи партнеру, внезапно останавливаться и резко менять направление бега, футболист должен обладать силой [4]. Сила — это способность спортсмена преодолевать внешнее сопротивление за счет мышечных усилий. Самая важная сила для футболиста — это сила ног. Еще следует уделять внимание и развитию мышц шеи, плечевого пояса, туловища, спины, живота. Футболист, если он желает добиться успеха в спорте должен быть развит гармонично. На тренировках упражнения силового характера обязательно чередуются с расслабляющими упражнениями.

Выносливость — способность организма длительное время выполнять физическую нагрузку в условиях игры [8]. Она зависит не только от функциональных возможностей организма, но и от рациональной техники футболиста, его волевых качеств. Главным средством развития выносливости является бег в равномерном темпе, сочетание ходьбы и бега, ходьба на лыжах, плавание, езда на велосипеде, катание на коньках [6]. И в тоже время сама игра в футбол развивает это качество у играющего. Упражнения на выносливость включают в самом конце тренировки.

Итак, мы перечислили все физические качества необходимые игроку в футбол. А теперь уделим внимание тем ребятам, чье физическое развитие и физическая подготовка явно недостаточны. Думается, в этом случае не следует отлынивать

от занятий физической культурой, тем более футболом, а напротив, необходимо включиться в такие занятия. А чтобы быстрее догнать сверстников нужно выполнять дополнительные задания по физической подготовке.

Говоря о такой увлекательной игре как футбол о ее достоинствах и прелестях, нужно выяснить, а как в современной среде молодёжи относятся к этой игре. Мы провели анкетирование в группе. Результаты опроса представлены в таблице 1.

Таблица 1. Отношение молодежи к футболу

№ п/п	Нравится ли вам игра футбол?	Как часто играете в футбол?	Где играете в футбол?
1	Да	раз в месяц	Во дворе
2	Нет	0 раз	
3	Да	Два-три раза в неделю	На стадионе
4	Да	3–4 раза в месяц	Во дворе
5	Да	Стараюсь несколько раз в неделю	В спортзале
6	Да	2 раза в месяц	На стадионе
7	Нет	0 раз	
8	Да	2 раза в неделю	На стадионе
9	Да	3 раза в месяц	В спортзале
10	Нет	0 раз	

Были опрошены 10 человек, из них не испытывают симпатию к футболу 3 человека. Частота игры в футбол — в среднем молодые люди играют в футбол 2–3 раза в месяц, 3 человека вообще не увлекаются футболом. Результаты позволяют сделать вывод, что большинство студентов моей группы являются активными игроками футбола и игра занимает в их жизни значительную часть свободного времени.

В процессе работы над данной статьей я пришла к выводу, что футбол является не только средством развития физических качеств, но и возможностью улучшить соматическое состояние человека, его физическую подготовленность и работоспособность. Таким образом, можно сделать вывод, что футбол помогает: увеличить мышечную силу, скорость реакции; улучшить проч-

ность и скорость регенерации костей; увеличить объем и массу мышц бедра и голени, в особенности икроножных мышц, следовательно, улучшить баланс и устойчивость тела; добиться положительной динамики в работе сердечно-сосудистой системы, и со стороны органов дыхания; снижению общего холестерина в крови, следовательно, — и уменьшение процесса образования атеросклеротических бляшек в сосудах головного мозга и в коронарных сосудах, почечных сосудах, в сосудах нижних конечностей; улучшить работу нервной системы; нормализации цикла сна, а в следствии, — улучшении работы головного мозга, практически отсутствует утренняя гипотония и сонливость; отказу от вредных привычек для улучшения своих спортивных показателей и состояния здоровья в целом.

Литература:

1. Бишаева А. А. Физическая культура. — М.: Издательский центр «Академия», 2013.
2. Бомпа Т. Периодизация спортивной тренировки. — М.: Спорт, 2016.
3. Вайн Х. Как научиться играть в футбол. — М.: Человек, 2004.
4. Виноградов П. А. О состоянии и тенденциях развития физической культуры и массового спорта. — М.: Советский спорт, 2013.
5. Воронова Е. А. Здоровый образ жизни в современной школе. — М.: Феникс, 2011.
6. Кожевникова Н. Актуальные проблемы формирования здоровья студентов. — Германия, 2013.
7. Лапшин О. Б. Учим играть в футбол. — М.: Человек, 2015.
8. Лемов Д. От знаний к навыкам. Универсальные правила эффективной тренировки любых умений. — М., 2013.

Сестры Аверины: роковая Олимпиада

Кормилицын Юрий Васильевич, преподаватель колледжа;

Чинакаева Эльвира Фаритовна, студент;

Покарева Мария Александровна, студент

Средне-Волжский институт (филиал) Всероссийского государственного университета юстиции (РПА Минюста России) в г. Саранске

В статье авторы рассказывают о жизни сестер Авериных — гимнасток сборной России.

Ключевые слова: художественная гимнастика, Россия, Дина, Арина, Олимпийские игры.

Дина и Арина Аверкина — звёзды художественной гимнастики.

Во времена, когда лидерами сборной России по художественной гимнастике (2012–2016) были Яна Кудрявцева и Маргарита Мамун, девочки не ездили на международные соревнования, ведь кроме них была ещё Александра Солдатова, которая заменяла кого-то из лидеров в случае их отсутствия. После Олимпийских игр в 2016 году, где Маргарита Мамун стала олимпийской чемпионкой, а Яна Кудрявцева из-за досадной ошибки — потеря булавы в конце упражнения — лишь второй, все думали, что лидером станет вышеупомянутая Александра Солдатова. Однако этого не случилось: у неё были потрясающие выступления, затем травма, и это повторялось по кругу. В итоге, когда Александра завершила свою карьеру, не дождавшись олимпийских игр, стало известно о ее болезни — булимии. Тогда сестёр Аверинцев стали называть «секретным оружием» сборной России. И не ошиблись.

Но начнём с биографии сестёр. Они родились в 1998 году в Нижегородской области. С 4 лет начали заниматься гимнастикой, в 12 лет получили КМС, а уже в 16 лет — МСМК (Мастер спорта международного класса). С 2011 года девочки тренировались у Веры Николаевны Шаталиной, однако, после Олимпийских игр 2021 года они тренируются с Юлией Барсуковой [1].

В 2017 году они впервые выступили на взрослом Чемпионате Мира, где, конечно, заняли места на пьедестале: Дина завоевала 3 золотые медали и 2 серебряные [2], а Арина — 2 золотые, 2 серебряные и 1 бронзовую [1]. В 2018 году на Чемпионате Мира в Софии и в 2019 году в Баку Дина стала абсолютной чемпионкой мира по всем упражнениям, включая многоборье и командное золото [2]. На Чемпионатах Европы в 2017 и 2019 годах Арина и Дина завоевали золотые медали во всех упражнениях, где они выступали: У Дины — обруч и лента, у Арины — мяч и булавы [1].

В Олимпийский сезон 2019/2020 Дина являлась первым номером сборной. Все очень ждали, когда же будут Олимпийские игры, девочки были в прекрасной форме. Однако Игры пришлось перенести из-за пандемии. В этот период все гимнастки были закрыты на базе в Новогорске, откуда они не могли никуда выехать, тем более, не могли видиться с родными. Поэтому они тренировались ещё усерднее. В этот период Дина получила травму спины, которая давала о себе знать всю последующую ее карьерную деятельность. На Чемпионате России в 2021 году из-за травмы она стала лишь третьей, уступив Ладе Крамаренко и своей сестре, которая заняла в итоге первое место. На Чемпи-

онате Европы 2021 она завоевала золото в упражнениях с обручем, мячом и лентой.

Теперь перейдём к самим Олимпийским Играм. Как и говорилось выше, Дина являлась первым номером, что накладывало на неё ещё большую ответственность. В принципе, большая ответственность лежала на них двоих: обе должны были занять 1 и 2 места, неважно даже, кто какое место займёт. Важно, что это будет Россия. В день квалификации они выступили превосходно, что отметили и судьи, поставив им хорошие баллы за исполнение, в результате чего они заняли 1 и 2 место и прошли в финал. Напомним, что в художественной гимнастике на Олимпийских играх разыгрывается лишь 1 медаль за многоборье, финалов по отдельным видам нет.

После квалификации девочки были очень счастливы, охотливо общались с корреспондентами. На следующий день ничего не предвещало беды. Так как Дина заняла первое место в квалификации, а Арина — второе, то Арина открывала финал многоборья, а Дина его закрывала.

После первого вида, которым был обруч, все ясно поняли, что оценки намного ниже, чем в день квалификации, хотя ошибок серьезных не было. Однако это можно было списать на то, что это первый вид и девочки ещё волнуются. Но они сразу поняли, что их засуживают. Как потом признались сестры в интервью, когда Арина пришла после первого вида, что сказала: «Все, нам конец» [3].

Обруче, мяче и булавах Линой Ашрам, гимнастка Израиля, выигрывала у сестёр. После каждого выступления сестёр, Россия подавала протесты, однако их постоянно отклоняли. Лишь один раз приняли и подняли оценку — после выступления с булавами Арины. Она выступила намного лучше, чем в день квалификации, однако получила на 0,7 балла меньше. После протест баллы повысили на 0,4. В упражнении с лентой Линой Ашрам допускает грубую ошибку: она теряет ленту. Обычно это стоит золотой медали. Но, как оказалось, не в этом случае.

Дина выиграла в упражнении с лентой, так как выступила безукоризненно, но ее оценки считали очень долго. Можно сделать лишь один вывод — ради того, чтобы она никак не заняла первое место. Так и произошло. Она проиграла Линой Ашрам в общей сумме баллов 0,15.

Если говорить про Арину, то после булавы она будто совсем потеряла веру в себя, это было видно в уголке Kiss&Cry. На выступлении с лентой все пошло наперекосяк. У неё от влажности завязался узел, из-за чего ей пришлось сменить ленту, затем были потери, помарки. В результате она заняла лишь 4 место,

уступив третье Алине Горнасько — гимнастке сборной Беларуси.

С лентой у Арины постоянно были проблемы, будто ее заговорили: на Чемпионате Мира в Софии ей не удалось защитить титул действующей чемпионки в данном виде, она не смогла даже пройти в финал, заодно не попав в финал многоборья. Когда Арине пришлось сменить ленту на запасную, та сломалась, так как организаторы предоставили некачественный материал. В результате она получила оценку всего лишь 13,500 баллов. А подавать протест не было смысла, как говорила главный тренер сборной России — Ирина Винер-Усманова, так как в регламенте на этот счёт ничего нет [4].

К слову, в новых правилах, которые действуют следующий Олимпийский цикл (до 2026 года), есть указания на этот счёт.

Таким образом, Дина Аверина заняла лишь второе место, а Арина и вовсе осталась без медали, заняв лишь четвертое место. Россия впервые за 25 лет не смогла взять золото в Художественной гимнастике на Олимпийских играх. И сложно сказать: справедливо это было или нет.

В настоящий момент девочки продолжают карьеру, выступают в шоу. Однако в условиях санкций и из-за их травм, возможно, они примут решение завершить спортивную профессиональную карьеру.

Смотря на сестёр, можно сказать, что не стоит останавливаться ни перед чем, если желаешь достигнуть какой-то определённой цели. Как они не сдались и дождались Олимпийских игр, которые были перенесены на год, так и вы должны не сдаваться и следовать за своей мечтой.

Литература:

1. Арина Алексеевна Аверина. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — 2021. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%B%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B0.
2. Дина Алексеевна Аверина. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — 2021. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B0.
3. Дина Аверина: «Ариша после первого вида пришла и сказала: »Все, нам конец». — Текст: электронный // Sportbox: [сайт]. — 2021. — URL: https://news.sportbox.ru/Vidy_sporta/hud_gymnastika/spbnews_NI1386838_Dina_Averina_Arisha_posle_pervogo_vida_prishla_i_skazala_Vse_nam_konec.
4. Скандал в гимнастике: россиянке дали бракованную ленту». — Текст: электронный // Газета.ru: [сайт]. — 2018. — URL: https://www.gazeta.ru/sport/2018/09/14/a_11967013.shtml.

Применение упражнения скоростной стрельбы из пистолета Макарова на занятиях по профессионально-должностной подготовке в Михайловской военной артиллерийской академии

Матвеев Михаил Игоревич, преподаватель;
Стрелков Петр Васильевич, старший преподаватель;
Кравцов Владислав Викторович, старший преподаватель
Михайловская военная артиллерийская академия (г. Санкт-Петербург)

Болдишор Максим Игоревич, старший помощник начальника отдела
Военный институт физической культуры (г. Санкт-Петербург)

Статья посвящена внедрению упражнения скоростной стрельбы из пистолета Макарова на занятиях по практической стрельбе в профессионально-должностной подготовке военнослужащих Михайловской военной артиллерийской академии. Получен новый результат, подтверждающий высокую эффективность использования скоростной стрельбы из пистолета Макарова из положения стоя. Представлены результаты исследования, свидетельствующие об улучшении техники стрельбы из пистолета.

Ключевые слова: практическая стрельба, военнослужащие, профессионально-должностная подготовка.

Одним из основных предметов профессионально-должностной подготовки военнослужащих Министерства обороны Российской Федерации является практическая стрельба. Программы подготовки предусматривают освоение навыков ведения стрельбы из пистолета Макарова. Стрельба

из пистолета Макарова характеризуется рядом специфических особенностей — сильной отдачей, громким звуком выстрела и разбросом кучности стрельбы, неустойчивым положением стрелка. Вследствие этого результаты контрольных занятий по стрельбе бывают неудовлетворительными.

Это приводит военнослужащих к отрицательному психологическому отношению к оружию, а при выполнении контрольных занятий начинается непроизвольное судорожное сокращение мышц, резкое надавливание на спусковой крючок, закрывание глаз во время выстрела.

На сегодняшний день методы практической стрельбы на занятиях по профессионально-должностной подготовке характеризуются обучением стандартным положениям для ведения огня и не формируют вариативность навыков стрельбы. Не уделяется должного внимания стрельбе из пистолета Макарова. На мой взгляд необходимо добавить в профессионально-должностную подготовку скоростную стрельбу из пистолета Макарова, что позволит увеличить точность стрельбы и скорость поражения мишени.

Организация и методы исследования

С целью совершенствования техники стрельбы, было предложено новое стрелковое упражнение (скоростная стрельба из пистолета Макарова) с увеличенным количеством серий, выстрелов и регламентированным временем на выполнение выстрела.

Условия выполнения упражнения: скоростная стрельба из пистолета Макарова

Цель: грудная зеленая (мишень № 4), неподвижная;

Огневой рубеж: 25 м;

Количество патронов: 5 шт.;

Количество серий: 6;

Время на выполнение упражнения: 2 серии по 30 сек., 2 серии по 20 сек., 2 серии по 10 сек.;

Положение для стрельбы: стоя.

Оценка: (в каждой серии)

- «отлично» — поразить цель тремя пулями;
- «хорошо» — поразить цель двумя пулями;
- «удовлетворительно» — поразить цель одной пулей.

Порядок выполнения упражнения: по команде руководителя (помощника руководителя) стрельб военнослужащий

выходит на огневой рубеж, выполнив действия команды «Заряжай», докладывает о готовности к стрельбе. Проверив готовность военнослужащего к стрельбе, руководитель (помощник руководителя) подает команду «Огонь» и одновременно включает секундомер. По этой команде военнослужащий поднимает пистолет в область мишени, одновременно плавно нажимая на спусковой крючок, в момент остановки пистолета в области мишени, производит пять прицельных выстрела в мишень. По истечении времени, отведенного на выполнение упражнения, руководитель (помощник руководителя) стрельб подает команду «Стой, прекратить огонь».

Из числа военнослужащих Михайловской военной артиллерийской академии были сформированы две группы испытуемых — экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ). Исходный уровень стрелковой подготовленности был одинаковым. В ЭГ применялось 3 этапа освоения навыков скоростной стрельбы из пистолета Макарова. На первом этапе достигалась точность стрельбы без учета факторов скорости. На втором этапе осваивалось точное выполнение упражнения стрельбы в заданное время. На третьем этапе отбатывались навыки быстрой и точной стрельбы в условиях изменяющихся огневых задач, требующих перестройки моторных действий. Большое внимание уделялось первому выстрелу (поднятие пистолета в области мишени с одновременным нажатием на спусковой крючок).

Эксперимент проводился на базе Михайловской военной артиллерийской академии. Для оценки эффективности предложенного упражнения по скоростной стрельбе из пистолета Макарова. Военнослужащие КГ обучались практической стрельбе по программе профессионально-должностной подготовке. При всех занятиях неукоснительно соблюдались меры безопасности.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели скоростной стрельбы из пистолета Макарова в результате итогового тестирования

Показатель	ЭГ		ЭК	
	До	После	До	После
Процент поражения мишеней, %	4,1±0,5	25,6±0,8	4,4±0,5	8,1±0,4
Время выполнения выстрела, с	5,4±0,6	2,7±0,4	5,7±0,7	4,7±0,3

По результатам эксперимента военнослужащие ЭГ существенно улучшили техническую подготовленность стрельбы из пистолета Макарова относительно КГ. Так, процент поражения мишени испытуемых по методике использования упражнения скоростной стрельбы из пистолета Макарова составил 25,6%, что в три раза превзошло результаты стрельбы испытуемых КГ. При этом у ЭГ была отмечена лучшая кучность и поражения мишеней.

Особенность методики скоростной стрельбы является формирование техники обработки спускового крючка у военнору-

жащих (плавное равномерное нажатие на курок и отсутствие стремления поймать момент наилучшей устойчивости за счет ускоренного надавливания на спусковой крючок, либо искусственное затягивание выстрела).

Военнослужащие КГ в процессе стрельбы испытывали большее физическое утомление локального и общего характера зрительного анализатора и мышц, участвующих в производстве стрельбы, в отличии от ЭГ. Таким образом, ЭГ значительно превзошла обучаемых КГ.

Заключение

Таким образом, внедрение упражнения скоростная стрельба из пистолета Макарова в программу раздела практическая стрельба

профессионально-должностной подготовки Михайловской военной артиллерийской академии способствовала эффективному формированию навыков практической стрельбы из пистолета, а также повысила вариативность навыков ведения огня.

Литература:

1. Афанасьев, А. В. Обучение сотрудников органов внутренних дел приемам стрельбы из пистолета после перемещений: автореф. дис. ... канд. пед. наук/ Афанасьев Александр Владимирович. — Омск, 2011. — 26 с.
2. Константинов, В. Н. Методические основы построения и организации тренировочного процесса в практической стрельбе: автореф. дис. ... канд. пед. наук/ Константинов Владимир Николаевич. — Улан-Удэ, 2010. — 24 с.
3. Кондрух, А. И. Практическая стрельба: методическое пособие / А. И. Кондрух. — 2005. — 166 с.

Разработка и реализация современного подхода к использованию игрового метода на уроках физической культуры в начальной школе

Михель Оксана Ивановна, старший преподаватель
Сургутский государственный педагогический университет

В данном исследовании описан опыт организации и реализации современного подхода к использованию игрового метода на уроках физической культуры в начальной школе. Цель настоящей статьи — определить эффективность современного подхода в использовании игрового и проблемного метода на уроках физической культуры учащихся начальной школы. Обосновано использование игрового метода в виде современных подходов, таких, как использование игровых и носящих проблемный характер заданий. Научная новизна настоящей работы заключается в создании сводной классификации подвижных игр, включающей разработку содержания игровых и проблемного характера заданий предмета «Физическая культура», направленной на совершенствование физических качеств младших школьников.

Ключевые слова: подвижные игры, начальная школа, обучающиеся, игровой метод, игровые задания, современный подход в обучении, урок физической культуры.

Для детей младшего школьного возраста, игры имеют значимое место в развитии комплекса физических качеств: скорость, координация, сила, гибкость и выносливость. Большинство игр строятся по принципу проявления быстроты и проявление быстрой реакции на различные сигналы. Сменяющаяся игровая ситуация, требующая от игроков мгновенного перехода от одних действий к другим, способствует воспитанию координационных способностей [4].

Подвижные игры помогают развитию самосознания, в связи с возникающими в процессе игры, разнообразными задачами, которые требуют своевременной оценки ситуации, принятия решения и его выполнения. Игры приучают к логическому мышлению и наблюдательности. Так же развиваются организаторские способности (в зависимости от роли в игре) [22,1].

Правильное управление игрой, оказывает положительное влияние на мышечную, сердечно сосудистую, дыхательную и другие системы организма. Подвижные игры повышают функциональную деятельность, вовлекают в динамическую работу мелкие и крупные мышцы тела, увеличивают подвижность в суставах [1].

Цель статьи — выделить и определить эффективность современного подхода в использовании игрового и проблемного

метода на уроках физической культуры учащихся начальной школы.

Материалы и методы. Для определения эффективности современного подхода в использовании игрового и проблемного метода на уроках физической культуры (ФК) использовались методы исследования: теоретический анализ научно-методической литературы; педагогическое наблюдение, с целью выбора подвижных игр и содержания игровых заданий; методика тестирования физической подготовленности детей; педагогический эксперимент, заключался в изучении влияния одного фактора (использования современного подхода игрового метода на уроках физической культуры) на другой (уровень физической подготовленности младших школьников и формированию интереса к уроку физической культуры).

Результаты и обсуждение результатов. Основное направление работы с детьми младшего школьного возраста — это создание комфортных условий для всестороннего развития личности с учетом индивидуальных, психических и интеллектуальных возможностей ребенка.

Работа проводилась в различных формах:

– занятия, направленные на решение задач тренировочного и оздоровительного характера;

– соревновательные формы занятий (соревнования, контрольные нормативы, элементы спортивных игр, подвижные игры и задания).

Подвижные игры — доступное и эффективное средство физического воспитания, дающее возможность воздействовать на ребенка при активности. Такие игры, особенно с элементами соревнования, воздействуют лучше, чем другие формы физической культуры, так как соответствуют потребностям растущего организма. Каждая игра проводится по правилам, а это способствует воспитанию честности, выдержки и дисциплинированности [7].

При отборе игрового материала и его проверке была определена моторная плотность каждой игры или ее физиологическая стоимость по частоте сердечных сокращений (ЧСС). С этой целью они ориентировочно классифицировались по сте-

пени интенсивности двигательной деятельности на низкую, среднюю и высокую степень нагрузки.

За основу взяты показатели увеличения частоты сердечных сокращений относительно исходного уровня в процентах. Для игр низкой интенсивности свойственна ЧСС, не превышающая 30% от показателей в покое. Увеличение ЧСС от 30 до 50% соответствовало подвижным играм средней интенсивности, а превышение пульса от исходного уровня на 50–90% характерно играм высокой интенсивности. На рис. 1 показана физиологическая характеристика подвижных игр:

- «Собери» (желтый график)
- «Вызов номеров» (фиолетовый график)
- «Хвостики» (голубой график)
- «Паучки» (оранжевый график)
- «Юбочки» (синий график).

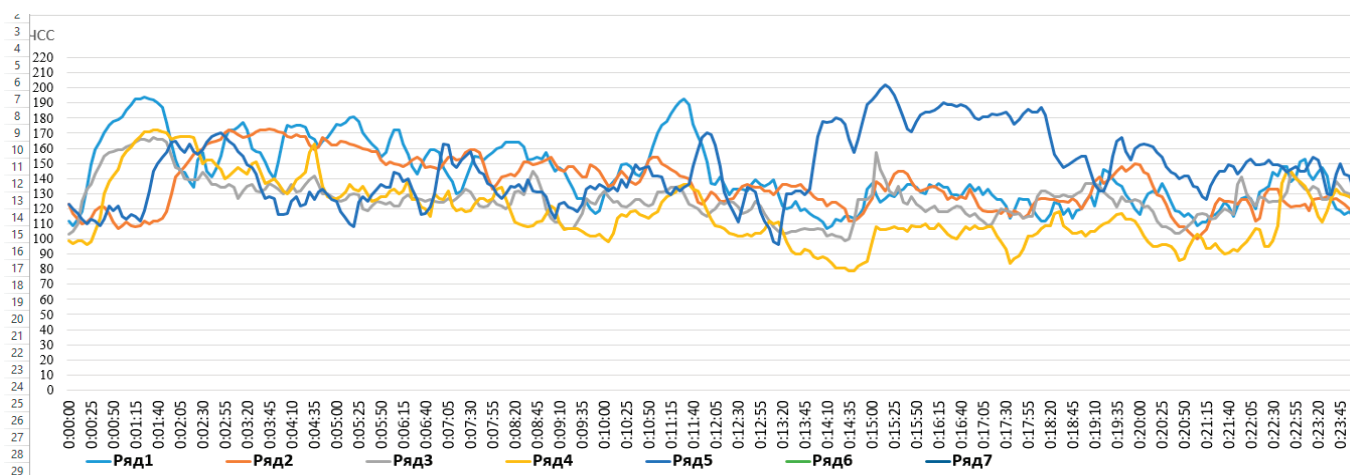


Рис. 1. Пульсометрия

В ходе проведенного исследования полученные результаты позволяют проследить за изменением ЧСС учащихся младшего школьного возраста во время проведения подвижных игр. Для повышения скоростных качеств игры с бегом и прыжками находятся в пределах 159–190 уд./мин, что позволяет говорить о высокой (тренирующей) нагрузке. Нагрузка, направленная на развитие силовых качеств, находится в 3–4 пульсовой зоне. Игры на растягивание находятся в пределах 132–120 уд./мин, что позволяет говорить о низкой (восстанавливающей) нагрузке.

В организации учебного процесса использовались подвижные игры:

1. Коллективные подвижные игры без разделения на группы (команды).
2. Коллективные подвижные игры с разделением на группы (команды).
3. Игры для развития быстроты движений.
4. Игры для развития мелкой моторики.
5. Игры с произношением стихотворных речитативов.
6. Игротерапия.

Проанализировав школьную программу, нами было выявлено следующее. В младшем школьном возрасте игровая деятельность является ведущим видом деятельности, но подвижные игры, которые нам рекомендуют в программах,

учебниках из года в год повторяются. С развитием общества и потребностями необходимо использование подвижных игр, с учетом интересов современного поколения учащихся. Нами на уроки ФК были внесены игровые задания — это локальная форма проявления игровых действий, в том числе носящих проблемный характер.

На наш взгляд, основное отличие подвижной игры от игровых заданий заключается в том, что игровое задание обладает четко поставленной задачей и соответствующим ей результатом, который направлен на познавательные способности детей.

Нами проанализированы классификации подвижных игр таких авторов как: Р.В. Климкова (2007), И.М. Коротков, М.Н. Мельникова и Л.В. Былеева (2009), и составлена сводная классификация подвижных игр с включением заданий игрового и проблемного характера. (Рис. 2)

В классификацию вошли часто используемые учителями ФК подвижные игры на уроках физической культуры для разделов школьной программы. В сводную классификацию нами добавлены игровые задания, применяемые во всех известных подвижных играх и игры, носящие проблемный характер.

Отличительная черта и основной признак игровых заданий — наличие в них активных двигательных действий при

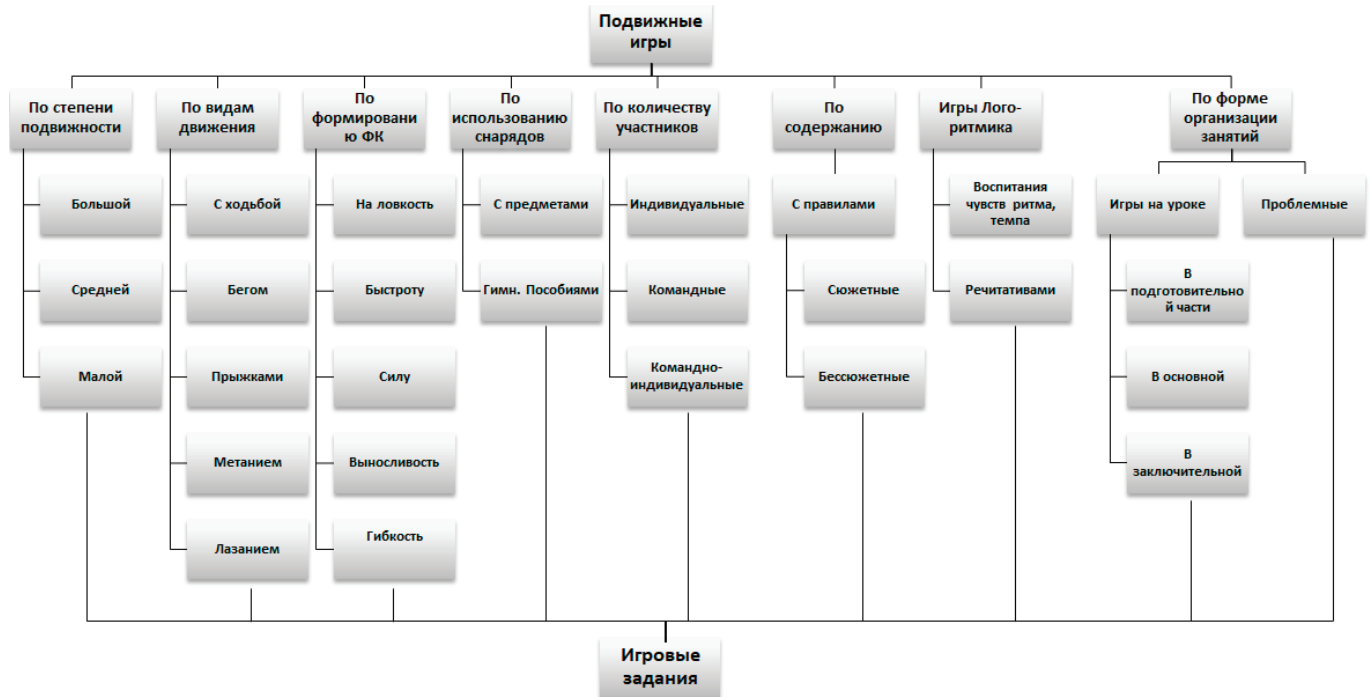


Рис. 2. Классификация подвижных игр и игровых заданий (по классификациям Р. В. Климковой 2007, И. М. Короткова, М. Н. Мельниковой и Л. В. Былеевой 2009)

решении конкретной частной задачи, благодаря чему они являются средством и методом физического воспитания и развития.

При использовании подвижных игр и игровых заданий ставится не только задача развития физических, но и интеллектуальных качеств, а также таких психических процессов, как внимательность, память, мышление. В сюжетных играх и заданиях развивается воображение, артистизм детей, при использовании музыкального сопровождения и элементов танца, формируется эстетическое мировосприятие.

При планировании игровой деятельности нужно учитывать общую нагрузку урока и определять цель, время и место среди других используемых упражнений и учебных заданий. Уровень трудности по физической нагрузке и сложности игрового взаимодействия участников должен соответствовать возрасту. В процессе практического проведения запланированных подвижных игр серьезное внимание необходимо уделять строгому соблюдению общепринятых на уроках физкультуры норм и правил техники безопасности как самих играющих, так и освобожденных от уроков детей.

Выводы. Особенности предполагаемого нами современного подхода в процессе уроков физической культуры следующие:

- на занятиях по физической культуре большая часть нагрузки была преподнесена через подвижные игры и игровые задания;
- игры не только развивают физические качества, но и влияют на развитие мышления, ловкости, морально волевых качеств;
- подвижные игры с правилами — это сознательная, активная деятельность ребенка, для которой характерно своевре-

менное и точное выполнение заданий, связанных с правилами, обязательными для всех участников;

- из-за эмоциональной насыщенности при игре, дети не всегда могут контролировать состояние, может быть перевозбуждение или переутомление. В связи с этим в уроки нами были включены игровые задания, благодаря которым мы могли целенаправленно контролировать нагрузки. Также регулировать нагрузку в процессе игры можно различными способами: сокращением длительности, введением перерывов, изменение количества играющих, уменьшение игровой площадки, изменение правил, смена ролей участников;

- в игровых заданиях дети переносят нагрузку легче, чем в упражнении, которое направлено на развитие какого-либо качества;

- Многие игры и игровые задания не носят соревновательного характера, они направлены на коммуникации, формирование навыков коллективного взаимодействия и т.п. При объявлении результатов игры дается её краткий разбор, анализ ошибок, к такому анализу можно привлечь детей, это способствует развитию внимательности, приучает к осмыслению действий и сознательной дисциплине.

Таким образом, рациональный подбор и организация подвижных игр с учетом физической нагрузки дает возможности для совершенствования физических и функциональных возможностей, а также укрепления их здоровья. Использование подвижных игр с включением в уроки физической культуры игровых заданий и заданий проблемного характера положительно влияют на развитие физических качеств, тем самым, повышая показатели физической подготовленности младших школьников, и интерес детей к урокам физической культуры.

Литература:

1. Богданова, В. В. Подвижные игры и их влияние на эмоциональную сферу старших дошкольников [Текст] / Богданова В. В., Лобанкина Т. В. // В сборнике: Теоретико-методологические и прикладные аспекты социальных институтов права, экономики, управления и образования Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Гуманитарно-социальный институт. 2016. С. 204–208.
2. Енченко, И. В. Реализация ВФСК «Готов к труду и обороне» в Российской Федерации [Текст] / И. В. Енченко // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. — 2018. — № 7 (161). — С. 74–79.
3. Загороднева, Н. П. Музыкально-подвижная игра в воспитании дошкольника. [Текст] / Н. П. Загороднева // Дошкольное образование: опыт, проблемы, перспективы развития. 2016. № 4 (11). С. 145–147.
4. Кенеман, А. В. Детские народные подвижные игры [Текст] / А. В. Кенеман, Т. И. Осокина. — М.: Просвещение, 2016. — 239 с.
5. Мальченко, А. Д. Подготовка к сдаче норм ВФСК ГТО на предметной основе легкой атлетики [Текст]: учебн. пособие / А. Д. Мальченко, О. В. Погорелова. — М.: РУДН, 2017. — 148 с.
6. Николаева, Е. Е. Подвижные игры в жизни дошкольника [Текст] / Е. Е. Николаева // Вопросы дошкольной педагогики. 2017. № 2 (8). С. 36–37.
7. Проблемы школьного физкультурного образования: теория и практика: монография [Текст] / О. В. Буддашева, Г. М. Бурков, Л. Г. Буркова; под ред. И. С. Осиповой. — Новосибирск: ЦРНС, 2016. — 176 с.

Современные подходы в профилактике перетренированности спортсменов, занимающихся лёгкой атлетикой, на этапе спортивного совершенствования

Ткаченко Павел Евгеньевич, студент;
Мальшакова Валерия Владимировна, старший преподаватель
Костанайский региональный университет имени Ахмета Байтурсынова (Казахстан)

В статье рассматривается проблема перетренированности, и возможность ее профилактики путём применения современных методов и средств восстановления, включенных в авторскую программу профилактики перетренированности спортсменов, занимающихся беговыми видами лёгкой атлетики, а именно бегом на средние и длинные дистанции.

Статья также содержит результаты исследования, направленные на выявление предпосылок, факторов, признаков и рисков развития перетренированности у спортсменов различных уровней подготовленности.

Ключевые слова: перетренированность, профилактика, восстановление, методы и средства восстановления, лёгкая атлетика.

Введение

Проблема перетренированности спортсменов начала привлекать внимание специалистов еще в пятидесятых годах прошлого века. Уже в то время ее рассматривали как «спортивную болезнь», которая способна принимать различные формы, отличаться обширной симптоматикой и являться последствием ряда факторов, связанных с несоответствием тренировочных нагрузок возможностям организма спортсмена, психическими факторами, различными заболеваниями, в том числе и хроническими, нерациональным питанием и др. [1].

Исходя из этого, можно сказать, что профилактика перетренированности является важной составляющей тренировочного процесса.

Профилактика перетренированности предусматривает регулярный контроль динамики спортивных, физиологических, биохимических, иммунологических, психологических переменных, устранение или смягчение воздействия многочисленных факторов риска, приводящих к напряжению.

Профилактика перетренированности основана на правильном построении тренировочного процесса и восстановительных мероприятий, а так же предусматривает регулярный контроль динамики спортивных, физиологических, биохимических, иммунологических, психологических переменных, устранение или смягчение воздействия многочисленных факторов риска, приводящих к напряжению [2].

Методы исследования

В рамках исследования проблем перетренированности и её профилактики были использованы следующие методы исследования: анализ литературных источников, синтез, анкетирование, математическая обработка данных.

Путём изучения литературных источников, анкетирования и интервьюирования были выявлены основные предпосылки, факторы, признаки и риски развития перетренированности, а так же средств и методов её профилактики у спортсменов различной квалификации, применяемых методов и средств восстановления.

Анкетирование проводилось на базе платформы «Google Диск». В анкетировании приняли участие 1035 респондентов из 24 стран мира, из которых 985 спортсменов различного уровня подготовленности и квалификации и 50 тренеров различных видов спорта.

Целевой аудиторией анкетирования являются спортсмены, занимающиеся беговыми видами лёгкой атлетики от любительского до профессионального уровня, в основном из Казахстана и стран ближнего зарубежья.

Результаты и дискуссия

За методологию были взяты авторы Платонов В. Н., Л. Прокоп, В. А. Геселевич, В. Л. Карпман, а также Н. Д. Граевская, Л. А. Бутченко, А. Г. Дембо и др., опираясь на исследования которых можно сделать следующие выводы:

1) перетренированность — патологическое состояние, проявление нарушения адаптации, нарушение достигнутого в процессе

тренировки уровня функциональной готовности, регуляции деятельности систем организма, оптимальной связи между корой головного мозга и нижележащими отделами нервной системы, опорно-двигательным аппаратом и внутренними органами [3].

2) основные признаки перетренированности: ухудшение самочувствия, повышенная утомляемость, нестабильность настроения (апатия либо, напротив — раздражительность, агрессивность), головные боли, нарушения сна и аппетита, тяжесть в ногах и пр. В тренировочном процессе отмечается снижение работоспособности, ухудшение спортивных результатов, потеря интереса к тренировке и соревнованиям, неуверенность в собственных силах, негативные эмоции, подавленность, снижение волевой активности.

Исходя из результатов исследования можно сделать вывод, что основным методом профилактики перетренированности является правильно построенные и своевременные восстановительные мероприятия (см. Рисунок 1).

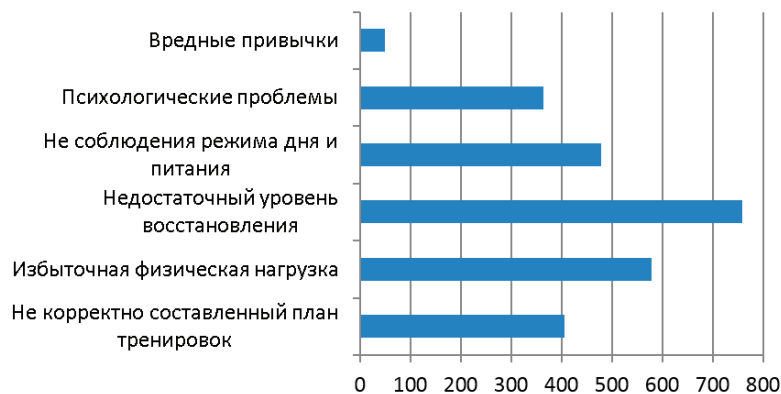


Рис. 1. Основные причины возникновения перетренированности, по мнению респондентов (n=1085)

Вследствие чего нами были выделены основные средства восстановления, которые наиболее популярны среди спортсменов и тренеров (см. Таблицу 1).

Для оценки уровня восстановления, респондентам было предложено оценить уровень своего восстановления по шкале от 1 до 10, где 1–4 балла это низкий уровень восстановления, 5–8 баллов средний уровень восстановления, а 9–10 — это высокий уровень восстановления.

Из опрошенных, 69 респондентов (7%) отметили низкий уровень восстановления, 796(80,8%) указали средний уровень

восстановления, а 120 (12,2%) высокий уровень восстановления (см. Рисунок 2).

Таким образом, нами были выделены основные факторы, риски и предпосылки развития перетренированности, которые отображаются в следующем:

1) с повышением квалификации возрастает риск возникновения перетренированности, однако, спортсмены-любители, подвержены ей значительно больше, в основном из-за отсутствия у спортсмена необходимых знаний и квалифицированного подхода к тренировочному процессу;

Таблица 1. Средства и методы восстановления

Средства восстановления	Используют	Хотели бы использовать
Перкуссионный массаж	199 респондентов (20,2%)	303 респондентов (30,8%)
Лимфодренажный массаж	81 респондент (8,4%)	336 респондент (34,1%)
Кинезио-тейпирование	144 респондента (14,6%)	127 респондентов (12,9%)
Миостимуляция	37 респондентов (3,8%)	154 респондента (15,6%)
Массажные валики	557 респондентов (56,5%)	182 респондента (18,5%)
Баня	625 респондентов (63,5%)	208 респондентов (21,1%)
Спортивный массаж	370 респондентов (37,6%)	525 респондентов (53,3%)
Аутогенные тренировки	63 респондента (6,3%)	86 респондентов (8,7%)

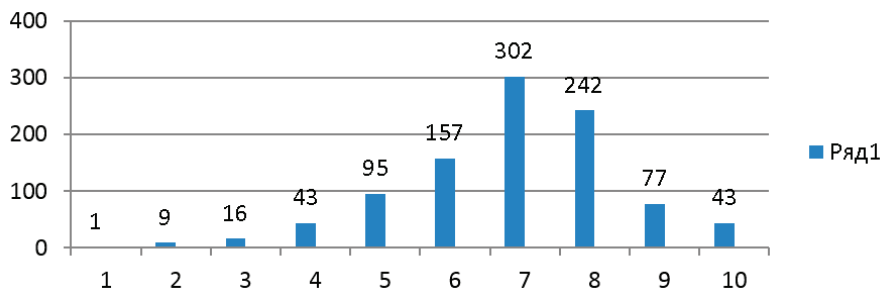


Рис. 2. Оценка уровня восстановления по шкале от 1 до 10 (n=1085)

- 2) спортсмены, занимающиеся спортом более 5–6 лет, чаще сталкиваются с перетренированностью, что связано с повышением квалификации и монотонности тренировочного процесса;
 - 3) мужчины более подвержены перетренированности, чем женщины;
 - 4) применяемые спортсменами методы восстановления очень разнообразны, однако основным фактором развития перетренированности, всё же является недостаточный уровень восстановления;
 - 5) к перетренированности часто приводят некорректно составленный план тренировок и избыточная физическая нагрузка;
 - 6) не соблюдение режима дня и питания так же способствуют развитию перетренированности, совместно с другими факторами;
 - 7) психологическое состояние может влиять не только на результаты и работоспособность спортсмена, но и оказывать влияние, на его физическое здоровье, вызывая перетренированность.
- На основе информации, полученной во время исследования, нами была разработана программа профилактики перетрени-

рованности для спортсменов, занимающихся лёгкой атлетикой на этапе спортивного совершенствования, а именно, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции.

Методика основывается на последовательном или параллельном применении нескольких восстановительных средств в единой комплексной процедуре. Такой подход увеличивает эффективность общего воздействия нескольких средств за счёт взаимного усиления их специфически направленного влияния.

Также была разработана схема применения восстановительных средств, направленная на восстановление тех систем организма, которые подвергались основному воздействию в проведенном занятии или его части, и подготовке систем организма, которые будут задействованы в очередной работе. Если первое занятие дня направлено на повышение скоростных возможностей, а второе — выносливости при работе анаэробного (гликолитического) характера, то после первого занятия уместно применить комплекс средств, способствующих быстрейшему восстановлению возможностей к проявлению указанного вида выносливости. Это позволит повысить качество и увеличить объём нагрузки во втором занятии (см. Таблицу 2).

Таблица 2. Планирование восстановительных процедур с учётом направленности нагрузок предшествующего и последующего занятий

Направленность первого занятия	Восстановительные средства	Направленность второго занятия
Скоростно-силовая	Частичный массаж, перкуссионный массаж, МФР	Аэробная
Аэробная	Электромиостимуляция, кинезиотейпирование	Анаэробная
Анаэробная	Лимфодренажный массаж, МФР	Аэробная

Среди средств профилактики и восстановления опорно-двигательного аппарата можно отметить использование аппаратного перкуссионного и лимфодренажного массажей, электромиостимуляции и МФР после больших нагрузок в недельном микроцикле, также при выраженных признаках утомления хорошее восстанавливающее действие оказывает баня (3–4 захода по 5–7 мин при t+100–110°C) с последующим массажем.

Особое внимание необходимо уделять восстановлению функционального состояния нервно-мышечного аппарата и координации движений. Весьма важно также правильно дозировать восстановительные средства, так как некоторые из них отрицательно влияют на выполнение движений, требующих тонкой координации.

Используя данные восстановительные средства, мы разработали пример их применения в недельном тренировочном микроцикле.

В любом виде лёгкой атлетике после выполнения объёмных тренировочных нагрузок целесообразно применять комплекс средств общего воздействия. При средних и малых нагрузках более целесообразны локальные виды воздействий.

Заключение

Восстановлению функционального состояния организма легкоатлетов после интенсивных тренировочных и соревновательных нагрузок должно уделяться значительное вни-

мание. В этом залог профилактики травм, заболеваний спортсменов и перенапряжений. Основное внимание необходимо уделять восстановлению функционального состояния нервно-мышечного аппарата и координации движений в скоростно-силовых и сложно координационных видах лёгкой атлетики.

Среди средств профилактики и восстановления опорно-двигательного аппарата можно отметить использование аппаратного перкуссионного и лимфодренажного массажей, электромиостимуляции и МФР после больших нагрузок в недельном микроцикле, также при выраженных признаках утомления хо-рошее восстанавливающее действие оказывает баня и массаж.

Литература:

1. Платонов В Журнал «Наука в олимпийском спорте» 17 Февраля 2015
2. Летунов с. П. О состоянии перетренированности / С. П. Летунов, Р. Е. Мотылянская // Пробл. спорт. медицины: сб. науч. тр.— М., 1975.— С. 108–139.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения /В. Н. Платонов.— Киев: Олимпийская литература, 2004.— 808 с.

Взяв за основу риски возникновения перетренированности и набирающие популярность в современном мире средства восстановления спортсменов мы разработали программу восстановления, для спортсменов занимающихся легкой атлетикой.

Методика получила положительную экспертную оценку, что говорит о ее обоснованности и корректности, а так же возможности применения в тренировочном процессе.

Также стоит отметить что использование указанных в методике средств восстановления не требует наблюдения спортивного врача, и дает возможность осуществления восстановительных процедур тренерами и спортсменами самостоятельно.

Teaching tennis to non-specialized students by case study method (cases of students studying tennis at the University of Danang)

Tran Minh The, M. Sc

The University of Danang — The Faculty of Physical Education, Vietnam

The article studies the teaching by case study method in the 2–3 Physical Education module (Tennis) belonging to the elective modules in physical education program for non-specialized of the University of Danang's students. The study was carried out at the University of Economics — the University of Danang. The article has analyzed theoretical and practical issues for teaching movement techniques in Tennis by the case study method, thereby presenting the process of a teaching activity using this method to form movement techniques in Tennis for students.

Keywords: Case study method, teaching tennis, movement techniques, physical education, non-specialized

1. Introduction

«The core purpose of education is to prepare young people for life after school» (Robinson), therefore, learning and acquiring knowledge must be linked to life situations and professional practice.

The case method is an active teaching method in which students are placed in a real-life situation or in a real-world context to solve the situation's problems. This teaching method can increase learning interest, promote students' thinking ability, and link theoretical knowledge with practice.

Teaching physical education in schools at all levels in general and physical education program for non-specialized from the past to the present has been conditionality, not promoting self-control, forming physical training habits and developing intensive sports movements. By teaching practice, we believe that flexible applying the case study method will bring positiveness and initiative to learners, form good movement techniques in tennis, and improve the quality of teaching physical education in university.

2. Scientific basis of the research problem

2.1. Research overview

Actually, there are many different names for this method: case-based teaching method, case study method, or, more briefly, the case method.

It can be said that the idea of applying life situations to teaching had existed since the time of Confucius when he used natural conditions and stories encountered in daily life to convey knowledge and commandments to his students. However, until the end of the 19th century, the use of situations in teaching was quite widespread, first in training in law, medicine and business administration. In recent years, the case study method has also been applied in teaching in Vietnamese universities, especially in the fields of Medicine, Law, and Business Administration, although it is not yet widespread.

The case study method has been widely used in pedagogical training, especially in the past 20 years. It has proved to be highly ef-

fective in making learning relevant to practice and more lively and exciting lessons. However, in teaching sports, especially physical education program for non-specialized, almost no one applies this method.

2.2. Case study method overview

2.2.1 Situation

There are different definitions of a situation. According to the Vietnamese Dictionary, a situation is the total of things happening at a place, at a specific time that forces people to think, act, cope, and find a solution. A situation can also be understood as a description/presentation of a real-life case that presents an unresolved problem, requiring the reader (listener) to solve that problem.

2.2.2 Teaching situations

According to Boehrer (1995): «*A situation is a story, with a plot and characters, related to a particular situation, from an individual or group perspective, and often with incomplete action. It's a concrete and detailed story that brings the vibrancy and complexity of real life into the classroom.*».

Teaching situations are typical; describe real or fictional events and circumstances to help learners understand and apply knowledge. Situations stimulate learners to analyze, comment, evaluate, and present their ideas, thereby gradually capturing knowledge or applying acquired knowledge to real-life situations.

Standard of a good situation:

In terms of content, the situation must:

- Educational
- Contain contradictions and are provocative
- Create interest for learners.
- Identify issues that are important and relevant to learners,...

In terms of form, the situation must:

- Have a vivid expression
- Use short, concise, and anonymous terms
- Clearly structured, unambiguous, and easy to understand
- Focused, and relatively complete so that there is no need to learn too much information,...

2.2.3 Case study method in teaching

The case study method is a specific method of teaching problem-solving base on the situation, which is the main object of the teaching process. According to Nguyen Huu Lam (2003), «the case method is a teaching technique in which the key elements of a case study are presented to learners for the purposes of illustration or problem-solving experiences.» [3]

3. Research content

3.1. Object and scope of the study

The article studies the teaching by the case study method in the 2–3 physical education module (Tennis) belonging to the elective modules in the universal physical education program of the Univer-

sity of Danang's students and semesters 1 and 2 of the 2021–2022 school year. The study was carried out at the University of Economics — the University of Danang, observed and experimented on 3 classes with 90 students.

3.2. Why should we use the case study method in teaching Tennis?

Tennis is a sport that originated in England; clear evidence of this establishment is that Wimbledon is the first Grand Slam tournament held in 1887 and is one of the four Grand Slam tournaments today. Since then, Tennis has been widely spread by merchants around the world. Tennis was formerly considered a sport of the nobility and the rich in Vietnam. It is no longer valid in recent years but has gradually become a sport of everyone, every home, anyone can play it anywhere, in any situation. Since 2018, the University of Danang has included Tennis in the physical education program for non-specialized, in the elective modules at the member educational institution, the University of Economics. Due to some limitations regarding yard conditions and equipment, the number of open classes is minimal. However, each semester always maintains a stable 1–2 courses with up to 100 students registered per semester.

Physical education is an organic part of education at all levels from grade 1 to grade 12, a certificate that must meet the output standards of university training programs. However, in reality, the organization of teaching has not been paid enough attention, invested and innovated in teaching methods to achieve its fundamental purposes. The teaching methods in physical education program for non-specialized are traditional and mostly obsolete, failing to meet the development trend of modern teaching methods and not fully exploiting modern technological facilities. The standard process of a physical education module revolves around 4 steps: presentation (verbal explanation) — demonstration of movements — self-practice — examination, and evaluation. Obsolete methods and limited professional investment also limit the quality of training.

Considering the method of teaching movement techniques, competition tactics, and arbitration methods in the sports program in general and tennis in particular need to be improved and innovated to meet the goals and output standards of comprehensive worker training in modern society. In addition, introducing the case study method into the physical education program for non-specialized will help improve the effectiveness of physical education in universities and promote the movement of high-achieving exercise and sports competition.

In Vietnam, tennis is still entirely new, strange and has not developed in-depth. Tennis is an individual sport focusing on movement techniques and competition tactics to succeed in confrontation. Therefore, applying the case study method helps learners be proactive in analyzing and grasping strategies and tactics. The initial technical reception is no longer rigid and confusing but intuitive and specific. Each movement is shown in the competition video clips, which are very vivid and easy to understand. Through observing and analyzing techniques, learners can master each direction of the movement, facilitating the practice of individual movement techniques and application to specific competition situations.

3.3. Usage of the case study method in tennis

3.3.1. Teaching contents can apply the case study method

In the Tennis module, the contents that can be taught by the case study method are pretty diverse, including 3 main modules with the following specific content components: (1) Movement techniques;

(2) Competition tactics; (3) Arbitration method. The content of movement techniques is deployed and taught with the most time. Therefore, usually, this content is selected by us to conduct different teaching methods, including the case study method.

During a semester, the following movement techniques are often taught:

Content composition of movement technique:
How to hold the racket
The polishing technique and catching technique
Forehand technique
Movement technique
Polishing forehand technique diagonally
Polishing technique with one-handed backhand and two-handed backhand
Polishing technique with one-handed backhand and two-handed backhand diagonally across the field.
Polishing technique with one-handed backhand and two-handed backhand in a straight line of the court.

3.3.2. The process of teaching two-handed backhand polishing technique by case study method

3.3.2.1. Prepare

The preparation stage plays a significant role in effectively conducting teaching content by the case study method. Things to prepare are as follows:

- For the teacher:
 - Selecting and providing professional materials for learners
 - Selecting and preparing video clips of conduct and competition content to make case studies
 - Preparing learning conditions; classrooms are equipped with projectors and loudspeakers.
- For learners:
 - Reading document No. 1 (Bac Ninh Sports University, Tennis — Techniques and Training Methods, Hanoi Sports Publishing House, 2011) pages 110 to 118.
 - Reading document number No.2 (Lu Zhihua and Zou Lin, Tennis, Jinghua Publishing House, 1997) pages 38 to 41.
 - Reading document No. 3 (Vu Nhu Y (compiled), Guide to playing tennis, Sports Publishing House, 2001) pages 34 to 38.
 - Watching a video clip with detailed instructions for each movement technique performed by the instructor (censored by the specialized faculty) at the link <https://youtu.be/EvikM1X8Gqo>
 - Watching a video clip detailing the two-handed backhand technique of a world tennis star provided by the instructor at the link <https://youtu.be/ojNI2h7Ct0I>
 - Preparing and bringing 1 laptop for each group.

3.3.2.2. Conducting classroom teaching

A physical education session for non-specialized students at the University of Danang usually lasts 100 minutes. For the case study and analysis to be effective, it must occur during this time.

At the beginning of the lesson, the lecturer will organize a class group and provide a case video clip for students to study at the link: <https://www.youtube.com/watch?v=KfhLYB6eL4c>. Because the

match time is very long, each group in the class will research and analyze according to the time allocation. There are 7 groups, and each group is in charge of 30 minutes in turn according to the match's progress.

The content of the study focuses on the two-handed backhand technique with the following suggested questions:

1. Counting the number of times each athlete makes a two-handed backhand tennis stroke
2. Analyzing the situation and the reason the athlete uses a two-handed backhand, which clearly states the effect of each two-handed backstroke.
3. Analyzing the stages of the two-handed backstroke
4. After studying the video clip for 30 minutes while watching and actively taking notes, each group has time to discuss, analyze and write a short report in 20 minutes.
5. After finishing group work, each group will send a representative to present their group's situation analysis report to the class. The lecturer will comment, analyze, supplement and summarize each group's work.
6. At the end of the discussion, the instructor should have 5–7 minutes to re-analyze the stages of the two-handed backhand technique and show the movement from slow to fast.

3.3.2.3. After class

The purpose of teaching sports is always to practice movements and apply learned techniques in competition. Therefore, analyzing movement techniques in video clips is a way to help learners understand each technique, thereby having a basis for long-term and effective practice.

So after the lesson, the learner's task is to practice the technique of Polishing backhand smoothly.

Usually, the instructor will continue to provide famous match links for learners to continue studying, imitating, and practising.

After practising well on their own, the groups will continue to work (outside of school hours) by going back to each member's movement technique. Video clips will be broadcast, and the whole group will analyze and gives suggestions for each person's move-

ments (based on a comparison with the movement technique video posted on the Youtube channel of the Faculty of Physical Education). This way will help you analyze and evaluate the right and wrong levels in the initial movement technique and make suggestions to correct your mistakes in groups. Cases of disagreement on opinions are recorded to seek the professional opinions of the lecturers.

4. Conclusions and recommendations

4.1. The effectiveness of the case study method for teaching tennis

After applying the teaching of movement techniques by the case study method, the quality of teaching has improved markedly. Some direct effects, such as class time, take place vividly and intuitively. Learners actively occupy knowledge through multi-sensory movement, independent of the lecturer's teaching and then

try to remember and imagine, similar to the traditional teaching process. Thanks to the quick and effective acquisition of movement technique principles, the practice of movement techniques also takes place smoothly. The instructor deployed the training activities gently without groping from the theory — teaching through actual actions.

In addition, after directly studying the situation, learners can form a habit of self-study, arise the need to search for resources for self-study activities, and practice self-training to improve their skills and advance to the competition. This method stimulates learners' interest in learning; learners are no longer passive towards learning physical education. When there is an interest in learning and training, the studying no longer has the psychology of sub-subjects, conditional subjects, and the meaning of physical education is also really promoted in teaching.

In addition to qualitative analysis, we also surveyed the opinions of learners and surveyed participants as follows:

SCHOOL YEAR	QUANTITY	GENDER	
		MALE	FEMALE
2021–2022 (semester 1)	56	26	30
2021–2022 (semester 2)	34	34	0

The total number of students participating in the survey is 90 students. The results obtained are as follows: 100% of the students participating in the survey choose Agree (56%) and Completely agree (44%) with «The case study method makes mastering movement techniques faster, more vivid and more effective» and «The case study method helps learners improve their ability to practice movements», as well as «the case study method makes the lesson more interesting».

Through surveys, it can be initially confirmed that the effectiveness of this method for improving the quality of teaching tennis for non-specialized students in particular and individual sports in general for students studying physical education at university nowadays. In the future, we will continue to carry out experimental activities and other quantitative studies to confirm more clearly.

4.2. Some proposal

Teaching by case study method is not new, but it is pretty strange for physical education modules. The article's author has done this for many semesters and found the positive effects of this method, so he wants to apply it on a large scale. For the best performance, the necessary conditions for the physical education department are to be fully equipped with presentation equipment such as projectors with loudspeakers or widescreen televisions to analyze discussion situations. At the same time, the internet connection must be strong, meeting good access to social networking platforms such as Youtube or other global data channels.

References:

1. AL.Secuda (1998), The Tennis Handbook (translated book), Da Nang Publishing House.
2. Boehrer, J. (1995). How to teach a case. Kennedy School of Government Case Programme, Case No C18-95-1285.0 <http://www.ks-gcase.harvard.edu>
3. Charles Applewhaite (2000), Practice 500 Tennis techniques (translated book), Sports Publishing House, Hanoi.
4. Tran Quoc Doan (editor) (2006), The Law of Tennis, Sports Publishing House, Hanoi.
5. Bac Ninh Sports University (2011), Tennis — Techniques and training methods, Sports Publishing House, Hanoi.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 22 (417) / 2022

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

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 15.06.2022. Дата выхода в свет: 22.06.2022.

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

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

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

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

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