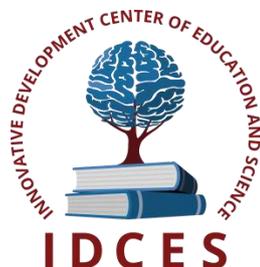


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные проблемы технических наук в России и за
рубежом**

Выпуск IV

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 февраля 2017г.)**

г. Новосибирск

2017 г.

УДК 62(06)
ББК 30я43

Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 4. г. **Новосибирск**, 2017. 84 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г. **Новосибирск**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© ИЦРОН, 2017г.
© Коллектив авторов

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| СЕКЦИЯ №1. | |
| ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01) | 6 |
| ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО НАНЕСЕНИЮ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ Чагина А. В., Большаков В. П. | 6 |
| СЕКЦИЯ №2. | |
| ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)..... | 15 |
| ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАУКОЕМКОЙ ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ Дмитриевский Б.С., Дмитриева О.В., Разиева В.Р., Сивова М.В. | 15 |
| СЕКЦИЯ №3. | |
| ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00) | 17 |
| ПРОБЛЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ Карась Б.А. | 17 |
| СЕКЦИЯ №4. | |
| МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) | 19 |
| КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПО УРОВНЮ УГЛОВЫХ УСКОРЕНИЙ ИНЕРЦИОННЫХ МАСС Лихачёв Д.С. | 19 |
| СЕКЦИЯ №5. | |
| ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)..... | 25 |
| АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ Петухова С.Ю. | 25 |
| АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР СЕВЕРА Солнцев Г.Е. | 28 |
| СЕКЦИЯ №6. | |
| ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)..... | 32 |
| СЕКЦИЯ №7. | |
| МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00) | 32 |
| ОЦЕНКА ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРНА Пачурин В.Г., Галкин В.В., Филиппов А.А., Пачурин Г.В. | 32 |
| СЕКЦИЯ №8. | |
| ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)..... | 36 |
| АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ДЛЯ ПАР ТРЕНИЯ С КЕРАМИЧЕСКИМИ ТОРМОЗНЫМИ ДИСКАМИ Кулик В.И., Нилов А.С. | 36 |

| | |
|--|-----------|
| ПРИМЕНЕНИЕ ФРИКЦИОННЫХ КЕРАМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ В УЗЛАХ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ Нилов А.С., Кулик В.И. | 39 |
| ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ Филина О.А., Галиуллин Д.Р., Гараева А.Р. | 43 |
| СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)..... | 45 |
| СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)..... | 45 |
| ПЕНОСТЕКЛО. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ Заморов А.А, Сапрыгина Ю.В., Ковалёв А.В., Потехин А.А. | 45 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ВИНТОВЫХ СВАЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Калмыков С.А. APPLICATION OF SCREW PILES UNDER CONSTRUCTION TEMPORARY BUILDINGS Kalmikov S.A. | 48 |
| РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Ковалев А.В., Заморов А.А., Сапрыгина Ю.В., Хачатурян Ф.А. | 50 |
| СОВЕТСКАЯ СИМВОЛИКА НА ФАСАДАХ ПЕТРОЗАВОДСКА Крылова О.И., Антонова П.И., Огнева А.С. | 53 |
| СЕКЦИЯ №11. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00) | 58 |
| СЕКЦИЯ №12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)..... | 58 |
| РЕСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ВЕТЧИННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЯСА КРОЛИКОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЮРЕ ТОПИНАМБУРА Шинкарева С.В., Княжеченко О.А. | 58 |
| СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)..... | 59 |
| СЕКЦИЯ №14. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)..... | 59 |
| МНОЖЕСТВЕННАЯ ГРУППОВАЯ ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА С ОБЩЕЙ ЗАГОТОВКОЙ НА СТАНКАХ С УПРАВЛЕНИЕМ ОТ ПК Бронякина А.А., Кондратьев Е.М. | 59 |
| РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАРКОЗА НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ Ямпиллов С.С., Потемкина Т.Ф., Хараев Г.И., Балданов В.Б. | 65 |
| СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)..... | 68 |

| | |
|---|-----------|
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ АСИНХРОНИЗИРОВАННОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ Тутаев Г. М., Юшков И.С., Бобров М.А. | 68 |
| СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)..... | 73 |
| УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ (ОПИЛОК) НА СТАНЦИИ НОВАЯ ИГИРМА Шнитуленко Ю. А., Власова Н. В. | 73 |
| СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)..... | 75 |
| СЕКЦИЯ №18. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) | 75 |
| АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Бакулина А.Н., Белая М.Н., Деревягина Е.Н. | 75 |
| СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08) | 78 |
| СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) | 78 |
| СЕКЦИЯ №21. МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)..... | 78 |
| ОПИСАНИЕ ВЫБОРА ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛООБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ И РАССТАНОВКИ ГЛАВНЫХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ПЕРЕБОРОК С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Артюшина Т.Г. | 78 |
| ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД..... | 82 |

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО НАНЕСЕНИЮ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ

Чагина А. В., Большаков В. П.

(Чагина А. В. НИУ ИТМО, РФ, г. Санкт-Петербург;
Большаков В. П. СПГЭТУ, РФ, г. Санкт-Петербург)

Одним из частных результатов введения последних поколений государственных стандартов высшего образования стало очередное неразумное сокращение объема аудиторных часов по дисциплинам инженерно-графической направленности. Даже с учетом полного использования ресурсов на самостоятельную работу началось снижение уровня формируемых образовательных и профессиональных компетенций, ориентированных на использование современных cad-систем.

В комплексе мер, которые могут приблизить подготовку студентов в рамках курса инженерная и компьютерная графика к уровню развития современных cad-систем можно выделить использование тестовых заданий по основам 3d-моделирования [1], других тестовых заданий [2]. В статье рассматриваются разработанные тестовые задания, которые можно использовать как домашние задания, так и для текущего контроля умений правильного нанесения размеров. предлагается способ проверки правильности нанесения размеров на чертежах тестового задания.

1. Полуавтоматическое нанесение размеров

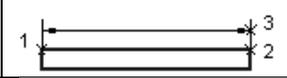
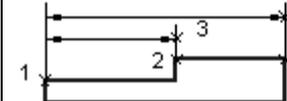
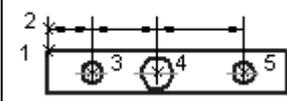
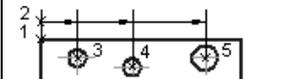
Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. размер на чертеже — число, показывающее истинную величину изделия или его элементов независимо от масштаба и точности.

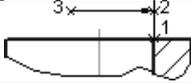
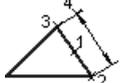
Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Размеры бывают четырех основные типы: линейные, угловые, диаметральные, радиальные. линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые двумерные редакторы cad-систем предоставляют средства нанесения размеров. наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. в этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку. на основе этих данных система автоматически формирует выносные и размерные линии и рассчитывает размерное число. вид размеров и способов их ввода в базу данных определяется набором размерных переменных. размерными переменными можно управлять. В большинстве систем предусматривается возможность создания ассоциативных размеров, которые автоматически пересчитываются и перерисовываются при редактировании соответствующих фрагментов изображений.

Размеры линейные. В табл. 1 перечислены типы линейных размеров, полуавтоматическое нанесение которых обеспечивается в двумерных редакторах.

ТАБЛИЦА 1

| Тип линейного размера | Пример нанесения размера |
|----------------------------------|--|
| Обычный |  |
| Несколько размеров от общей базы |  |
| Цепь размеров |  |
| С общей размерной базой |  |

| | |
|---|--|
| С обрывом размерной линии |  |
| Параллельный (размерная линия параллельная отрезку 12) |  |
| Повернутый (размерная линия повернута на заданный угол) |  |

При вводе обычного (одиночного) горизонтального или вертикального размера необходимо указать точки 1 и 2 выхода выносных линий и точку 3 пересечения размерной линии со второй выносной линией. Система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию - перпендикулярно им. если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически будут сформированы снаружи выносных линий.

Если нужно, чтобы размерная надпись сформировалась автоматически с простановкой качества и значений допусков, то пользователю следует выбрать из меню параметров задание качества.

Если отсутствует необходимость автоматического формирования размерной надписи, то текст надписи вводит пользователь, при этом по умолчанию предлагается надпись, содержащая только точное значение размера, измеренное по координатам выносных линий.

Система автоматически определяет длину введенной размерной надписи, исходя из параметров текста. Если надпись помещается между выносными линиями, запрашивается подтверждение на такое ее размещение. В противном случае или при отказе пользователю предлагаются следующие варианты:

1. указать положение надписи (по умолчанию);
2. разместить надпись на полке;
3. ручное размещение надписи.

Размеры угловые. На рис. 1 схематично показаны пять типов угловых размеров. при вводе обычного (одиночного) углового размера отмечаются два непараллельных отрезка, между которыми нужно нанести размер, затем точка на размерной дуге, положение которой определяет радиус и сектор размерной линии. "резиновые" окружности и радиус указывают текущее положение размера



рис.1

на чертеже. Режим установки параметров размера аналогичен рассмотренному ранее случаю нанесения линейных размеров. При автоматическом вводе размерной надписи в ней будут проставлены знаки градуса и минуты, а в случае ручного ввода текста эти символы должен вводить пользователь.

Размеры диаметральные можно проставлять только на окружности или дуге. Для ввода диаметрального размера необходимо указать точку на элементе. размерная линия пройдет через центр дуги или окружности и указанную точку. Последовательность выбора параметров размера такая же, как и при простановки линейных размеров. знак диаметра подставляется в текст размерной надписи автоматически. при необходимости размерная надпись может быть полностью введена с клавиатуры.

Размеры радиальные сопровождаются прописной буквой *r*, размещаемой перед размерным числом, при этом стрелка на размерной линии должна упираться в дугу. Способ нанесения размера при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения. для ввода нужного типа размера выбирают соответствующий вариант из меню.

- размеры толщины *s* или длины *l* можно нанести при помощи команды линия-выноска.

2.Выполнения тестового задания как домашнего задания

На рис. 2. для варианта 31 представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали.

Необходимо дополнить изображения необходимыми размерами, и в таблице указать их количество. домашнее задание оформляется на трех листах формата а4. на листе 1 изображаются плоские детали 1 и 2.

При изображении деталей целесообразно использование:

- локальных систем координат;
- привязки **по сетке** и режима **изображение сетки на экране**;
- команд **симметрия** и построения массивов.

Вариант 31

| тип размера | количество размеров | | | | |
|--------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| горизонтальный | | | | | |
| вертикальный | | | | | |
| радиальный | | | | | |
| диаметральный | | | | | |
| фасок, прочий | | | | | |
| изображение | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | |

рис. 2

На рис 3 показаны этапы построения изображения плоской детали 1. на первом этапе (рис. 3, а) вводится локальная система координат, изображается дуга $r72$ стилем **осевая** и вспомогательный вертикальный отрезок для задания центра дуг и окружности. далее изображаются 2 окружности и 2 дуги. на втором этапе (рис. 3, б) дважды используется команда **дуга, касательная к кривой**. на третьем участке (рис 3, в) удаляется часть кривой в месте сопряжения дуг радиусов 8 и 80 мм., и выполняется скругление $r8$.

На заключительном этапе выполняется команда **симметрия** и наносятся размеры для получения фрагмента 1 на рис. 4. на рис. 4. показан пример оформления листа 1 домашнего задания.

Создавать изображения на листе 1 целесообразно в параметрическом режиме, при котором параметрические связи и ограничения накладываются автоматически [3]. в этом случае можно сделать так, чтобы во всех новых графических документах по умолчанию был включен параметрический режим.

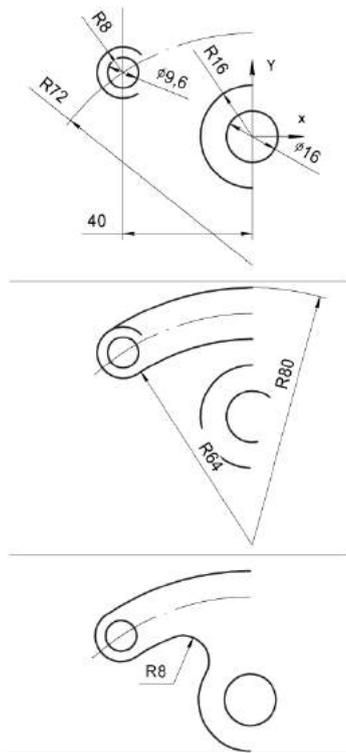


РИС. 3.

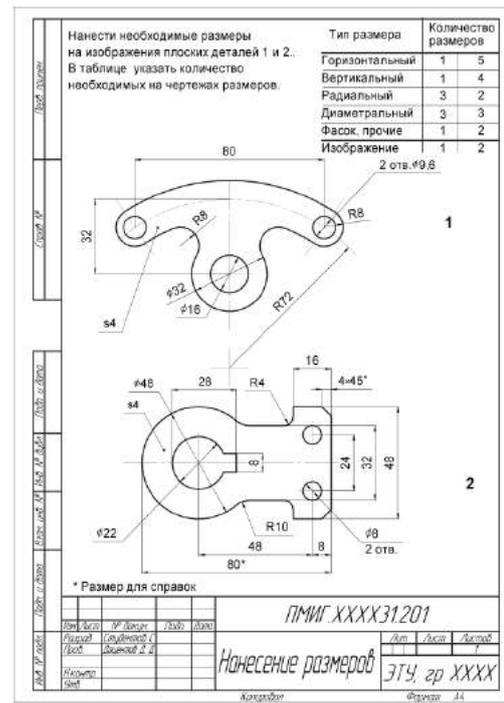


РИС. 4.

Для этого вызовите команду **сервис – параметры... - новые документы – графический документ – параметризация**. На экране появится панель настройки параметрического режима (рис. 5).

Чтобы изменить значение ассоциативного размера (и, соответственно, конфигурацию управляемой им геометрии) необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на тексте надписи размера. на экране появится панель для ввода значения размера в окне **выражение** и при необходимости имени переменной (рис. 6).

На рис. 7 и 8 представлены примеры оформления листов 2 и 3 домашнего задания.

Указанные рисунки показывают, что этапы нанесения размеров на фрагментах 3, 4, 5 (рис. 2) выполняются после создания твердотельных моделей двух деталей и выполнения ассоциативных чертежей по этим моделям. Чтобы создаваемый чертеж полностью соответствовал требованиям ескд, необходимо разрушить ассоциативные связи в видах и выполнить необходимое редактирование.

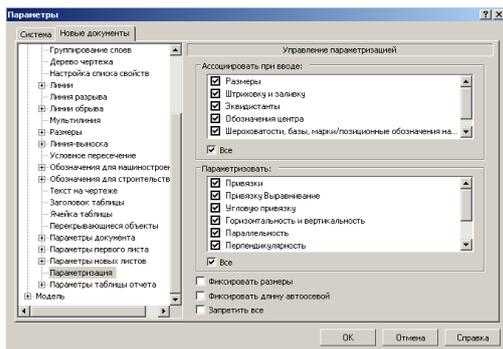


Рис. 5.

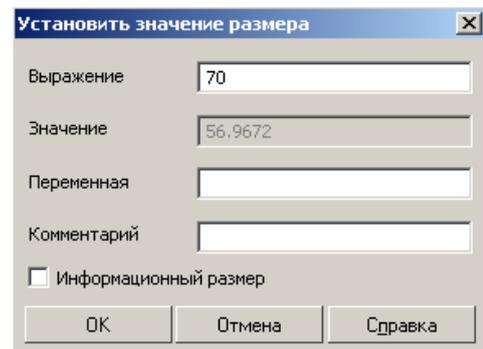


Рис. 6

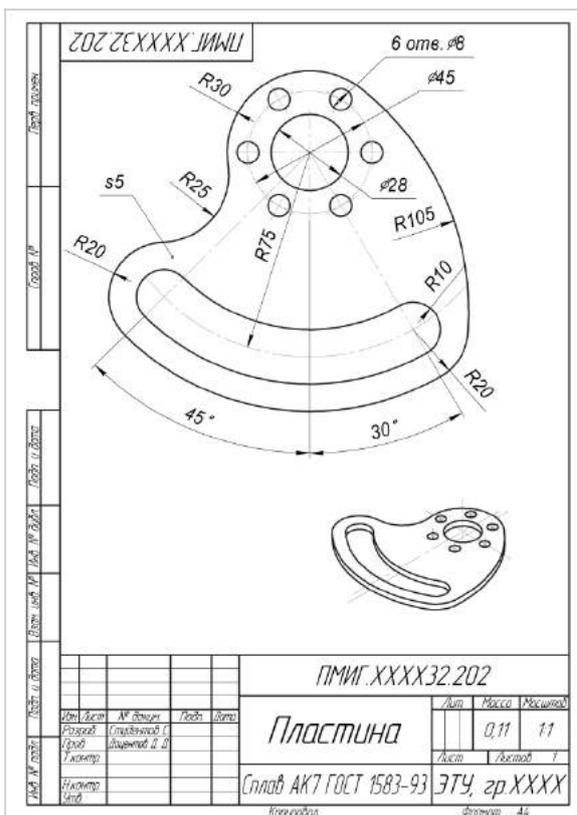


Рис. 7

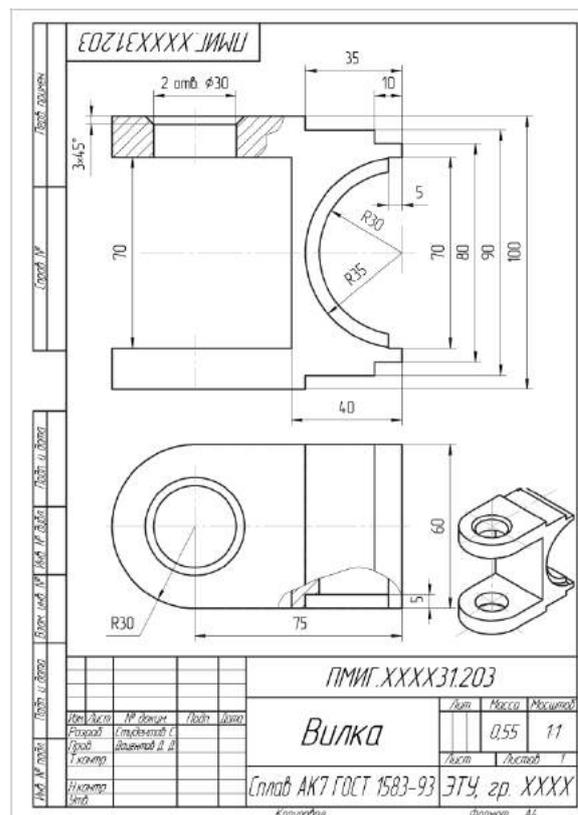


Рис. 8

3. Выполнение тестового задания в компьютерном классе

Разработаны 3 семейства тестовых заданий. для каждого семейства своя формулировка задания, а именно:

тест 1. представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), также главный вид (4) и вид сверху четвертой детали (5). нанесите недостающие размеры. в таблице для каждого изображения укажите количество необходимых размеров для каждого типа размеров (рис. 9).

тест 2. представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), также главный вид (4) и вид сверху четвертой детали (5). нанесите размеры, используя данные о количестве размеров из таблицы. в таблице укажите суммы размерных чисел для 4-х типов размеров. в нижней строке укажите итоговую сумму горизонтальных, вертикальных, радиальных и диаметральных размеров.. (рис. 10).

тест 3. представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), также главный вид (4) и вид сверху четвертой детали. нанесите необходимые размеры. в таблице для каждого изображения укажите количество необходимых размеров для каждого типа размеров (рис. 11).

Каждый студент получает вариант тестового задания в виде файла с расширением *cdw* системы компас-3d. за отведенное время необходимо представленные изображения дополнить размерами и получить правильное решение, показанное на рис. 12.

4. Процедура оценивания результата выполнения тестового задания

Процедуру неавтоматизированного оценивания результата выполнения тестового задания можно разделить на несколько этапов.

1. После выполнения теста 1 или теста 3 обучаемый сообщает преподавателю данные по количеству нанесенных им размеров на каждом из 5-ти изображений. если эти данные отличаются от «норматива», представленного в таблицах на рис. 9 – рис. 11, то тестируемому предлагается продолжить работу до достижения «норматива».

2. Если тестируемый нанес нужное количество размеров каждого типа, то необходима визуальная оценка преподавателем выполненного тестового задания. рис. 13 показывает, что при правильном (рис. 13, а), и неправильном (рис. 13, б) нанесении размеров (размерные числа помечены кружками) количество горизонтальных может быть одинаковым. следует отметить, что показанное ошибочное нанесение размеров встречается в работах студентов

| Нанесение размеров | Вариант 31 | Тип размера | Количество размеров | | | | |
|---|------------|--------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| <p>Представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали. Нанесите недостающие размеры. В таблице укажите общее количество необходимых на каждом изображении размеров.</p> | | Горизонтальный | | | | | |
| | | Вертикальный | | | | | |
| | | Радиальный | | | | | |
| | | Диаметральный | | | | | |
| | | Фасок, прочие | | | | | |
| | | Изображение | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

РИС. 9

| Нанесение размеров | Вариант 31 | Тип размера | Кол-во размеров / Сумма размерных чисел | | | | |
|---|------------|--------------------|---|----------|----------|----------|----------|
| <p>Представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали. Нанесите размеры, используя данные о количестве размерных чисел из таблицы. В таблице укажите суммы размерных чисел для 4-х типов размеров. В нижней строке укажите итоговую сумму горизонтальных, вертикальных, радиальных и диаметральных размеров..</p> | | Горизонтальный | 1 / | 4 / | | 5 / | 1 / |
| | | Вертикальный | 1 / | 4 / | | 5 / | 2 / |
| | | Радиальный | 3 / | 2 / | 8 / | 2 / | 1 / |
| | | Диаметральный | 3 / | 3 / | 2 / | | |
| | | Фасок, прочие | 1 | 2 | 3 | 1 | |
| | | Изображение | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Сумма размерных чисел | | | | | | | |

РИС. 10

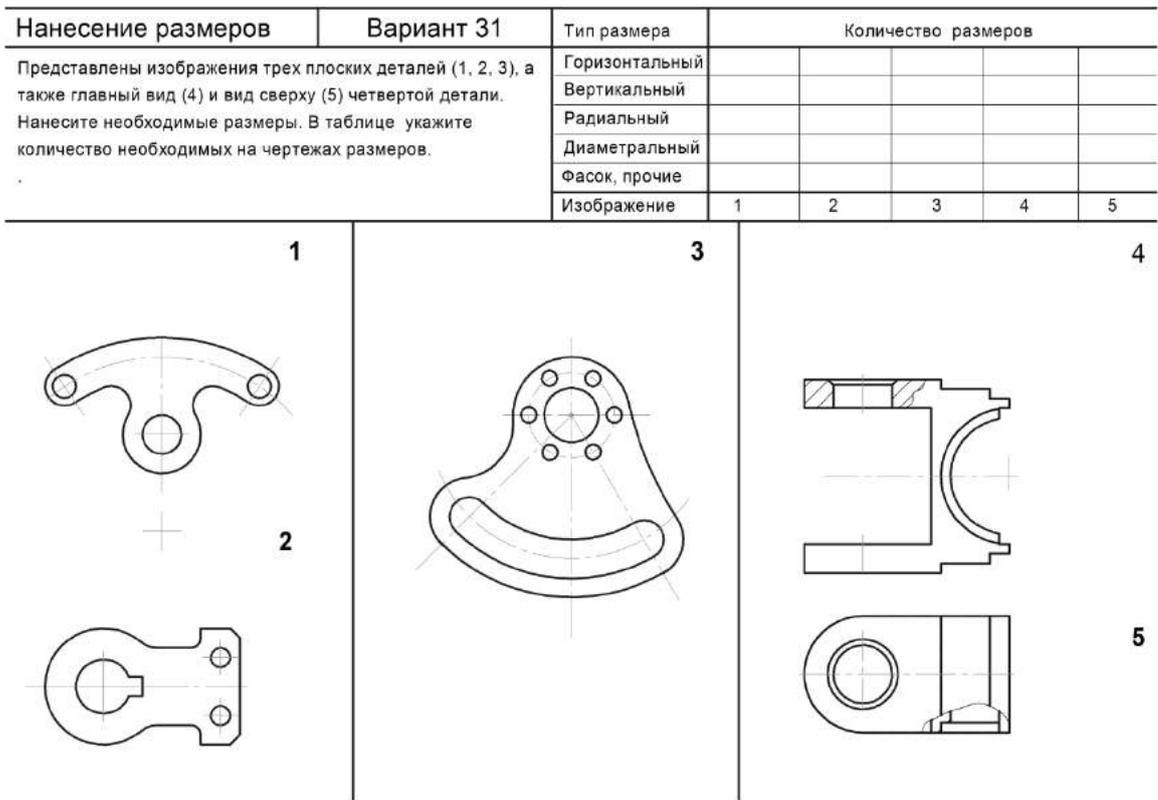


Рис. 11

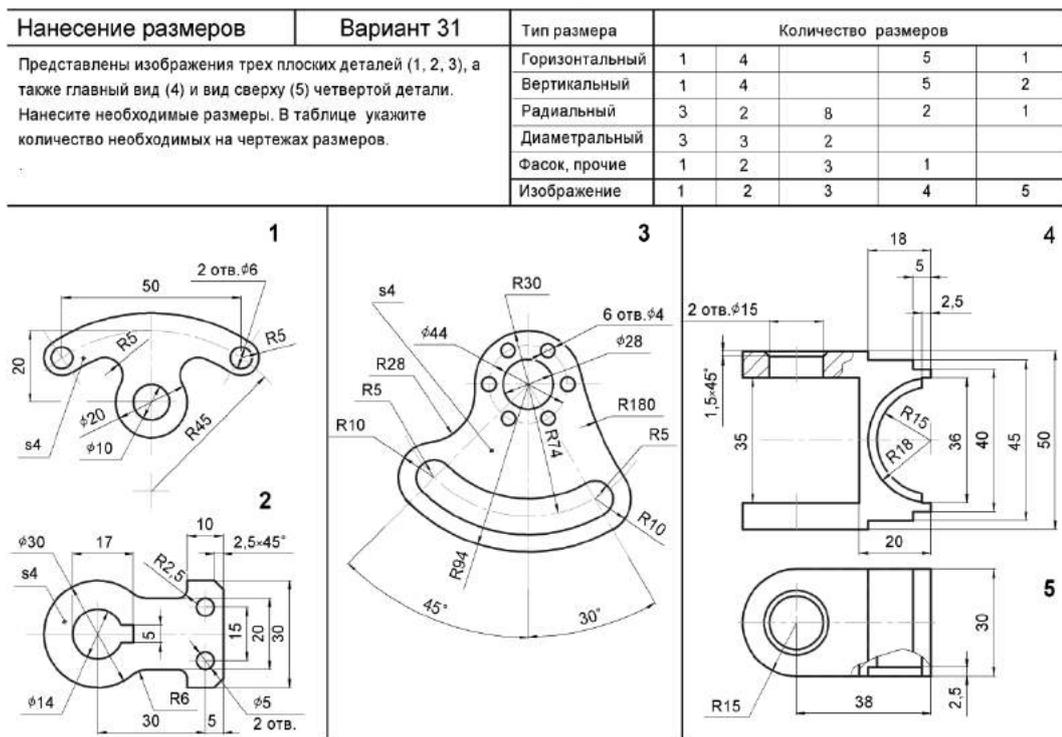


Рис. 12

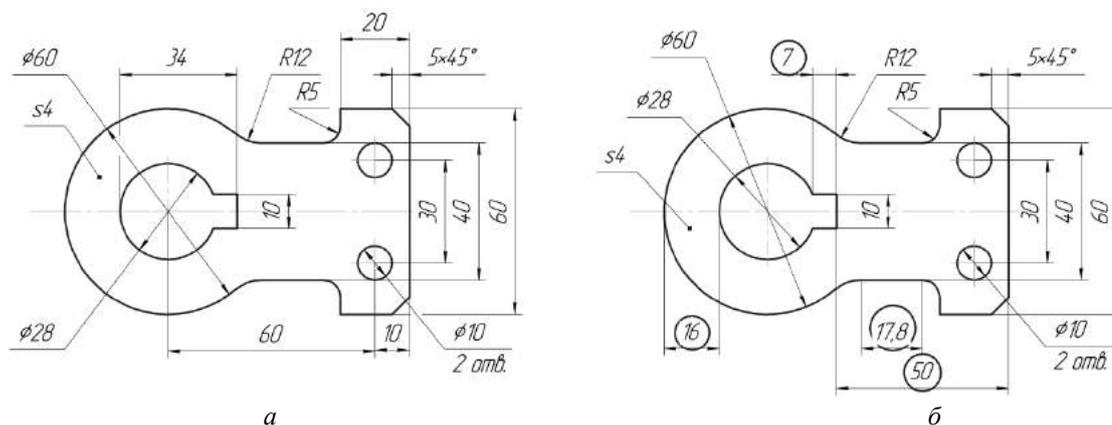


Рис. 13

3. Предпосылкой для автоматизированного контроля правильности выполнения тестового контроля является суммирование размерных чисел для каждого из 4-х типов (горизонтальные, вертикальные, радиальные, диаметральные) размеров. При правильном нанесении горизонтальных размеров эта сумма равна 124 мм, для неправильного – 80,8 мм. Совпадение этих сумм при правильном и неправильном нанесении размеров невозможно

4. После выполнения теста 2 учащийся сообщает преподавателю данные об итоговой сумме горизонтальных, вертикальных, радиальных и диаметральных размеров. Если эти данные отличаются от «норматива», то тестируемому предлагается продолжить работу до достижения «норматива». В табл. 2 представлены данные по суммированию размерных чисел на изображениях рассматриваемого варианта 31. Очевидно, что любые ошибки при нанесении размеров отразятся в рассчитанных суммах размерных.

Таблица 2

| Тип размера | Количество размеров / Сумма размерных чисел | | | | |
|-----------------------------|---|----------|----------|----------|----------|
| Горизонтальный | 1 / 50 | 4 / 62 | | 5 / 60,5 | 1 / 38 |
| Вертикальный | 1 / 20 | 4 / 70 | | 5 / 206 | 2 / 32,5 |
| Радиальный | 3 / 55 | 2 / 8,5 | 8 / 362 | 2 / 33 | 1 / 15 |
| Диаметральный | 3 / 30 | 3 / 49 | 2 / 32 | | |
| Фаска, прочие | 1 | 2 | 3 | 1 | |
| Изображение | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая сумма размерных чисел | 155 | 269,5 | 394 | 299,5 | 85,5 |

Предложенный способ контроля правильности нанесения размеров на изображениях тестового задания по суммам размерных чисел может основой для автоматизированного контроля правильности нанесения размеров.

5. Подготовка исходных данных на двухпроекционном графическом фрагменте

На рис. 14, а и рис. 14, б показаны 2 варианта правильного нанесения размеров. Количество размеров для каждого варианта свое, так как zenковка на рис. 14, а определяется единственным размером фаски, а на рис. 14, б двумя размерами – горизонтальным *диаметр* 24 и угловым 90°.

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАУКОЕМКОЙ ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Дмитриевский Б.С., Дмитриева О.В., Разиева В.Р., Сивова М.В.

ФГБОУ ВО «ТГТУ», РФ, г. Тамбов

Рассмотрим информационную модель наукоемкой инновационно-производственной системы, включающей результаты научно-исследовательской, опытно-конструкторской, инновационной, финансово-хозяйственной, управленческой деятельности в разрезе центров ответственности, обеспечивающих «наблюдаемость» объекта, и предназначенную для разработки долгосрочных планов, управления основной производственной деятельностью и технологическими процессами.

Построим схему информационной модели инновационно-производственной системы наукоемкого предприятия (рис. 1).

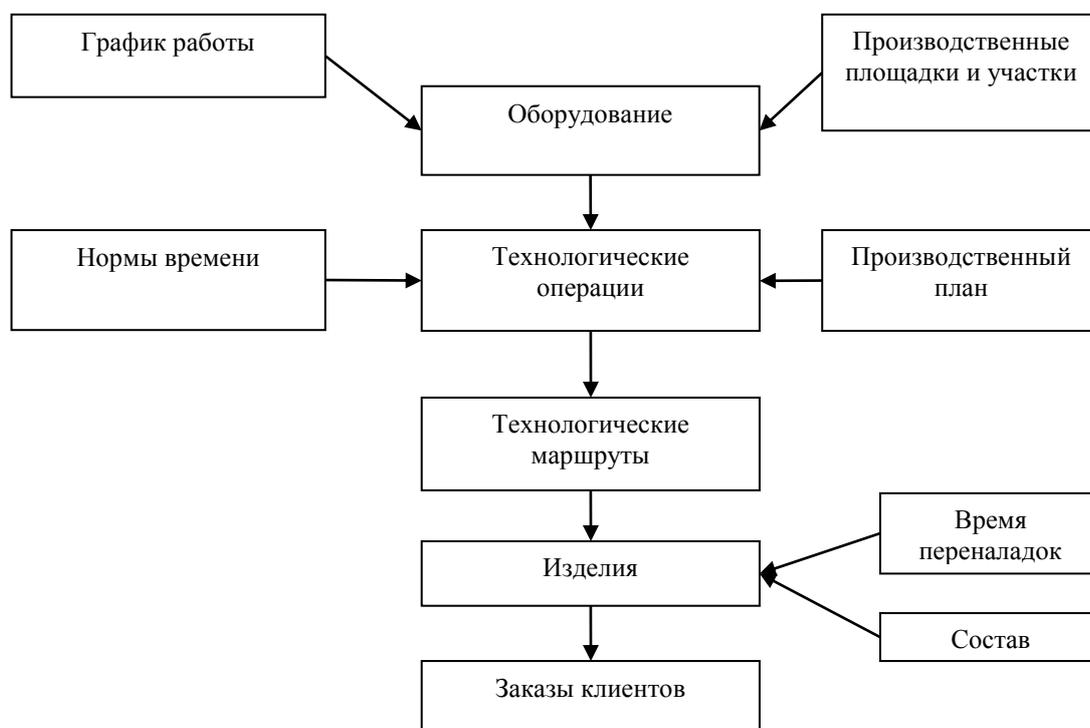


Рис. 1 – Схема информационной модели инновационно-производственной системы наукоемкого предприятия

График работы оборудования. График работы оборудования используется для описания периодов работы линий, они позволяют указать все рабочие интервалы линий с 00:00 до 24:00 на все дни недели. Таким образом, можно учесть паузы и перерывы в работе и сделать график максимально реалистичным. При этом можно создавать несколько графиков для их последующего назначения на разные линии или для их использования в разные интервалы времени. При расчете плана принимается во внимание фонд рабочего времени линии, ограниченный графиком.

Производственные площадки и участки. Основное назначение площадок – это идентификация разных, в том числе территориально удаленных промышленных площадок. Между площадками можно задать матрицу перемещений, в которой указывается время транспортировки с одной площадки на

другую. Каждая технологическая линия привязывается к той промышленной площадке, на территории которой она находится. При планировании время перемещения рассчитывается автоматически и учитывается при составлении расписания. Участки используются для группировки оборудования по территориальному или учетному признаку. При планировании удобно осуществлять группировки и сортировку по участкам.

Технологические линии и оборудование. Используется двухуровневая модель описания технологического оборудования. На верхнем уровне необходимо описать так называемые *группы оборудования*. Группа оборудования – это логическое объединение однотипного и взаимозаменяемого оборудования. Для группы настраивается ряд параметров используемых при планировании. Например, особый тип совместимости оборудования в рамках одного цикла, который разрешает или не разрешает параллельную работу двум линиям в одной группе.

Второй уровень – технологические линии. В этом случае в систему вводится перечень всех доступных для производства технологических линий, объединенных в группы. Количество линий в группе не ограничено. Для каждой линии в группе указывается её тип, площадка, участок и календарь работы линии.

Технологические операции. Технологические линии надо объединять в группы для того, чтобы создать системе ИС пространство для оптимизации, которая начинается с выбора технологической линии для выполнения первой операции.

Технологические операции являются важной частью информационной модели. На уровне операций даётся описания нормативов времени: штучное (производительность изделий в единицу времени), время ожидания до или после операции (подготовительное и заключительное). Также для операции указывается группа линий или конкретная линия, на которой операция может быть выполнена. При этом допускаются следующие варианты:

1. Операция может быть выполнена на любой линии из группы. Штучное время одинаково для всех линий в группе. При планировании система выбирает первую свободную линию из группы и назначает её на выполнение операции. Переброска операции между линиями в рамках группы выполняется без ограничений. Пространство для проведения оптимизации (выбор незанятого оборудования и т.д.) очень широко.

2. Операция может быть выполнена на любой линии из группы. Штучное время различно для всех (или некоторых) линий в группе. При планировании система выбирает из списка доступных линий свободную, но с наибольшей производительностью и назначает её на выполнение операции. При необходимости можно вручную перебросить операции между линиями в рамках группы. При этом время выполнения операции при перемещении с более быстрой линии на более медленную будет рассчитано автоматически. Пространство для проведения оптимизации (выбор незанятого оборудования) широко.

3. Операция может быть выполнена на некоторых линиях из группы. Штучное время зависит от линии. Это вариация на предыдущий пункт, с тем отличием, что в списке используемых машин задаются не все линии из группы, а лишь некоторые из них.

4. Операция может быть выполнена только на одной линии из группы. В этом случае в списке используемых линий указывается лишь одна.

Технологические маршруты. Технологический маршрут представляет собой список, в котором указано, какие операции должны быть выполнены и в какой последовательности. Так же технологический маршрут описывает связи между операциями.

Для описания операции на маршруте, используется понятие фазы. Фаза – это технологическая операция, имеющая порядковый номер на маршруте.

Для корректировки времени выполнения операции на конкретном маршруте может быть использован коэффициент времени и количества. Использование коэффициента времени позволяет существенно уменьшить размер справочника операций, если для разных маршрутов или номенклатур время выполнения варьируется.

Между фазами операций задаются связи, разрешающие или нет наличие временных разрывов между ними. В ИС существуют следующие типы связей:

1. Связь «Последовательно» – наличие временных разрывов между операциями допускается и их длительность ни чем не лимитируется.

2. Связь «С перекрытием» позволяет описать процессы, где потребление одного полуфабриката начинается после того, как на предыдущей операции было изготовлено некоторое, но не всё, количество.

Перекрытие бывает по количеству, времени с момента начала операции или выполненному количеству в процентах от общего объёма.

3. Связь «Синхронизация» – очень жесткий тип связи, когда после завершения одной операции немедленно должна начать следующая. Пролёживание полуфабриката между операциями недопускается. Впрочем, есть один из типов синхронизации, при котором можно назначить интервал времени, когда полуфабрикат может ждать в очереди на обработку. Этот тип активно используется для процессов, где критичным является соблюдение срока годности полуфабриката. В этом случае ИС будет планировать занятость линий так, чтобы не допустить его нарушения.

Справочник изделий и рецептур. *Основанием для запуска производства является производственный заказ, в числе прочих содержащий код изготавливаемого изделия. Информация о том, что готовится к производству, является основной для системы планирования.*

В справочнике изделий описывается вся номенклатура, используемая в производстве, потребление или выпуск которой необходимо планировать.

Создание информационной модели инновационно-производственной системы наукоемкого предприятия позволит: рассчитать потребности в ресурсах для обеспечения клиентских заказов и визуализировать распределение сырья и материалов по оборудованию в рабочую смену; проследить на каком оборудовании сейчас выполняется заказ, оценить производительность по ряду показателей, таких как загрузка, процент вовремя отгруженных заказов, занятость, время наладки, время работы, время простоя линии, определить, будет ли заказ выполнен в срок с учетом производительности оборудования.

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

ПРОБЛЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Карась Б.А.

СТТУ им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов

Задача распознавания образов постоянно сопровождает человека в его жизни и деятельности.

С развитием техники, в том числе вычислительной, появилась возможность решения новых технических и технологических задач, ускорения обработки данных, повышения качества результата, в том числе, развитие роботизированных систем. Однако, обеспечить высококачественный однозначный результат в некоторых актуальных задачах (распознавание рукописного текста, быстро движущихся подобных по многим параметрам объектов,) в настоящее время не удается.

К простейшим задачам распознавания образов относится построение классификаторов. Когда объекты должны группироваться по конкретному, часто достаточно ограниченному, набору параметров. Математически это означает решение экстраполяционных задач, по параметрически заданным функциям.

На системе распознавания образов построено много уже работающих информационных систем: идентификация личности по биометрической информации, видеофиксация дорожного движения и т.д.

Работы по созданию искусственного интеллекта, искусственных систем управления, по проектированию компьютеров пятого поколения, обеспечивающих непосредственное общение с человеком на естественных для него языке, в том числе, посредством речи, невозможны без решения задачи распознавания. Именно поэтому решением проблемы занимаются специалисты различных отраслей знания: математики, кибернетики, психологи, нейрофизиологи, экономисты.

Распознавание образов - это задача идентификации объекта или определения каких-либо его свойств по определенным характеристикам.

Так как понятие множества является абстрактным, принято в компьютере представлять множество набором неповторяющихся однотипных элементов, обладающих интересующими нас признаками.

Мы вводим разрешающее правило, позволяющее отнести исследуемый объект к какому-либо образу, примем так, чтобы метрика (расстояние) между ними было минимальным. Принято задавать элементы набором чисел, а метрику - функцией. Выбор представления образов и точность построения и

реализации метрики определяют эффективность компьютерной программы. При этом, один алгоритм распознавания с различным подбором метрики будет ошибаться с разной частотой.

На основе выработки алгоритма «улучшения» процесса распознавания строится процесс обучения системы.

Принято выделять три наиболее распространенных метода распознавания образов:

Метод перебора, сравнивающий объекты с базой данных, где для каждого вида объектов представлены всевозможные модификации отображения.

Метод анализа характеристик образа, задаваемых как основные параметры при исследовании.

Метод использования искусственных нейронных сетей, наиболее точный, эффективный и производительный. Однако он более трудоемкий в подготовительный период или требует специального структурирования под конкретную задачу.

При решении инженерных задач чаще всего используется статистический подход, предполагающий, что все объекты являются элементами вероятностного пространства, а их характеристики - набор случайных величин. В этом случае возможно использование методов классического статистического анализа и теории корреляции. Задается гипотеза, исследуется ее достоверность (на прецедентных данных) исследуется ее достоверность, определяется доверительный интервал. На основе такого подхода построены и широко используются алгоритмы и методы кластерного, дискриминантного анализов, непараметрической регрессии. Однако, наиболее часто используемые статистические алгоритмы (линейный дискриминант Фишера, парзеновское окно, EM-алгоритм, метод ближайших соседей, байесовские сети доверия) являются достаточно эвристичными и допускают не статистические интерпретации.

Нейронные сети являются как инструментом решения задач распознавания образов, но применяются в исследованиях по сжатию изображений, ассоциативной памяти, что относится к отдельному разделу кибернетики и робототехники. Сегодня для распознавателя НС представляют собой параметрически заданное, специфически определенное, множество отображений, которое в этом смысле не имеет каких-либо существенных преимуществ над многими другим применяемыми моделями обучения.

В последнее время при распознавании образов достаточно часто применяется теория графов и методы математической логики и предикатов. Однако, использование такого подхода требует специальной математической подготовки высокого уровня и, часто невозможно для инженеров.

Для задач распознавания можно выделить характерные черты:

- это информационные двухэтапные задачи (преобразование исходных данных к виду, удобному для распознавания; решение задачи распознавания - определение принадлежности объекта определенному классу);

- в них возможно введение понятий аналогии или подобия объектов и формулировать правила, на основании которых объекты распределяются по классам: - в них возможно оперировать набором прецедентов-примеров, классификация которых известна и которые в виде формализованных описаний могут быть присоединены к алгоритму распознавания в процессе настройки на задачу в процессе обучения;

- для них практически отсутствуют формальные теории и сложно использовать классические математические методы.

Одной из основных проблем развития и применения искусственного интеллекта остаётся проблема распознавания звуковых и визуальных образов. Однако, коммуникационные каналы уже сейчас позволяют создавать системы, решающие эту проблему с помощью сетей, которые могут помочь роботам в непрерывном режиме.

Профессия инженера систем распознавания образов на базе социальных сетей будет востребована уже в ближайшем будущем и до тех пор, пока системы ИИ не будут способны сами пройти тест на основные психологические тесты.

Работа инженера скоро будет заключаться в том, чтобы организовать процесс приема-передачи пользователям нераспознанных визуальных или звуковых образов в цифровом формате, верификации полученных данных и отправке распознанного слова или образа обратно системе ИИ.

Список литературы

1. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. - М.: Наука, 2004. - 384 с.

2. Абламейко С. В., Краснопрошин В. В., Образцов В. А. Модели и технологии распознавания образов с приложением в интеллектуальном анализе // Вестник БГУ. Сер. 1. 2011. № 3 С. 62-72.
3. Горбань А., Россиев Д. Нейронные сети на персональном компьютере. //Новосибирск, Наука, 1996. – С 114 – 119.
4. Журавлев Ю.И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации // Проблемы кибернетики. М.: Наука, 2005. - Вып. 33. С. 5-68.
5. Журавлев Ю.И. Избранные научные труды. – Изд. Магистр, 2002. - 420 с.
6. Мазуров В.Д. Комитеты систем неравенств и задача распознавания // Кибернетика, 2004, № 2. С. 140-146.
7. Краснопрошин В. В., Образцов В. А. Двухуровневые модели алгоритмов распознавания // Журнал вычислительной математики и математической физики. М. : Наука,1985. Т. 25. № 10. С. 1534–1547.
8. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. - М.: Мир, 2007. - 261 с.
9. Образцов В. А. Локальные методы решения задач распознавания // Тезисы докладов IV Всесоюзной конф. Математические методы распознавания образов Рига, 1989. С.64–66
10. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие. - С-Пб.: Политехника, 2007. - 548 с.
11. Растригин Л. А., Эренштейн Р. Х. Метод коллективного распознавания. 79 с. ил. 20 см., М. Энергоиздат, 2006. – 80 с.
12. Рудаков К.В. Об алгебраической теории универсальных и локальных ограничений для задач классификации // Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. Вып. 1. - М.: Наука, 2007. - С. 176-200.
13. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. - М.: Мир, 2005. - 144 с.

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПО УРОВНЮ УГЛОВЫХ УСКОРЕНИЙ ИНЕРЦИОННЫХ МАСС

Лихачёв Д.С.

ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва

В настоящее время современные тенденции развития автомобилестроения направлены на повышение производительности, скорости и экологичности транспортных средств (ТС). Все изменения, связанные с увеличением мощностных показателей двигателя внутреннего сгорания (ДВС), применением гибридных приводов, совершенствованием конструкции трансмиссии, неизбежно приводят к увеличению интенсивности и расширению спектра вибраций в колесной машине.

Аналитические расчеты показывают, а экспериментальные исследования подтверждают наличие знакопеременных нагрузок в элементах колесных машин. Число отказов, связанных с вибрацией, в машиностроении достигает восьмидесяти процентов. Учитывая высокую стоимость современных изделий и дополнительные затраты на их восстановление в течении ресурса машины, исключение колебаний в трансмиссии ТС является важной и актуальной проблемой современного машиностроения [3].

Проблемы снижения вибронгруженности трансмиссий транспортных машин решается многими отечественными и зарубежными фирмами. Выбор средства уменьшения крутильных колебаний трансмиссии в каждом случае определяется конкретными характеристиками системы и условиями ее эксплуатации. В связи с этим, характер необходимых изменений, связанных с уменьшением динамической нагруженности трансмиссии транспортного средства можно определить по результатам динамического расчета.

В рамках научно-исследовательской работы оценивается динамическая нагруженность трансмиссии автомобиля с комбинированной энергоустановкой (КЭУ). Оценка допустимого уровня вибронгруженности динамической системы осуществляется по угловым ускорениям инерционных масс. Цель представленной

работы заключается в обосновании использования параметра виброускорения не только в роли диагностирования эффектов вибрации, но и в качестве критерия оценки динамической нагруженности трансмиссии.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- определение динамической нагруженности системы на установившихся режимах работы трансмиссии;
- обоснование критерия оценки динамической нагруженности по виброускорениям инерционных масс системы;
- определение параметров и конструктивных средств для исключения опасных резонансных режимов работы трансмиссии.

Объектом исследования представленной работы является девятиступенчатая трансмиссия автомобиля с комбинированной энергетической установкой, разрабатываемого в ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». Рассматриваемый автомобиль оснащен турбированным ДВС V8 мощностью 440 кВт [4].

На Рис. 1 представлена кинематическая схема трансмиссии, в которой приняты следующие обозначения:

моменты инерции элементов системы: $J_{ДВС}$ – момент инерции вращающихся частей ДВС, включая момент инерции маховика; $J_{ЭД}$ – момент инерции вращающихся частей электродвигателя (ЭД); $J_{КП}$ – момент инерции вращающихся частей коробки передач (КП) на рассматриваемой передаче; $J_{РК}$ – момент инерции вращающихся частей раздаточной коробки (РК); $J_{ЗКВ}$ – момент инерции задних карданных валов; $J_{ЗПВ}$ – момент инерции задних приводных валов; $J_{ЗК}$ – момент инерции задних колес; $J_{ПКВ}$ – момент инерции переднего карданного вала; $J_{ППВ}$ – момент инерции передних приводных валов; $J_{ПК}$ – момент инерции передних колес;

упругие звенья с коэффициентами жесткости, из которых: $c_{ЭД}$ – крутильная жесткость ротора ЭД; $c_{КП}$ – крутильная жесткость входного вала КП; $c_{РК}$ – крутильная жесткость входного вала РК; $c_{РК_1}$ – крутильная жесткость выходного вала РК; $c_{РК_2}$ – крутильная жесткость выходного вала РК; $c_{ЗКВ_1}$ – крутильная жесткость первого заднего карданного вала; $c_{ЗКВ_2}$ – крутильная жесткость второго заднего карданного вала; $c_{ЗГП}$ – крутильная жесткость входного вала задней главной передачи; $c_{ЗПВ}$ – крутильная жесткость заднего приводного вала; $c_{ПКВ}$ – крутильная жесткость переднего карданного вала; $c_{ПГП}$ – крутильная жесткость входного вала передней главной передачи; $c_{ППВ}$ – крутильная жесткость переднего приводного вала;

передаточные числа: $i_{КП}$ – передаточное число КП; $i_{РК}$ – передаточное число РК; $i_{ГП}$ – передаточное число главной передачи.

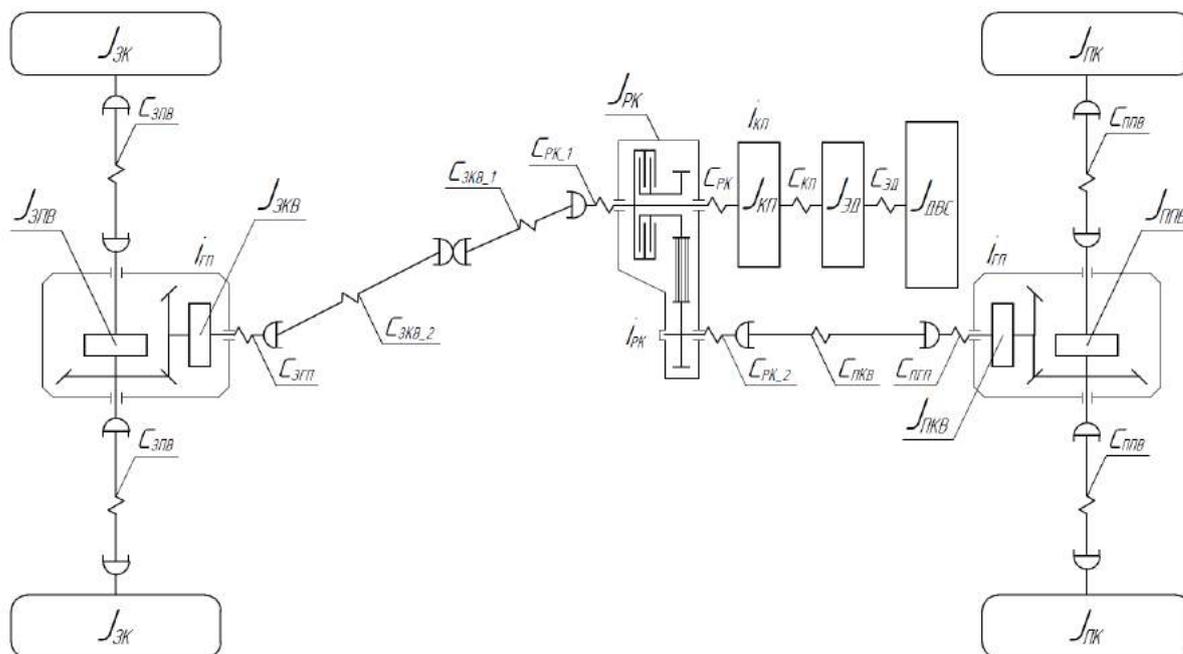


Рисунок 1 – Кинематическая схема трансмиссии исследуемого автомобиля

Определение динамической нагруженности системы на установившихся режимах

Динамическая нагруженность определяется на основе имитационного моделирования динамики пятимассовой системы на установившихся режимах работы. Система дифференциальных уравнений приводится ниже (1).

$$\begin{cases} J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + b_1 \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_1 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = M(t) \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 + b_1 \cdot (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1) + b_2 \cdot (\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) + c_1 \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) + c_2 \cdot (\varphi_2 - \varphi_3) = 0 \\ J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 + b_2 \cdot (\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_2) + c_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) + c_3 \cdot (\varphi_3 - \varphi_4) = 0 \\ J_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 + c_3 \cdot (\varphi_4 - \varphi_3) + c_4 \cdot (\varphi_4 - \varphi_5) = 0 \\ J_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 + c_4 \cdot (\varphi_5 - \varphi_4) = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где: J_1 – приведенный момент инерции вращающихся частей ДВС, включая момент инерции маховика;

J_2 – приведенный момент инерции вращающихся частей электродвигателя;

J_3 – приведенный момент инерции вращающихся частей массы КП;

J_4 – приведенный момент инерции вращающихся частей РК;

J_5 – приведенный момент инерции колесной машины;

b_1 – коэффициент диссипации между маховиком ДВС и ротором ЭД;

b_2 – коэффициент диссипации между ротором ЭД и КП;

c_1 – приведенная жесткость вального участка между маховиком ДВС и ротором ЭД;

c_2 – приведенная жесткость ротора ЭД и входного вала КП;

c_3 – приведенная жесткость входного вала РК;

c_4 – приведенная жесткость карданных валов и полуосей;

$\varphi_1 \dots \varphi_5, \dot{\varphi}_1 \dots \dot{\varphi}_5, \ddot{\varphi}_1 \dots \ddot{\varphi}_5$ – обобщенные координаты и их соответствующие производные;

$M(t)$ – полигармонический суммарный возмущающий момент, создаваемый ДВС.

Исследование выполнено по пятимассовой модели в программном пакете LMS Imagine.Lab Wheel Torque Management Solution [1].

На Рис. 2 приведена блок схема программы расчета динамики системы, включающая в себя пятимассовую модель, источник возмущения и блок управления частотой вращения вала двигателя. В процессе моделирования двигатель разогнался за 20 с от 500 [мин⁻¹] до 6000 [мин⁻¹].

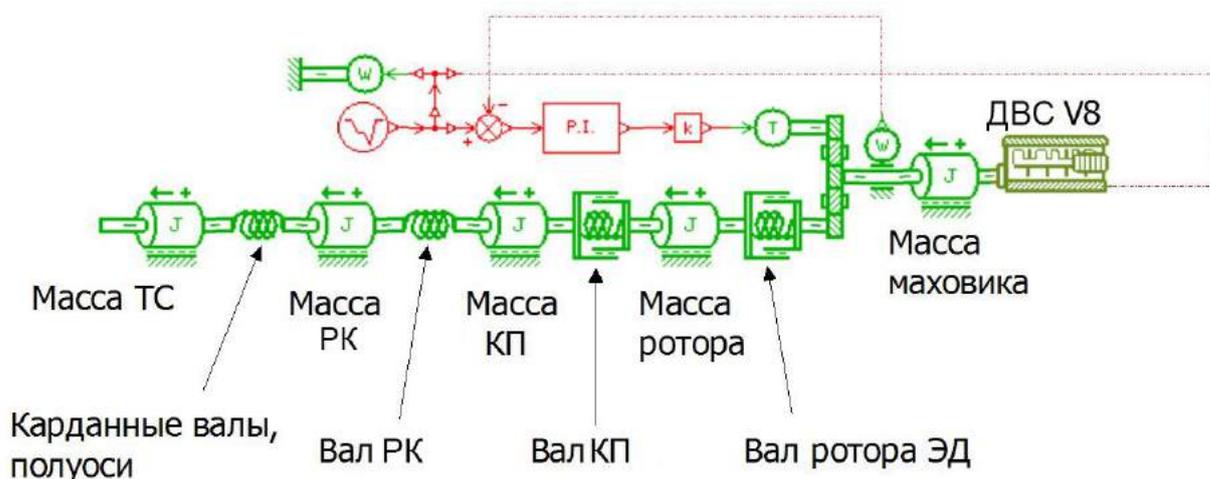


Рисунок 2 – Блок схема программы расчета динамики системы

Результаты моделирования представлены в виде амплитудно-частотного 3D-спектра на каждой из возможных гармоник двигателя (см. Рис. 3).

Результаты обработки полученных данных исследования динамической нагруженности сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты обработки полученных данных исследования динамической нагруженности автомобиля с КЭУ по спектрограмме

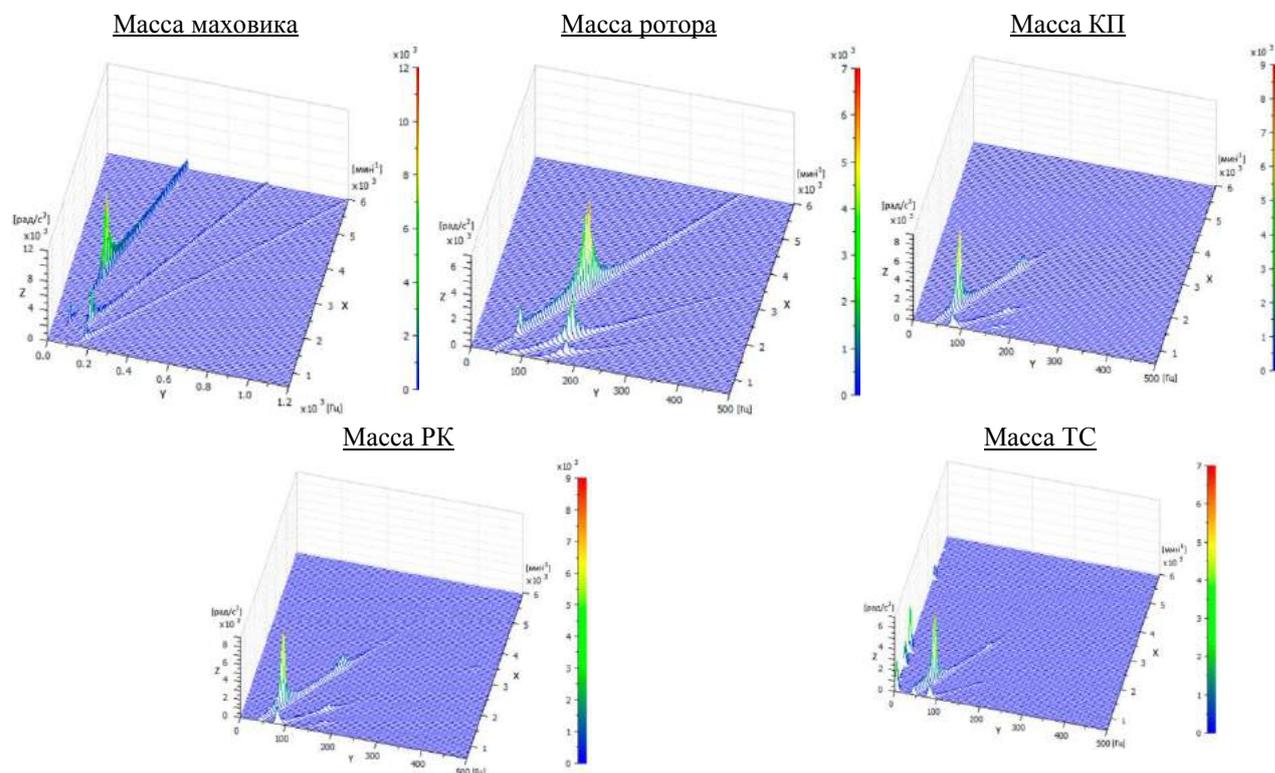
| № передачи | Угловые ускорения инерционных масс, [рад/с ²] | | | | |
|------------|---|----------|-------|------|-----|
| | Маховик ДВС | Ротор ЭД | КП | РК | ТС |
| 1 | 12000 | 7000 | 9000 | 9000 | 7,0 |
| 2 | 12000 | 7000 | 2500 | 2500 | 3,5 |
| 3 | 12000 | 7000 | 4000 | 4500 | 5,0 |
| 4 | 12000 | 5000 | 30000 | 4000 | 5,0 |
| 5 | 12000 | 7000 | 3500 | 2000 | 5,0 |
| 6 | 12000 | 7000 | 800 | 900 | 2,0 |
| 7 | 12000 | 6000 | 5000 | 1200 | 2,5 |
| 8 | 12000 | 6000 | 20000 | 800 | 1,2 |
| 9 | 12000 | 6000 | 3000 | 600 | 2,0 |
| 3X | 10000 | 6000 | 5500 | 6000 | 5,0 |

Рисунок 3 – Амплитудно-частотный 3D-спектр на первой передаче: ось X – частота вращения коленчатого вала двигателя, [мин⁻¹], ось Y – частота колебаний, [Гц], ось Z – угловое ускорение, [рад/с²]

Критерий оценки динамической нагруженности системы по уровню виброускорений

Как правило, максимально допустимая динамическая нагруженность трансмиссии исследуемой механической системы определяется закладываемым в разрабатываемой конструкции коэффициентом динамической нагрузки. В случае, если динамические импульсы, идущие от силовой установки, превысят закладываемый в конструкции механической системы расчетный коэффициент запаса прикладываемой нагрузки, то это приведет к появлению опасных напряжений в деталях трансмиссии и преждевременной поломки конструкции.

В связи с тем, что исследуемая система «ДВС – ЭД – КП – РК – транспортное средство» оснащена автоматической планетарной коробкой передач с фрикционными элементами управления, то возможность передачи динамической нагрузки ограничивается коэффициентом запаса по сцеплению β во фрикционных муфтах.



Для уменьшения поверхностной температуры дисков и снижения динамических нагрузок в трансмиссии автомобилей коэффициент запаса по сцеплению должен иметь небольшое значение, близкое к единице. Как правило, для фрикционных муфт, работающих в масле, значение β лежит в пределах $\beta = 1,1 \dots 1,3$ [2]. Кроме того, с точки зрения управления автоматической коробкой передач, небольшое значение коэффициента запаса по сцеплению позволяет повысить точность управления электромагнитными клапанами гидравлической системы управления коробкой передач. Точность управления фрикционными элементами управления позволяет обеспечить плавность включения передач в КП.

Таким образом, закладываемый в конструкции автоматической коробки передач коэффициент запаса по сцеплению предопределяет, с точки зрения оптимальной теплонагруженности фрикционных элементов управления, динамической нагрузки элементов трансмиссии и плавности включения фрикционных муфт, допустимый уровень углового ускорения ведущих элементов сцепления КП.

Расчет работы буксования фрикционных дисков позволяет определить максимально допустимое значение углового ускорения инерционных масс ведущих элементов коробки передач, которое можно использовать в качестве целевого параметра при выборе способа виброзащиты и определении допустимого предела динамической нагруженности трансмиссии.

Анализ процесса буксования фрикционных дисков показывает, что момент M_ϕ , развиваемый муфтой во втором периоде буксования, возрастает до максимального значения при полном замыкании дисков (см. Рис. 4).

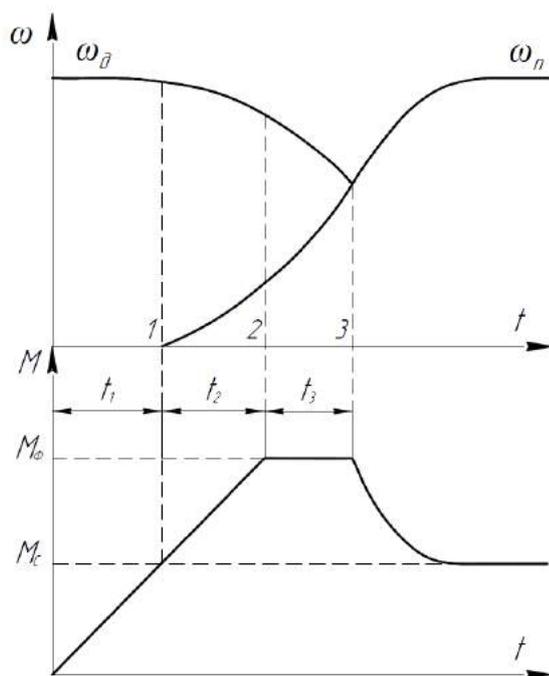


Рисунок 4 – Схема процесса буксования муфты:

M_ϕ – максимальный момент, развиваемый муфтой; M_c – момент сопротивления движению; ω_d – угловая скорость вала ДВС; ω_n – угловая скорость ведомого вала муфты; t_1, t_2, t_3 – время соответствующего периода буксования

Согласно представленной диаграмме (см. Рис. 4), момент M_ϕ , развиваемый муфтой, определяется по формуле (2).

$$M_\phi = M_d + J_d \cdot \varepsilon_d, \quad (2)$$

где: M_d – крутящий момент ДВС, [Н·м];

$M_\phi = \beta \cdot M_d$ – максимальный момент, развиваемый муфтой, [Н·м];

β – коэффициент запаса по сцеплению;

J_d – момент инерции ведущих деталей, [кг·м²];

ε_{∂} – угловое ускорение ведущих деталей, [рад/с²].

Таким образом, рассматривая процесс буксования при передаче полного крутящего момента, максимально допустимое значение углового ускорения ведущих деталей определяется по формуле (3).

$$\varepsilon_{\partial} = \frac{M_{\partial} \cdot (\beta - 1)}{J_{\partial}} \quad (3)$$

Учитывая значения максимального крутящего момента ДВС V8, инерционной массы ведущих деталей и рекомендованное для фрикционных муфт, работающих в масле, значение коэффициента запаса по сцеплению, получаем для исследуемой механической системы допустимый предел углового ускорения инерционных масс ведущих элементов коробки передач $\varepsilon_{\partial} = 1250$ [рад/с²].

Определение рекомендаций по устранению вибронегруженности динамической системы

Из приведенных данных (см. табл. 1) следует, что уровень вибронегруженности всех масс, кроме пятой (имитирующей автомобиль) от двух до двадцати четырех раз превышает допустимый 1250 [рад/с²].

Анализ амплитуд колебаний (см. Рис. 3) показывает, что наиболее критичными являются колебания в диапазоне частот 36,9 ... 79,3 [Гц] с узлом колебаний между ротором и коробкой передач, а также колебания в диапазоне частот 170,1 ... 177,4 [Гц] с узлом между маховиком ДВС и ротором ЭД. На этих частотах колебания происходят с высоким значением амплитуд от 7000 до 12000 [рад/с²].

Для снижения амплитуд крутильных колебаний, смещения резонансных режимов из зоны рабочих частот вращения двигателя и уменьшения их вредного воздействия предлагается динамический способ гашения [5] путем установки между ДВС и ротором электродвигателя гасителя крутильных колебаний (ГКК). В связи с тем, что целевой параметр виброускорений системы определен, для уменьшения амплитуд колебаний были подобраны соответствующие инерционно-жесткостные характеристики ГКК.

Результаты проверочного расчета динамической нагруженности системы с ГКК представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты обработки полученных данных исследования динамической нагруженности автомобиля с КЭУ по спектрограмме

| № передат ки | Амплитуда угловых ускорений инерционных масс, [рад/с ²] | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Маховик ДВС | | Ротор ЭД | | КП | | РК | | ТС | |
| | исходная | с ГКК | исходная | с ГКК | исходная | с ГКК | исходная | с ГКК | исходная | с ГКК |
| 1 | 12000 | 1200 | 7000 | 400 | 9000 | 1000 | 9000 | 1000 | 7,0 | 1,0 |
| 2 | 12000 | 1200 | 7000 | 1000 | 2500 | 800 | 2500 | 800 | 3,5 | 1,0 |
| 3 | 12000 | 1200 | 7000 | 800 | 4000 | 800 | 4500 | 900 | 5,0 | 0,8 |
| 4 | 12000 | 1200 | 5000 | 800 | 30000 | 400 | 4000 | 1200 | 5,0 | 1,6 |
| 5 | 12000 | 1200 | 7000 | 1200 | 3500 | 600 | 2000 | 1000 | 5,0 | 1,6 |
| 6 | 12000 | 1200 | 7000 | 1200 | 800 | 600 | 900 | 600 | 2,0 | 1,0 |
| 7 | 12000 | 1200 | 6000 | 1200 | 5000 | 400 | 1200 | 600 | 2,5 | 1,6 |
| 8 | 12000 | 1200 | 6000 | 1200 | 20000 | 200 | 800 | 500 | 1,2 | 1,2 |
| 9 | 12000 | 1200 | 6000 | 1500 | 3000 | 200 | 600 | 400 | 2,0 | 0,8 |
| 3X | 10000 | 1200 | 6000 | 400 | 5500 | 800 | 6000 | 800 | 5,0 | 3,0 |

Результаты сравнительного анализа динамической нагруженности системы в исходном состоянии и с ГКК показывают, что динамическая нагруженность элементов системы снижается до 10 раз (а в отдельных

случаях, например, для массы КП – до 75 раз). Таким образом, на всех передачах и скоростных режимах работы ДВС достигнуто ограничение амплитуд углового ускорения до 1250 [рад/с²].

Вывод

В качестве критерия оценки допустимого уровня динамической нагруженности системы может быть использован целевой параметр – угловое ускорение инерционных масс ведущих элементов коробки передач, которое можно получить по результатам анализа процесса буксования фрикционных муфт и определения закладываемого в конструкции коэффициента запаса по сцеплению. На примере рассмотренной статьи представлено целевое значение углового ускорения инерционных масс динамической системы автомобиля с КЭУ, которое используется при варьировании характеристик ГКК и дальнейшем снижении вибронагруженности трансмиссии транспортного средства.

Список литературы

1. Гимадиев А.Г., Грешняков П.И., Сияяков А.Ф. LMS Imagine.Lab AMESim как эффективное средство моделирования динамических процессов в мехатронных системах [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. - Электрон. текстовые и граф. дан. (4,8 Мбайт). – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Зельцерман, И. М. Фрикционные муфты и тормоза гусеничных машин / И. М. Зельцерман, Д. М. Каминский, А.Д. Онопко – М.: Машиностроение, 1965.
3. Лихачёв Д.С. Обзор вариантов расположения гасителя крутильных колебаний в транспортных средствах с комбинированными энергоустановками: Сб. науч. тр./НАМИ. – 2015. Вып. 263. – С. 159 – 169.
4. Лихачёв Д.С., Тараторкин И.А., Харитонов С.А. Анализ возмущающих крутящих моментов силовых установок средствами программного пакета LMS Imagine.Lab AMESim: Сб. науч. тр./НАМИ. – 2016. Вып. 266. – С. 74 – 83.
5. Фролов К.В. Вибрации в технике. В 6-ти томах. Защита от вибраций и ударов (Том 6) / Под общ. Ред. Академика РАН К.В. Фролова; М.: Машиностроение, 1995. - 456 с., ил.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Петухова С.Ю.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, РФ, г. Москва

Особенностью потребителей электроэнергии нефтегазовых объектов является высокая чувствительность к нарушениям электроснабжения, поскольку это приводит к отключениям электрооборудования и нарушениям технологических процессов и производств [1].

На Рисунке1 для нефтедобывающего предприятия, расположенного на территории Республики Казахстан и функционирующего в условиях месторождения Каражанбас [2], приведено долевое распределения причин простоев производственной деятельности, связанных с отключениями электроэнергии.



Рис.1. Долевое распределение причин простоев производственной деятельности нефтедобывающего предприятия, вызванных отключениями электроэнергии

Особенности функционирования нефтедобывающего предприятия обусловлены значительной удаленностью объектов нефтедобычи, развитием месторождения, увеличением потребления электроэнергии, необходимостью ввода дополнительных энергетических мощностей [3]. Как видно на Рисунке1 до 37% причин перерывов в электроснабжении потребителей электроэнергии нефтедобывающего предприятия связаны с территориально-распределенными компаниями и организациями, специализирующимися на таких видах производственной деятельности, как генерация, передача и распределение электрической энергии. Многие основные объекты энергетической инфраструктуры этих компаний имеют значительную степень износа (до 70%) и выработали свой ресурс, что сказывается на недостаточном соответствии требованиям надежности, энергетической эффективности и экологической безопасности, а также на целесообразности повышения пропускной способности воздушных линий электропередачи.

Перерывы в электроснабжении потребителей электроэнергии нефтедобывающего предприятия, связанные с эксплуатацией объектов электроэнергетической инфраструктуры самого нефтедобывающего предприятия, достигают 33% от простоев производственной деятельности предприятия. На Рисунке 2 показано долевое распределение объектов электроэнергетической инфраструктуры данного предприятия.

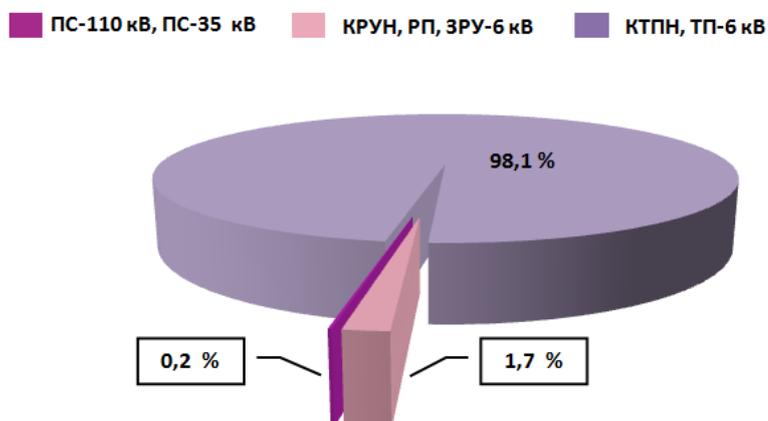


Рис.2. Долевое распределение объектов электроэнергетической инфраструктуры нефтедобывающего предприятия

Парк КТПН-6 кВ и ТП-6 кВ составляет 98,1%. Оставшиеся 1,9 % объектов электроэнергетической инфраструктуры нефтедобывающего предприятия – ПС-110 кВ, ПС-35 кВ, КРУН-6 кВ, РП-6 кВ, ЗРУ-6 кВ. Следует отметить, что в условиях освоения и развития месторождения Каражанбас существует необходимость применения паротеплового воздействия на высоковязкие нефтяные пласты. Это повышает требования к надежности электроснабжения технологических установок парогенераторных станций, получающим питание от ЗРУ 6/0,4 кВ [4].

На Рисунке 3 приведены процентные соотношения сроков эксплуатации объектов электроэнергетической инфраструктуры нефтедобывающего предприятия.

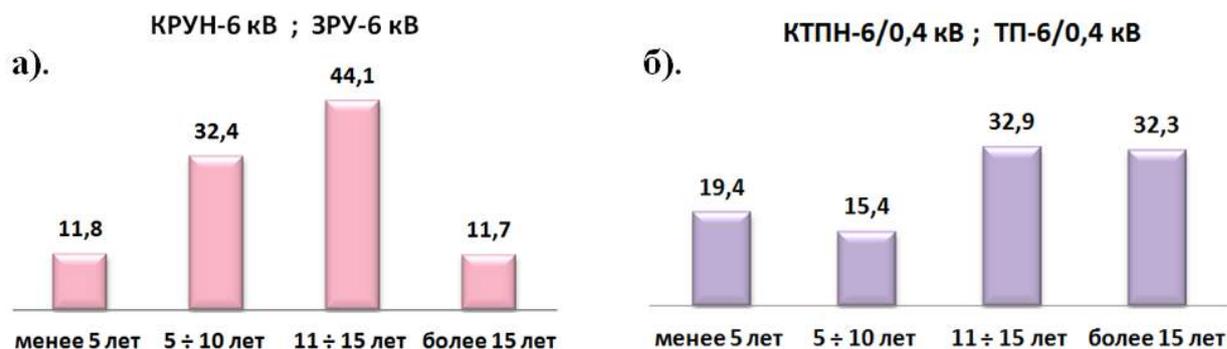


Рис.3. Процентные соотношения сроков эксплуатации объектов электроэнергетической инфраструктуры нефтедобывающего предприятия

Технические риски предприятия связаны с высокой степенью износа электрооборудования. Срок эксплуатации КРУН-6 кВ и ЗРУ-6 кВ свыше 11 лет составляет 55 % . Для КТПН-6/0,4 кВ и ТП-6/0,4 срок эксплуатации свыше 11 лет составляет 65,2 %.

На Рисунке 4 показана гистограмма распределения, полученная при анализе причин аварийных отключений потребителей электроэнергии нефтедобывающего предприятия. Следует отметить, что на воздушные линии электропередачи 6 кВ приходится 51 % электрических сетей системы электроснабжения предприятия, а кабельные линии электропередачи 6 кВ составляют только 5 % [5].

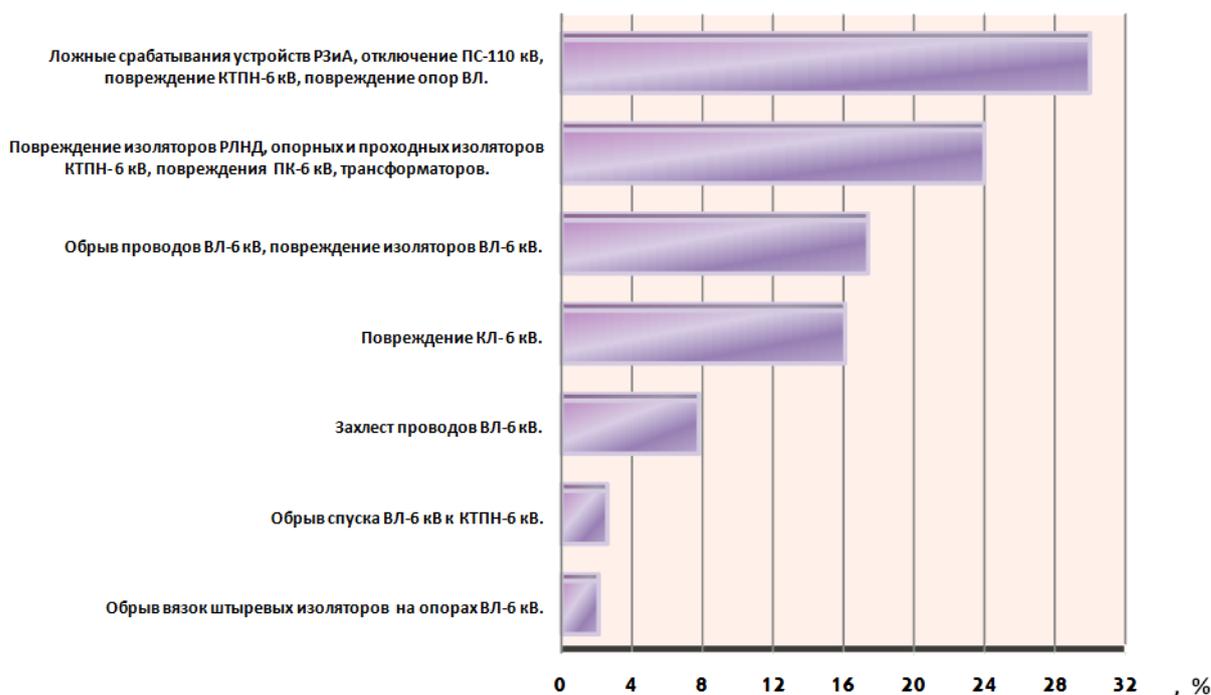


Рис.4. Гистограмма распределения причин аварийных отключений потребителей электроэнергии нефтедобывающего предприятия

Причины перерывов в электроснабжении потребителей электроэнергии нефтедобывающего предприятия, связанные с природно-климатическими факторами, достигают 23%. К неблагоприятным погодным условиям относятся сильный ветер, гололедно-изморозевые отложения, выпадение осадков (дождь, снег, смешанные осадки), температурные воздействия. Кроме того, для данного нефтедобывающего предприятия характерно комплексное воздействие таких неблагоприятных явлений, как: сочетание сильного ветра и гололедно-изморозевых отложений, сочетание сильного ветра и выпадения дождя, сочетание сильного ветра и выпадения снега (метель). С воздействиями метеорологических процессов и явлений связаны не только кратковременные и долговременные нарушения электроснабжения, но и непосредственный ущерб объектам электроэнергетической инфраструктуры - проводам, грозозащитным тросам и опорам воздушных линий электропередачи, трансформаторным подстанциям и т.д. [6].

Список литературы

1. Ершов М.С. Рекомендации по повышению надежности работы потребителей производственных объектов при авариях в системах централизованного электроснабжения // Территория Нефтегаз. 2012. № 12. С. 88-91
2. URL: <http://www.kbm.kz/> (дата обращения 30.01.2017)
3. Петухова С.Ю. Совершенствование системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в условиях развития месторождения с высоковязкими нефтями // Перспективы развития технических наук / Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции №3 11 июля 2016. г. Челябинск: ИЦРОН, 2016, с.70-75
4. Петухова С.Ю., Кыдырханов И.И. Исследование электропотребления технологических установок паротеплового воздействия на высоковязкие нефтяные пласты // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом / Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции. Выпуск III. 07 февраля 2016 г. – Новосибирск: ИЦРОН, 2016, с.36-41
5. Петухова С.Ю. Характеристика электрических сетей системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в условиях развития нефтяного месторождения // Технические науки в мире: от теории к практике / Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции №3 11 августа 2016. г. Ростов-на-Дону: ИЦРОН, 2016, с.82-86
6. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР СЕВЕРА

Солнцев Г.Е.

ЯИВТ, РФ, г. Якутск

Северу России присущи следующие основные признаки: значительная удаленность промышленно развитых центров и общих районов (1000-3500км), разрозненные транспортные узлы, низкая плотность населения; более высокие, чем в других районах страны, затраты общественного труда, экстремальные природные условия, что является причиной к автономной малой энергетики, базирующей на дизельных электростанциях с распределительными сетями 10-35 кв.

Такое электроснабжение имеет ряд серьезных недостатков: трудности и дороговизна топливоснабжения, низкое качество электроэнергии. Так, в некоторых улусах Якутии стоимость завозимого топлива колеблется в пределах 10-20 тыс.руб./т. Все эти факторы не позволяют широко электрифицировать производственные процессы и тем более быт населения [11].

Современное состояние электроэнергетики характеризуется высокой степенью изношенностью генерирующих мощностей их низкая экономичность, медленная замена устаревшего оборудования на новые технологические оборудования. Суммарная мощность устаревшего оборудования на работающих станциях составляет 82,1 млн. кВт, или 40,5% установленной мощности.

Проблема надежности оборудования энергетики – одна из основных в электроэнергетических системах Севера, как в теоретическом, так и практическом плане.

Электротехническое оборудование рассматривается с позиции эксплуатационной надежности, которая базируется на многолетних статических наблюдениях, за состоянием основного и вспомогательного оборудования.

Вследствие непригодности оборудования и конструкций к эксплуатации в экстремальных условиях, срок службы электрооборудования в сравнение с центральными регионами страны сокращается в 2-4 раза, 1,5-3 раза возрастает интенсивность отказов, увеличивается продолжительность времени ликвидации аварий. В энергосистеме ПАО «Якутэнерго» ежегодно фиксируется более 100 аварий и отказов различных элементов системы. Основные повреждения приведены в табл.1.

Таблица 1- распределение повреждений по элементам оборудования

| оборудование | процентное состояние |
|-------------------------------------|----------------------|
| линейная изоляция | 21,0 |
| фундаменты и опоры ВЛ | 14,0 |
| заземляющие устройства | 13,6 |
| трансформаторы | 12,1 |
| коммутирующие аппараты и их приводы | 12,0 |
| деформация грунтов | 9,4 |
| кабельные линии | 8,6 |
| электрические провода | 4 |
| влияние грозовой активности | 3,6 |
| гололедообразование | 1,7 |

Надежная работа различного оборудования: трансформаторы, электромашин, выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели зависит от: обеспечения стабильно низкой вязкости изоляционных и смазывающих масел.

Изменение физико-механических свойств металла оборудования, например, защелок и пальцев разъединителей, изнашивание деталей из полимерных композитов, изменение свойств резиновых изделий, оборудования, износ приводов выключателей при экстремально низких температурах, что влияет также на сроки между текущими и капитальными ремонтами и в целом на моторесурсе оборудования. Одним из сложных проблем энергетики Севера является обеспечение круглогодичного низкого сопротивления заземляющих устройств трансформаторных подстанций.

В связи с выше сказанным, проведен анализ по различным видам износа полимерных материалов, методов снижения вязкости изоляционных и смазывающих материалов и стабилизаций сопротивлений заземляющих устройств, при наличии многолетнемерзлых грунтов [2].

Работа силовых трансформаторов

На работу трансформаторов большой мощности с естественной циркуляцией масла начинают влиять понижение температуры ниже -30°C , и скоростях ветра более 10м/с. при этом снижается интенсивность переноса тепла от нагруженной поверхности обложки к стенкам бака и радиаторам за счет увеличения вязкости масла. Это явление усиливается, когда при сильных морозах внезапно повышается нагрузка. Теоретические и экспериментальные исследования тепловых режимов трансформаторов показывают, что при низких температурах окружающей среды перепад температур масла значительно возрастает и превышает нормируемые значения [4].

Для поддержания температуры масла трансформатора применяют различные системы электроподогрева, обдува теплым воздухом.

Широкое применение нашло конструкция нагревателя мощность, которой изменяется в зависимости от температуры масла. Такой нагреватель изготавливается из материала на основе политетрафторэтилена с углеродным наполнителем [7]. Данный материал имеет нелинейную вольтамперную характеристику. Его сопротивление резко возрастает при повышении температуры и уменьшается сопротивлению при понижении температуры.

Температурный порог срабатывания нагревателя определяется его составом и может изменяться в широком диапазоне температур. Подобрать различной конструкции нагреватель можно разместить внутри корпуса трансформатора, что позволит эффективно и с малыми затратами энергии подогревать масло.

Также применяют искусственный обдув силовых трансформаторов, который эффективен только в области температур окружающего воздуха до -30°C .

Другим вариантом экономичного нагревателя может быть скин-эффектная конструкция, которая может встраиваться как внутри так и снаружи корпуса трансформатора. В сравнении с греющими элементами из проводов различного сопротивления скин-эффективный греющий элемент потребляет значительно меньше энергии, имеет безопасное рабочее напряжение и долговечен.

В экстремальных условиях Севера для уменьшения дополнительных затрат электроэнергии были использованы синтетические жидкие диэлектрики [5]. Наиболее перспективным в качестве электроизоляционных жидкостей для трансформаторов могут быть жидкости на основе хлорированных ароматических углеводородов (полихлордифенилов или их смесей с полихлорбензолом), например гексол, совол пиранол, клофен, сибанол и др.

При эксплуатации силовых трансформаторов в условиях Севера на открытом воздухе большое значение имеет уплотнение и герметизация кожухов. Во время метелей и выюг мельчайшие пылевидные частицы снега проникают в самые незначительные отверстия в кожухах и ограждениях, заполняя весь объем снежной массой. Например, имел место случай, когда через замочную скважину двери за 8 ч. В помещение занесло 1,5 м³ снега.

Работа выключателей

Надежная работа различного рода выключателей связана с задачей обеспечения стабильно низкой вязкости изоляционных и смазывающих масел, а также способность снижать трение и износ втулок, прокладок, элементов конструкции механизмов выключателей при экстремально низких температурах.

Работа масляных выключателей периодически сопровождается возникновением электрической дуги. Увеличение вязкости трансформаторного при низких температурах снижает скорость горения дуги, а ее длительное горение разрушает контактную поверхность и увеличивает количество продуктов разложения масла, ведущим к ухудшению изоляционных свойств.

Заводом «Уралэлектроаппарат» выпущены масляные выключатели на напряжение 22 кв. типа У-220-10-СИ в северном исполнении. В баках выключателя установлены две секции подогрева, каждая мощностью по 14 квт. Первая секция выключается при температуре окружающего воздуха -20°С, а вторая – при -40°С. Практика показала при температуре - 60°С потребуются увеличение мощности подогревающего устройства в 3 раза, что ведет к увеличению электроэнергии.

Применение индукционного способа подогрева не улучшает положения. К тому же необходимо следить за образованием и удалением конденсата и шлака со дна выключателя.

В некоторых случаях целесообразно использовать синтетические электроизоляционные жидкости. Например, можно использовать жидкости на основе фторорганических соединений, типа ДК-104, ДГ-180, Д-83. Эти жидкости не горючи, взрывоопасны, химически инертны к действию сильных кислот, щелочей, окислителей и других агрессивных сред.

Применение перфторированных жидкостей как диэлектриков-теплоносителей уменьшает массу и объем аппаратов, увеличивает срок службы, проявляет стойкость к агрессивным средам, повышает надежность в работе.

Проблема долговечности различным видам износа деталей, надежности машин и механизмов электрических аппаратов может решаться за счет изменения свойств поверхностного слоя, за нанесением покрытий методом на плавки и напыления [1].

Вызывает интерес применения полимеров для изготовления деталей аппаратов в узлах трения из политетрафторэтилена (ПТФЭ), сохраняющий работоспособность в широком интервале температур. Известно, что существенную роль в изнашивании полимерных материалах играют трибохимические процессы [8]. О характере трибохимических реакций можно судить по зависимости полного ионного шока износа от температуры [8]. Первый широкий максимум отражает выделение низкомолекулярных (m/z до 431) фрагментов полимерной цепи. Активное выделение этих продуктов в низкотемпературной области свидетельствует об интенсивном трибодеструкции наполненного ПТФЭ.

Наиболее высокая интенсивность газовой выделений наблюдается в реакциях композитов, содержащих 10%(масс) керамики. Для этого состав полимерного композиционного материала зарегистрирована мультиплетность пика на температурной зависимости полного ионного блока, что указывает на трибодеструкцию сшитых фрагментов макромолекулы [10]. Этот слой выполняет роль защитного экрана, локализуя контактные деформации и предохраняющего материал от изнашивания.

На надежность и долговечность работы аппаратов и механизмов влияют эксплуатационные характеристики смазочных масел и присадок, которые увеличивают ресурс на 50 % и более, благодаря повышению морозостойкости.

Противоизносное действие смазочных материалов основано на образовании ими на трущихся поверхностях защитных пленок способных снижать износ и трение. Исследования влияния толщины пленок, образуемых минеральным маслом нефтяного происхождения без присадок, на интенсивность изнашивания трущихся поверхностей в различных условиях эксплуатации показали, что толщина пленки от 0,5 до 20 мкм [3].

С целью улучшения характеристик смазывающих материалов для работы при низких температурах разработаны и внедрены присадки, которые обеспечивают их всесезонную пригодность. Например присадка представляющий тонкодисперсный порошок из синтетических алмазов, добавление которого в масло в малых количествах (0,05 ÷ 0,5%) снижает коэффициент трения в подшипниках скольжения в 1,5-1,8 раза, а темп износа трущейся пары – от 20 до 10 раз.

Такое действие ультрадисперсных алмазных порошков вызвано новой технологией их получения, при которой кристаллы принимают сферическую форму, которые работают как шарики в подшипнике качения.

На основании положительного опыта использования присадок к маслам и смазкам из синтетических алмазных ультрадисперсных порошков предложено применять для этих же целей порошок из природных технических алмазов [6], используя природные ресурсы Республики Саха (Якутия).

Эксплуатация эластомерных изделий в электрических аппаратах и машинах, подвержено жестким требованиям по всем эксплуатационным показателям, таким как морозо-износостойкость, прочностные характеристики, способность материалов противостоять воздействию различных агрессивных сред. Существующие материалы и изделия как российского, так и зарубежного производства не удовлетворяют выше перечисленным требованиям.

Перспективным направлением разработки новых уплотнительных морозостойких эластомерных материалов является создание материалов на основе смесей полимеров. Однако найти пару каучука и полимера с близкими значениями весьма сложно. В этом случае необходимо применение специальных структурно-активных добавок (компатибилизаторов), способствующих снижению межфазного натяжения между двумя полимерами вследствие чего происходит повышение взаимодействия на границе раздела фаз [13].

При создании морозостойких резин уплотнительного назначения необходимо в одном материале совместить несколько свойств, противоречивых физико-химическим факторам.

Высокую агрессивностойкость и износостойкость придают каучукам полярные группировки в полимерной цепи, однако их присутствие существенно усиливает межмолекулярное взаимодействие, что снижает гибкость макромолекул и, соответственно, процессы стеклования происходят при повышенных температурах, т.е. ухудшается морозостойкость.

В настоящее время используют резиновую смесь В-14 на основе бутадиен-нитрильного каучука. Это единственный выпускаемый каучук в промышленности России, обладающий достаточной морозостойкостью.

В качестве структурно-активных наполнителей, вводимых в полимерную смесь для интенсификации взаимодействия системы «каучук-полимер», выбранным нанонаполнителем (наноуглерод, шпинель магния и В-сиалон) и природный цеолит [12].

Были рассмотрены возможности повышения эксплуатационной надежности оборудования электроэнергетики. Некоторыми факторами ограничения реализации рассмотренных предложений, являются отсутствие концептуальных положений, методологии и в принципах решение конкретных технических задач, в которых предусматривается повышение надежности работы оборудования в экстремальных условиях Севера.

Список литературы

1. Безбородов В.П. Структура и свойства композитов с защитными покрытиями после высокоэнергетических способов формирования/ Доклады VI Всероссийской конференции «Взаимодействие высококонцентрированных потоков энергии с материалами в перспективных технологиях и медицине». Новоисбирск, 22-25 марта 2011 г. –С.28-32
2. Грачев В.Н., Якунов В.С., Данилов В.С. Влияние теплоизоляционных покрытий и электроподогрева на сезонные изменения сопротивления заземления в условиях вечной мерзлоты//Энергетическое строительство.- 1978-№19-С.48-50.
3. Заславский Ю.С.Трибология смазочных материалов.- М.:Химия,1991-223с.

4. Кобылин В.П., Аргунов Л.И. некоторые вопросы эксплуатации трансформаторных подстанций на севере//Вопр.энергетик ЯАССР.- Якутск, 1973.-С.53-59.
5. Кобылин В.П., Седалищев В.А., Ли-Фир-Су Р. Повышение эффективности работы ЛЭП и подстанций в условиях низких температур// Междунар.Арктическая Конф. «Актуальные пути решения проблем развития северных территорий», СПб., 2000.-с.71-76
6. Кобылин В.П., Черский И.Н., Седалищев В.А., Платонов Н.Н. Смазочный материал для техники северных регионов//Колыма-Магадан, 2001-С.56-59.
7. Коваленко Н.А., Черский И.Н. Исследование физико-механических свойств композиций на основе политетрафторэтилена с углеродными наполнителями – Рига; Зинатне,1991.- №1-с.14-19.
8. Краснов А.П.Автореф.дисс.докт.хим.наук, Москва, 1988,40с.
9. Охлопкова А.А. Дисс. ...докт.техн.наук, Гомель,2000, 295с.
10. Охлопкова А.А., Виноградов А.В., Устыч Ю.Н., Краснов А.П. Трение и износ.1997,Т17, №1,с.114-120
11. Петров Н.А. Научно-методические основы и практика формирования стратегий развития энергетики регионов Севера (на примере Якутии): Дис...д-ра техн.наук в форме научного доклада.- иркутск.1996-63с.
12. Рамкер,Марк, Рашнер, Даниэль. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. Пер.анг. М:Издательский дом «Вильямс»,2004-240с.
13. Талиханов М.Ф. Усиление смеси полимеров порошкообразным наполнителем/М.Ф.Талиханов, А.Е.Заикин//Пластические массы.1999,№3 С.9-11

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

ОЦЕНКА ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРНА

Пачурин В.Г., Галкин В.В., Филиппов А.А., Пачурин Г.В.

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

Одной из важнейших задач структурной перестройки отечественной промышленности является ускоренное формирование технологической базы по обеспечению конкурентоспособной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Качество машиностроительных изделий характеризуется их эксплуатационными свойствами, в значительной степени определяемыми развитием технической и информационной сферы производства.

В процессе эксплуатации большинство машин и оборудования испытывают воздействие циклических нагрузок, поэтому наиболее распространенным видом эксплуатационных разрушений инженерных конструкций является усталостное разрушение, что часто приводит к серьезным материальным потерям, а порой и человеческим жертвам [1]. Отсюда вопросы долговечности (работоспособности) работы деталей, узлов, машин и технических устройств в целом являются приоритетными направлениями современной науки и важнейшей задачей промышленности.

В промышленном производстве широко используются металлические изделия, которые изготавливаются различными способами обработки. Как правило, все прочностные металлические детали машин изготавливаются из заготовок, полученных методом горячей или холодной обработки давлением [2]. Различные условия эксплуатации отличаются величиной, характером нагрузки, температурными условиями

и средой, которые по-разному влияют на процессы упрочнения металла и его сопротивления усталостному разрушению [3]. Многие детали машин и конструкций, изготовленные из таких заготовок, должны выдерживать огромное количество знакопеременных воздействий нагрузок и напряжений.

В зависимости от ряда факторов изменение нагрузок могут происходить либо в пределах установленных деформаций, либо в пределах установленных напряжений. Постоянный интерес к проблеме усталостного разрушения из металлов и сплавов связано с проблемами усталостного разрушения ответственных деталей металлоконструкций [4,5], так как хрупкому разрушению таких деталей часто предшествует подрастание усталостной трещины, что снижает несущую способность. Использование подходов механики разрушения позволило оценить и спрогнозировать трещиностойкость и долговечность металлоконструкций [6]. Необходимо, чтобы методы испытаний металлических материалов на усталость и циклическую трещиностойкость оказались чувствительными к структурному состоянию материала. Кроме того, при проведении усталостных испытаний методически можно проследить кинетику накопления повреждений.

На сегодняшний день не просматривается единой схемы технологической подготовки при проектировании металлических изделий методами обработки давлением с позиции прогнозирования долговечности и взаимосвязи между деформируемым состоянием металла или сплава и формируемой им структурой, которая определяет сопротивление усталости предполагаемого изделия [5,7]. При этом отмечается недостаточность эффективности средств информационной поддержки процесса конструкторско-технологического проектирования, которая касается с одной стороны процессов обработки давлением, с другой - циклической долговечности материала, полученной в результате технологического передела.

В объеме получаемых изделий в виде поковок и листовых заготовок формируется различная микроструктура, которая отличается величиной зерна, морфологией структуры и значением остаточных напряжений разных уровней [8,9]. В работе [6] указывается, что основным при усталостном разрушении являются не осредненные характеристики сопротивлению деформированию, а величины в конкретных местах (объемах) и элементах изделий, отвечающих в первую очередь за их эксплуатационную долговечность. Для взаимосвязи локальных деформированных объемов со структурным их изменением необходима количественная их оценка.

Важно предложить информационное обеспечение технологического проектирования изготовления пластически деформированных металлоизделий с заданными усталостными характеристиками. Существующая практика технологического проектирования не позволяет разрабатывать технологии изготовления металлоизделий, формообразованных процессами обработки давлением, исходя из требований, предъявляемых к их служебным свойствам, в частности циклической долговечности.

К числу факторов, влияющих на структурное состояние материала, относятся размер зерна, тип микроструктуры, вид термообработки и наличие остаточных напряжений на уровне микро и субструктуры. При этом многие отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что важнейшим структурным параметром поликристаллических металлических материалов, влияющим на зарождение и распространение трещин, является размер зерна [6,10], поскольку границы зерен могут быть эффективными барьерами для развития процессов скольжения.

В высокопрочных металлических материалах определяющим структурным фактором может являться размер субзерна или одной из структурных составляющих. Чаще всего с уменьшением размера зерна предел выносливости гладких образцов возрастает, хотя измельчение структуры не всегда приводит к изменению долговечности.

Пластическая деформация в холодном или горячем состоянии влияет на структуру металла на всех ее уровнях, при этом она одновременно может сочетаться с термической обработкой [11-13]. На уровне тонкой структуры она изменяет плотность и структуру дефектов кристаллической решетки, на микроуровне – величину зерна, морфологию, величину остаточных напряжений, на макроуровне является причиной возникновения остаточных макронапряжений в силу неравномерности деформации в объеме формоизменяемой заготовки и текстуры деформации. К числу основных технологических факторов относятся: степень деформации, ее механическая схема и температурно-скоростные условия обработки. Для всего изделия в целом на служебные свойства также влияет неоднородность структуры по всему объему детали [8,10]. Она определяется размерами детали, а также геометрией конструктивных элементов или отдельных объемов детали (заготовки), наиболее нагруженных и отвечающих за циклическую долговечность изделия. Последний фактор, в частности, имеет большое влияние, так как в изделиях, работающих в реальных условиях эксплуатации, как правило, основную нагрузку принимают конкретные

элементы: в крепежных изделиях (гайки, болты) - резьба; в упругих элементах (рессоры) – внутренняя плоская поверхность; в листовых жесткостях - рифты; в режущих изделиях (топорно-ножевая группа) – лезвие и т.д.

Вопросам усталости конструкционных материалов посвящено достаточно большое количество как зарубежных, так и отечественных исследований, обзор которых представлен в работах [1,6]. В них приведены сведения по сопротивлению усталости металлов и сплавов, деформированных при комнатной температуре и равномерном нагружении.

В условиях технологического передела исходного материала процессами давления механические свойства металлов и сплавов зависят от структуры, определяемой условиями их обработки [4,5]. Имеется четкая связь между параметрами структуры, в частности размером зерна, и механическими и служебными характеристиками металла. По мнению [14] «размер зерна представляет тот структурный параметр, который легче всего выделить, и который может установить аналитические соотношения между структурой и свойствами». Это позволяет косвенным образом оценить механические характеристики и служебные свойства материала, и как следствие, в технических требованиях ответственных изделий задается балл зерна.

Обработка металлов и сплавов давлением в горячем состоянии имеет огромное применение в производстве во всех ее видах. В условиях горячей деформации при температурах свыше 0,4T_{пл} происходит процесс рекристаллизации, которая сводится к образованию новых зерен взамен деформированных.

В качестве основного параметра, влияющего на сопротивление усталости пластически деформированных металлов и сплавов в условиях горячей обработки предлагается рассматривать величину размера рекристаллизационного зерна, т.к. с увеличением степени рекристаллизации снижается циклическая долговечность материала.

Известен способ [15] определения параметров кривой усталостного разрушения металлических изделий, заключающийся в их циклической нагруженности до разрушения, определением числа циклов нагружения до разрушения при фиксированном уровне нагружения и установлении корреляции между уровнем циклического нагружения и числом циклов до разрушения.

Однако, для реализации данного метода необходимо осуществить длительные и трудоемкие циклические (усталостные) испытания. Их проводят с записью информативных параметров сигналов акустической эмиссии, по которым регистрируется момент возникновения трещины, и осуществляется последующее монотонное растяжение испытываемого материала до разрушения, чтобы вскрыть поверхность трещины с целью анализа очага разрушения на поверхности излома с использованием электронного микроскопа.

При этом если для ускорения процесса испытания проводят высокочастотные циклические нагружения, то в металле будут протекать процессы отличные от условий эксплуатации конкретных деталей (например, разогрев металла), что может оказывать существенное влияние на процессы его упрочнения – разупрочнения, а, следовательно, и на величину циклической долговечности. Кроме того, предложенная авторами схема нагружения не всегда соответствует реальному условию эксплуатации металлоизделий (например, рессор и других высоконагруженных деталей).

В работе представлены результаты изучения взаимосвязи между формируемой технологией изготовления структурой и сопротивлением усталости металлоизделия.

Микроструктурные исследования [16] в рессорной стали 50ХГФА проводились с целью определения размера зерна для образцов с разными степенями технологической деформации (степенями обжатия). Для этого плоские образцы вырезались методом проволочной электроэрозионной резки из раскатанных на клин и термически обработанных металлов.

По длине прокатанного листа определялся размер зерна. С этой целью, на основании применения оптической цифровой микроскопии, был разработан специализированный программный пакет с использованием программного обеспечения NI Vision и среды разработки LabVIEW фирмы National Instruments [17]. В состав пакета входят две программы. Первая обеспечивает количественные измерения и обсчет микроструктуры металла. Для этого производится бинаризация цифровых фотографий микроструктуры, в результате которой элементы изображения разделяются на объекты – зерна и фон.

Полученные образцы испытывались на усталость (консольно-симметричный изгиб) при одинаковом напряжении [5,18], обеспечивающими уровень циклической долговечности в области 10⁵-10⁶ циклов. Результаты испытаний на усталость сравнивали с размерами зерен образцов. В результате получили уравнение зависимости количества циклов до разрушения (циклическая долговечность) образцов стали

50ХГФА. Полученное уравнение зависимости количества циклов до разрушения стали 50ХГФА от величины зерна представляет собой формулу:

$$Y = -237125,08 \ln(x) + 1336448,22$$
$$R^2 = 0,93, \quad (1)$$

где Y – число циклов до разрушения;
 x – размер зерна, мкм;
 R – коэффициент корреляции.

Для реализации способа достаточно определить величину размера зерна стали и по уравнению 1 вычислить ожидаемую циклическую долговечность. Способ позволяет прогнозировать циклическую долговечность и существенно сократить время оценки для стали типа 50ГГФА, для чего достаточно определить размер зерна и по уравнению 1 вычислить ожидаемую циклическую долговечность. Кроме того, данный способ позволяет выбрать оптимальный режим из конкурирующих технологических обработок по параметру циклической долговечности методом сравнения по величине зерна: где меньше зерно, там и выше будет циклическая долговечность.

Экспериментальное подтверждение способа проводилось также на сталях марки 51ХГФА и 60С2А. Результаты подтвердили достоверность данного способа. Отклонения циклической долговечности в экспериментах от данных, полученных по уравнению 1, не превышали 6%. Это дает основание в данном случае полагать в качестве основного контролирующего параметра, характеризующего сопротивление усталости, размер зерна.

Выводы

1. Показана принципиальная возможность прогнозирования циклической долговечности рессорно-пружинных сталей типа 50ХГФА по параметру величины зерна, при существенном сокращении времени ее оценки за счет исключения длительных, дорогостоящих, энерго- и трудоемких усталостных испытаний.

2. Выявленная зависимость позволяет также без проведения длительных трудоемких усталостных испытаний выбрать оптимальный режим из конкурирующих технологических обработок по параметру циклической долговечности сравнив величину зерна сталей после этих режимов: где меньше размер зерна, там и выше будет циклическая долговечность.

Список литературы

1. Пачурин Г.В., Галкин В.В., Пачурин В.Г. Долговечность упроченных металлов и сплавов: учебное пособие / Г.В. Пачурин, В.В. Галкин, В.Г. Пачурин. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 228 с.
2. Галкин В.В., Пачурин В.Г., Пачурин Г.В. Эксплуатационная долговечность листовых гофрированных заготовок из некоторых титановых сплавов // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12-3. – С. 476-482.
3. Пачурин Г.В. Роль структуры поверхности в коррозионной усталости деформированных металлических материалов // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 1.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11907> (дата обращения: 15.01.2017).
4. Галкин В.В., Пачурин В.Г., Пачурин Г.В. Структурно-механические и усталостные свойства штампованных на молоте и прессе листовых гофрированных панелей из сплава ЭИ 878 // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10-15. – С. 3294-3298.
5. Пачурин В.Г., Галкин В.В., Пачурин Г.В., Дербенев А.А. Оценка влияния структурного состояния на циклическую долговечность деформированных материалов // *Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева*. – 2015. – № 4 (111). – С. 177-185.
6. Терентьев В.Ф. Усталостная прочность металла и сплавов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 288 с.
7. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Кузьмин Н.А. Влияние химического состава и структуры стали на качество проката для изготовления болтов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 8-2. – С. 87-92.
8. Пачурин В.Г., Галкин В.В., Пачурин Г.В. Оценка деформационной неоднородности в раскатанных изделиях с клиновым профилем // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11-4. – С. 765-773.

9. Пачурин В.Г. Закономерности изменения структурно-механических свойств металла в изделиях с клиновым профилем, получаемого операцией раскатки / В.Г. Пачурин, В.В. Галкин, Г.В. Пачурин, А.А. Дербенев: Перспективные технологии XXI века. В 2-х книгах. К 2: монография / под общ. ред. С.В. Куприенко; SWorld. – Одесса: Куприенко С.В., 2013. – 155 с. ISBN978-966-2769-20-3 (С. 59-78; 148-149).
10. Пачурин В.Г., Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Формирование структуры хромистых сталей под высадку болтов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 9. – С. 55-56.
11. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Упрочняющая обработка проката для крепежа с целью снижения его стоимости // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8 (2). – С. 107-110.
12. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Анализ качества проката для холодной высадки крепежных изделий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8 (2). – С. 111-115.
13. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Подготовка проката для высокопрочных болтов: Учебное пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 176 с.
14. Бэкофен В. Процессы деформации / В. Бэкофен. - Массачусетс, Калифорния, 1972. Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1977. - 288 с.
15. Бюл. № 26, Патент RU 2 461 808 С2 G01N 3/32 (2006/01). Опубликовано 20.09.2012 года.
16. Пачурин, В.Г., Галкин, В.В., Пачурин, Г.В. Проектирование штампованных изделий с высокими усталостными свойствами: Монография. – Издатель LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany. 2016. – 117 с. (№ ISBN: 978-3-659-90930-6).
17. Манцеров С.А., Галкин В.В., Терещенко Е.Г., Дербенев А.А., Хадаев Р.Г., Пачурин В.Г. Определение величины зерна для оценки степени рекристаллизации горячедеформированных сталей и сплавов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2105611190. Заявка 20146663 от 09.12.2014 г. Дата гос. регистр. в реестре программ для ЭВМ 26.01.2015 г.
18. Власов О.В., Галкин В.В., Терещенко Е.Г., Пачурин Г.В. Исследование закономерностей структурно-механических изменений раскатанной на клин стали 50ХГФА с целью повышения ресурса малолистовых рессор // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2013. - № 10. - С. 04-10.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ДЛЯ ПАР ТРЕНИЯ С КЕРАМИЧЕСКИМИ ТОРМОЗНЫМИ ДИСКАМИ

Кулик В.И., Нилов А.С.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, РФ, г. Санкт-Петербург

Элементы тормозных систем транспортных средств должны обеспечивать долговременность срока эксплуатации, независимость трибологических характеристик от температурных и погодных условий, стабильность при длительных сроках эксплуатации тормозных систем, малошумность и комфорт процесса торможения и т.д. Эти требования главным образом определяются комплексом физико-механических, теплофизических и трибологических характеристик материалов фрикционной пары. Тормозная система в автомобиле состоит, как правило, из тормозного диска и тормозных колодок. Тормозные диски в основном изготавливаются из серого чугуна, различных марок сталей, титановых сплавов и композиционных материалов с металлической, углеродной и керамической матрицами, армированными абразивными порошковыми материалами, углеродными и керамическими волокнами.

Общей тенденцией развития и совершенствования современных транспортных средств является повышение мощности и увеличение скорости движения. Как следствие температура в зоне трения фрикционной пары в условиях экстренного торможения может превышать 1000⁰С. Эти обстоятельства

стимулируют исследования по созданию новых типов фрикционных материалов с более высокими эксплуатационными характеристиками. Среди фрикционных материалов последнего поколения, которые потенциально могут быть использованы в высоконагруженных системах торможения, особое место занимают керамоматричные композиты (КМК) с SiC-матрицей, армированной углеродными волокнами (УВ) [1]. Одна из важнейших проблем при разработке эффективных тормозных систем с дисками из КМК заключается в подборе для них соответствующих тормозных колодок, которые могли бы выдерживать жесткие условия эксплуатации (нагрев более 1000⁰С и абразивный характер трибоконтакта), и при этом иметь комплекс высоких триботехнических, физико-механических, теплофизических и экономических характеристик. Данным требованиям в определенной мере удовлетворяют металлические колодки и композиции с металлической, полимерной, углеродной и керамической матрицами [2].

Фрикционные полимерные композиционные материалы (ПКМ), как правило, содержат в своей основе четыре типа компонентов: полимерное связующее, абразивные наполнители, модифицирующие добавки и различные армирующие материалы (рубленные волокна, войлок, сетка и т.д.). Этот тип тормозных колодок нашел широкое применение в паре со стальными дисками. Однако у них есть серьезное ограничение – низкая термостойкость и, соответственно, низкая износостойкость при высоких температурах на поверхности трения.

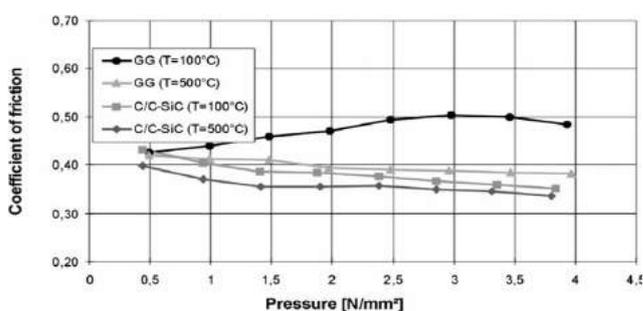


Рис. 1. Коэффициент трения для тормозных дисков на основе серого чугуна (GG) и КМК (C/C-SiC) в комбинации с колодкой из ПКМ

Вместе с тем, несмотря на эти недостатки, имеется информация о применении тормозных колодок из ПКМ в паре с тормозными дисками из КМК. На рис. 1 приведены результаты исследования коэффициента трения фрикционной пары «диск из КМК – колодка из ПКМ» и традиционной пары «диск из серого чугуна – колодка из ПКМ» в зависимости от давления и температуры [1]. Видно, что для диска из КМК фрикционная пара демонстрирует более стабильные триботехнические характеристики в диапазоне температур 100 - 500⁰С. Можно сделать вывод, что тормозные колодки на основе ПКМ, в

принципе, могут быть использованы в паре с дисками из КМК, однако их практическое применение должно быть ограничено относительно малонагруженными тормозными системами.

Колодки на основе композитов с металлической матрицей, часто называемые металлокерамическими, получают спеканием различного рода металлических порошков с фрикционными (абразивными) порошками и добавками, стабилизирующими процесс трения и обеспечивающими отсутствие схватывания (либриканты). Наибольшее распространение получили материалы на основе железа и меди. Фрикционные материалы на основе меди имеют, как правило, меньшие коэффициент трения и предельные температуры эксплуатации (300-500⁰С), чем материалы на основе железа, но зато они более теплопроводны.

Металлокерамические тормозные колодки на основе железа, применяемые, главным образом, для условий жесткого торможения с температурами на поверхности трения до 1200⁰С, являются, пожалуй, самыми коммерчески привлекательными для использования их в паре с тормозными дисками из КМК. Результаты исследований по применению таких фрикционных пар трения показали их высокие и стабильные триботехнические характеристики в широких интервалах значений контактного давления, скоростей скольжения и температур на поверхности трения. Кроме того, величины износа тормозных колодок были относительно небольшими, в то время как износ тормозного диска практически отсутствовал или был минимальным.

В работе [5] приведены результаты определения триботехнических характеристик для образцов из КМК в паре с контртелом из фрикционной металлокерамики типа ФЖ-11 на основе порошков железа (рис. 2). Для сравнения были проведены испытания традиционной фрикционной пары «Чугун – ФЖ-11», а также пары КМК и металлокерамики на медной основе типа ФМ. Установлено, что использование фрикционной пары «КМК–ФЖ-11» позволяет увеличить коэффициент трения почти в два раза по сравнению с традиционной парой «Чугун – ФЖ-11» и в три раза по сравнению с парой «КМК – ФМ» при сохранении того же уровня износа контртела.

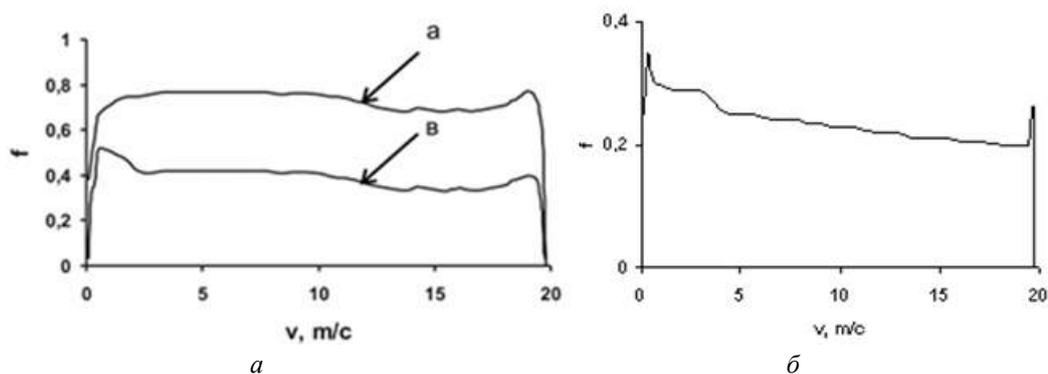


Рис. 2. Кривые зависимости коэффициентов трения от скорости для различных пар трения:
 а) пары трения с ФЖ-11: а – «КМК – ФЖ-11», в – «Чугун – ФЖ-11»; б) пара трения «КМК – ФМ»

Колодки из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) различного состава применяются в паре со стальными, алюмоматричными, УУКМ и керамическими тормозными дисками. Фрикционные материалы на основе УУКМ могут быть получены двумя способами – жидкофазным, путем карбонизации полимерной матрицы углепластикового полуфабриката (PIP-процессы), или газофазным, путем осаждения пироуглерода из углеродсодержащей газовой среды в пористом волокнистом каркасе (CVI-процессы).

Главными достоинствами фрикционных УУКМ являются высокий коэффициент трения при повышенных температурах, теплостойкость углеродной основы (более 1000°C), размерно-температурная стабильность. Однако для УУКМ характерны и существенные недостатки, такие как низкий коэффициент трения (0,15-0,2) при температурах до 250-300°C и достаточно большие величины износа. Частично эти проблемы решаются путем введения в состав композиции порошковых или волокнистых абразивных материалов и модификаторов.

В литературе имеется информация об успешном опыте применения колодок из УУКМ, в паре с дисками из КМК. Так в работе [3] приведены различные варианты рецептур УУКМ для колодок и результаты их триботехнических испытаний в паре с диском из КМК. Полученные результаты показывают высокую чувствительность трибологических характеристик от типа применяемых компонентов и их рецептур. Однако, несмотря на достаточно широкие возможности модифицирования УУКМ, имеющиеся негативные свойства такого материала, не дают в полной мере рассматривать колодки из УУКМ в качестве перспективных при использовании их в паре с дисками из КМК.

Из всех фрикционных КМК наиболее широкое распространение получили композиты с карбидокремниевой матрицей, армированной УВ. Среди методов получения фрикционных изделий из КМК наибольшую привлекательность с экономической точки зрения имеют жидкофазные методы: PIP процессы (основанные на пиролизе кремнийорганической матрицы углепластикового полуфабриката) и LSI процессы (основанные на жидкофазном силицировании пористых заготовок, в состав которых входят углеграфитовые компоненты) [1].

Достоинствами КМК, получаемых по технологии PIP, являются широкая возможность управления составом получаемых композиций, отсутствие термической и химической деградациии армирующих УВ и порошковых добавок при проведении пиролиза полимерного связующего. Главным недостатком технологии PIP, при получении КМК является повышенная пористость матрицы. Эта проблема может решаться путем увеличения количества циклов пропитка-пиролиз, но это сразу приводит к резкому удорожанию получаемого материала.

Метод LSI, коммерчески предпочтительный для тормозных дисков из КМК, также может быть применен и для получения колодок [4]. Наиболее широко здесь используется модификация метода LSI, основанная на жидкофазном силицировании карбонизированных углепластиков. Данные процессы обладают рядом достоинств по сравнению с другими методами получения КМК: конечный материал имеет достаточно высокую прочность и теплопроводность; матрица имеет плотную, практически беспористую структуру; процесс относительно недорог и производителен вследствие его небольшой продолжительности.

Одним из требований к тормозным колодкам из КМК, помимо обеспечения высоких и стабильных триботехнических характеристик в паре с диском из однотипного материала, является обеспечение такого характера процесса трения, когда их износ в значительно большей степени превышает износ дисков, при этом имея минимально возможные значения. Эта задача может решаться, например, путем подбора для

КМК дисков и колодок оптимального соотношения базовых структурных компонентов материалов – УВ и SiC-матрицы.

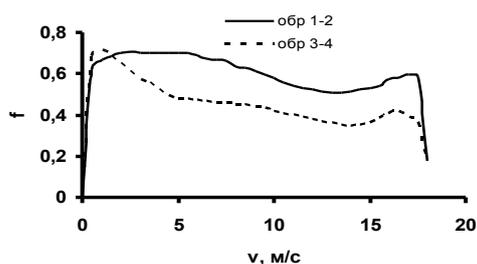


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от скорости для различных пар образцов «КМК – КМК», отличающихся объемным содержанием УВ

В работе [5] установлено (рис. 3), что пары образцов с различным (высоким и низким) начальным содержанием УВ (пара 1–2 с объемным содержанием УВ – 0,53 и 0,25, соответственно) обеспечивают более высокий и стабильный коэффициент трения в зависимости от скорости по сравнению с парами образцов с одинаковым (высоким) начальным содержанием УВ (пара 3–4 с содержанием УВ – 0,41 и 0,48, соответственно). Износ КМК для фрикционных пар «1–2» и «3–4» оценивался величиной для образца №1 – 17,9 мкм/км, №2 – 5,2 мкм/км, №3 – 15,9 мкм/км, №4 – 10,1 мкм/км. Видно, что пары с разным содержанием УВ характеризуются и значительным различием их износа (более чем в 3 раза), причем более низкий износ наблюдается у КМК с малым содержанием УВ (большой долей SiC матрицы).

Таким образом, проведенный анализ современных фрикционных материалов, применяемых для изготовления тормозных колодок, показал, что в паре с тормозными дисками из КМК в высоконагруженных системах торможения наиболее перспективными являются композиции с керамической матрицей и металлокерамика на основе железа.

Следует отметить, что многие авторы считают, что характер процесса фрикционного контакта пары с тормозным диском из КМК существенно отличается от пары с металлическим тормозным диском. Это обстоятельство предполагает проведение специальных триботехнических исследований для тормозных дисков из КМК в паре с колодками из различных типов материалов, и, соответственно, разработки соответствующих рецептур фрикционных композиций колодок для тормозных дисков из КМК.

Список литературы

1. Handbook of ceramic composites / Edited by Narottam P. Bansal // Kluwer Academic Publishers, 2005. - p. 554.
2. <http://www.ximicat.com/info.php?id=5784>. Фрикционные материалы
3. Stadler Z. Carbonised-material-based brake pad for a C/C-SiC composite brake disc // *Materials in technology*, 2001. - Vol.35. - № 3-4. - p.205-208.
4. Гаршин А.П. Анализ современного состояния и перспектив коммерческого применения волокнистоармированной карбидокремниевой керамики / А.П. Гаршин, В.И. Кулик В.И., А.С. Нилов // *Новые огнеупоры*, 2012. - №2. - с.43-52.
5. Кулик В.И. Исследование триботехнических характеристик композиционных материалов с карбидокремниевой матрицей / В.И. Кулик В.И., А.С. Нилов, А.П. Гаршин [и др.] // *Новые огнеупоры*, 2012. - №8. - с.45-56.

ПРИМЕНЕНИЕ ФРИКЦИОННЫХ КЕРАМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ В УЗЛАХ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Нилов А.С., Кулик В.И.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, РФ, г. Санкт-Петербург

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам повышения надежности и сроков эксплуатации высоконагруженных систем сцепления трансмиссий автотранспортной техники. Именно муфта сцепления, как правило, лимитирует ресурс и наработку между регулировками и ремонтами трансмиссий. При этом существующая тенденция, связанная с увеличением энергонасыщенности и единичной мощности транспортных средств, приводит к ужесточению условий работы муфты сцепления.

В современных автотранспортных средствах применяются различные типы сцепления. Однако наибольшее распространение получили фрикционные дисковые сцепления, которые подразделяются по виду трения – на «сухие» и работающие в масле («мокрые»), по числу ведомых дисков – одно-, двух- и многодисковые и другим характеристикам. Передача крутящего момента в таких сцеплениях осуществляется за счет сил трения нажимным, фрикционным и опорным дисками, что приводит в процессе эксплуатации к термомеханическому износу материалов пар трения. Особенно остро эта проблема встает в системах сцепления высокоскоростной и тяжелой автотехники. Поэтому важнейшей задачей обеспечения надежности и долговечности таких узлов сцепления является подбор материалов пар трения, выбор которых определяется комплексом их физико-механических, теплофизических и трибологических характеристик.

В настоящее время в тормозных и передаточных узлах и механизмах нашли применение различные фрикционные материалы: металлы (сталь и чугун); материалы на целлюлозно-бумажной основе; композиционные материалы на основе полимеров; металлокерамические материалы; материалы на основе углеродной композиции; композиционные материалы с керамической матрицей. Для каждого типа фрикционного материала характерны свои условия эксплуатации, энергонагруженности и конструктивного исполнения элемента трения.

Фрикционные материалы для дисков сцепления «сухого» трения

Для дисков сцепления, предназначенных для высокоскоростной и тяжелой гражданской или военной техники, как колесной, так и гусеничной (танки, самоходные орудия, бронетранспортеры, тягачи, трактора и т.п.), характерны высокие механические и температурные условия эксплуатации – температура дисков может достигать 600-800⁰С. Так, например, для дисков сцепления автомобиля Porsche Carrera GT характерны скорости вращения двигателя более 20000 оборотов в минуту и температуры трибоконтакта более 800⁰С [2]. Анализ показал, что из приведенного выше перечня фрикционных материалов для высоконагруженных «сухих» дисковых сцеплений можно выделить следующие типы, которые по их температурному диапазону эксплуатации в той или иной степени удовлетворяют требованиям фрикционного контакта (температура выше 800⁰С): металлические, композиции с металлической матрицей и композиции с углеродной (УУКМ) и керамической (КМК) матрицами.

На текущий момент времени самыми распространенными фрикционными материалами для дисков сцепления являются сталь и чугун, а для фрикционных накладок – композиты с металлической матрицей (металлокерамика). Однако, в последние годы широкое коммерческое применение в различных отраслях промышленности нашли керамоматричные композиционные материалы, армированных углеродными волокнами (УВ), главным образом на основе SiC-матрицы. Благодаря исключительно высокой твердости и стойкости к абразивному износу карбида кремния такие КМК являются одними из самых перспективных современных материалов для изделий фрикционного назначения. Фрикционные КМК имеют очень хорошие триботехнические характеристики: высокий коэффициент трения, его малую зависимость от скорости, температуры поверхности в зоне трения и погодных условий, высокую износостойкость.

Так, следует отметить, что применение дисков сцепления из КМК, полученных по технологии LSI (жидкофазного силицирования углеродсодержащих полуфабрикатов), в трансмиссии автомобиля Porsche Carrera GT (рис. 1) позволило выдерживать температуры трибоконтакта выше 800⁰С, уменьшить диаметр дисков на 30% с 240 до 169 мм, и, соответственно, снизить весовые показатели блока сцепления более чем на 50% с 7,6 до 3,5кг [2].

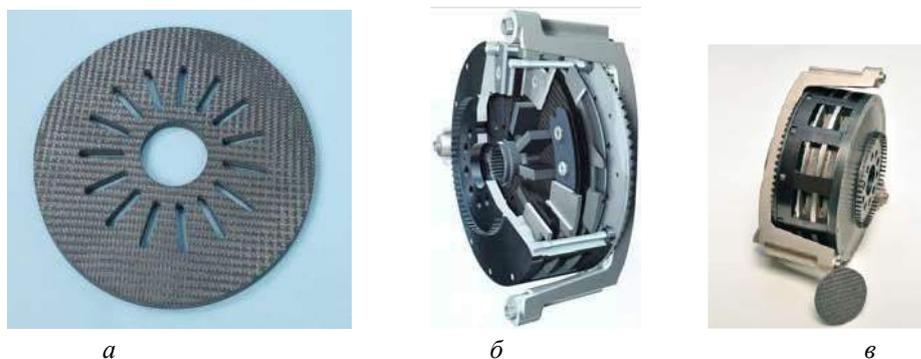


Рис. 1. Фотографии дисков сцепления из КМК фирмы Porsche для автомобиля модели Carrera GT: *а* - диск сцепления из КМК [11]; *б* – сцепление в разрезе [2]; *в* – в полной компоновке [4]



Рис. 2. Вариант диска сцепления со вставными фрикционными элементами из КМК

испытаний было показано, что данная пара трения имеет высокий и стабильный коэффициент трения как в сухом, так и во влажном состоянии – 0,38 и 0,35 соответственно. А износ составлял 1,1 мкм/цикл и 0,97 мкм/цикл (0,7 мкм/цикл и 0,63 мкм/цикл) для образца из КМК и стали соответственно для сухого (влажного) трения.

В работе [7] рассматривались различные сочетания пар трения композиций с углеродной и керамической матрицами, и отмечались высокие статический и динамический коэффициенты трения пары на основе карбидокремниевое КМК армированное углеродными волокнами «КМК–КМК» и их сбалансированность по отношению к парам трения «КМК–УУКМ» и «КМК–УУКМ».

Результаты исследований по применению фрикционных пар трения «металлокерамика на основе железа – КМК» [3, 5, 10] показали их высокие и стабильные триботехнические характеристики в широких интервалах значений контактного давления, скоростей скольжения и температур на поверхности трения. Кроме того, величины износа металлокерамических фрикционных элементов были относительно небольшими, в то время как износ элементов из КМК практически отсутствовал или был минимальным.

Фрикционные материалы для дисков сцепления «мокрого» трения

Одним из основных преимуществ фрикционных «мокрых» узлов сцепления, по сравнению с «сухими» вариантами, является их надежность и долговечность, что связано с меньшим изнашиванием пар трений, лучшим отводом теплоты от них и большей стабильностью их коэффициентов трения.

При подборе материалов пар трения для «мокрых» узлов сцепления резко снижаются требования к их теплостойкости, но при этом возрастают требования к обеспечению максимального и стабильного коэффициента трения и стойкости их к минеральным маслам. Среди фрикционных материалов в высоконагруженных узлах сцепления «мокрого» типа широкое применение нашли: металлические, металлокерамика на медной и железной основах, а также композиционные материалы с полимерной и углеродной матрицей, которые мало чувствительны к свойствам масла и интенсивности теплоотвода из зоны трения.

В качестве перспективного материала для высоконагруженных узлов трения, работающих в условиях смазки рассматриваются КМК, главным образом, с SiC матрицей. В работах [8, 9] проводились трибологические исследования, для определения возможности применения дисков сцепления из КМК в танковых фрикционах в условиях «мокрого» трения. Образцы для испытаний из КМК на базе нетканых и коротких УВ были получены комбинированным технологическим способом ультразвукового введения порошка кремния в полуфабрикат из УВ, пропиткой его углеродсодержащим пеком с последующим отверждением и карбонизацией, и далее – внутренним силицированием.

На рис. 2 приведен другой конструктивный вариант диска сцепления, где сцепление осуществляется за счет трения вставных элементов (пистонов) из КМК [1].

Одной из основных проблем применения фрикционных КМК в высоконагруженных узлах сцепления является подбор соответствующего материала контртела. Проведенный анализ показал, что наиболее эффективными фрикционными материалами в паре с КМК, с точки зрения минимальности износа, высоких значений и стабильности коэффициента трения в условиях температуры трибоконтакта выше 800⁰C являются сталь, металлокерамика на основе железа и КМК.

В работе [6] для пары «стальной диск – колодка из КМК» были проведены исследования по определению триботехнических характеристик для данной фрикционной пары в условиях «сухого» трения и трения, когда образец из КМК предварительно выдерживался в воде. По результатам

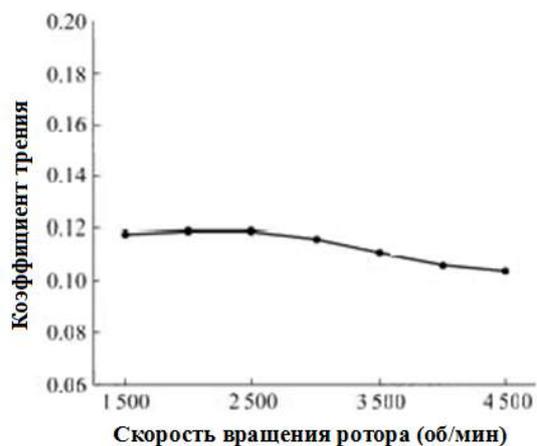


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от скорости вращения диска из КМК в условиях «мокрого» трения

загрязнения масла.

Таким образом, проведенный анализ показывает широкие перспективы применения КМК в узлах сцепления как в тяжелой транспортной технике, так и для многих типов высокоскоростных легковых автомобилей. Эти материалы могут рассматриваться как эффективная альтернатива традиционным фрикционным материалам в высоконагруженных системах сцепления.

Проведенные исследования показали высокие (0,114-0,126) и стабильные (85%) значения коэффициента трения КМК в паре с нержавеющей сталью 30CrSiMoVA (рис. 3), что оказалось выше, чем у пары «сталь - металлокерамика на медной основе» – (0,08-0,11) и (менее 80%) соответственно. После проведения 300 торможений у образцов из КМК износ не отмечался, в то время как у медной металлокерамики он составил 2 мкм при 100 торможениях. Как отмечается в работе [8] отсутствие износа связано с пористой поверхностью образцов из КМК, которая удерживая масло на поверхности, постоянно поддерживает тонкую смазывающую пленку между трущимися поверхностями.

Следует отметить, что применение дисков сцепления или фрикционных накладок из КМК в трансмиссиях автотехники в условиях «мокрого» трения обеспечивает их минимальный износ в случаях ухода масла или срыва смазывающей пленки, а также сильного абразивного

Список литературы

1. Czel B. Fe thermal analysis of a ceramic clutch / B. Czel, K. Varadi, A. Albers, M. Mitariu // Tribology International, 2009. - Vol.42. – p.714–723.
2. Hufenbach W. Fibre reinforced ceramic matrix composites for advanced tribological applications / W. Hufenbach, C. Weimann, Q. Zheng et al. // In: Tagungsband 16-th international conference on composite materials, 2007.
3. Kermc M. Development and use of an apparatus for tribological evaluation of ceramic-based brake materials / M. Kermc, M. Kalin, J. Vizintin // Wear, 2005. - Vol.259. - p.1079–1087.
4. Newsletter of the fraunhofer high-performance ceramics alliance. Advancer, 2009. - №3. – 4p.
5. Stadler Z. Friction and wear of sintered metallic brake linings on a C/C-SiC composite brake disc / Z. Stadler, K. Krnel, T. Kosmac // Wear, 2008. - Vol.265. - № 3-4. - p.278-285.
6. Xiao P. Preparation, properties and application of C/C-SiC composites fabricated by warm compacted-in situ reaction / P. Xiao, Z. Li, Z. Zhu, X. Xiong // J. Mater. Sci. Technol., 2010. – Vol. 26(3). – P.283-288.
7. Xu X. Tribological behaviour of three-dimensional needled carbon/silicon carbide and carbon/carbon brake pair / X. Xu, S. Fan, L. Zhang [et al.] // Tribology International, 2014. – Vol.77. – P.7–14.
8. Wang X. Investigation on fabrication and performance of C/C-SiC composites for tank clutch [D]. Changsha: Central South University, 2007.
9. Wang X. Wet friction performance of C/C-SiC composites prepared by new processing route / X. Wang, C. Yin, Q. Huang [et al.] // Journal of Central South University of Technology, 2009. – Vol.16. – Iss.4. – P. 525–529.
10. Wang Y. Friction surface evolution of carbon fibre reinforced carbon/silicon carbide (C/C-SiC) composites / Y. Wang, H. Wu // Journal of the European Ceramic Society, 2010. - Vol.30. - №15. - p. 3187–3201.
11. www.speautomotive.com/Awards%20Modules/2004Awards/Materials/home.html

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ

Филина О.А., Галиуллин Д.Р., Гараева А.Р.

КГЭУ, РТ, РФ, г. Казань

Качество продукции оценивается на основе количественного измерения определяющих ее свойств. Современная наука и практика выработали систему количественной оценки свойств продукции, которые и дают показатели качества. Широко распространена классификация свойств предметов (товаров) по следующим группам, которые дают соответствующие показатели качества:

- показатели назначения товара,
- показатели надежности,
- показатели технологичности,
- показатели стандартизации и унификации,
- эргономические показатели,
- эстетические показатели,
- показатели транспортабельности,
- патентно-правовые показатели,
- экологические показатели,
- показатели безопасности.

Показатели назначения характеризуют полезный эффект от использования продукции по назначению и обуславливают область применения продукции. Для продукции производственно-технического назначения основным может служить показатель производительности. Данный показатель позволяет определить, какой объем продукции может быть выпущен с помощью оцениваемой продукции или какой объем производственных услуг может быть оказан за определенный промежуток времени.

Надежность товара - сложное свойство качества, которое зависит от безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости, свойств и долговечности товара. В зависимости от особенностей оцениваемой продукции для характеристики надежности могут использоваться как все четыре, так и некоторые из этих показателей.

Безотказность - свойство надежности товара сохранять работоспособность в течение некоторой наработки в часах без вынужденных перерывов. К показателям безотказности относятся вероятность безотказной работы, средняя наработка до первого отказа, наработка на отказ, гарантийная наработка (ГОСТ 27.004.-85. Надежность в технике. Системы технологические, термины и определения.).

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Безотказность свойственна объекту в любом из режимов его эксплуатации.

Именно это свойство составляет главный смысл понятия надежности.

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтпригодность объекта оценивается коэффициентом готовности (технического использования), который определяется по формуле:

$$|K_r = |T_o || |T_o + T_b |,$$

где T_o - средняя наработка на отказ восстанавливаемого объекта, час,

T_b - среднее время восстановления объекта после отказа, час.

Сохраняемость свойств качества объекта характеризует долю снижения важнейших показателей назначения, надежности, эргономичности, экологичности, эстетичности (дизайна), патентоспособности по мере использования товара.

В первое время использования товара показатели его качества не ухудшаются. А затем начинается ежегодное снижение (ухудшение) показателей качества и чем больше срок службы (применения) товара, тем больше доля его ежегодного снижения.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность характеризует свойство надежности с позиции предельной длительности сохранения работоспособности объекта с учетом перерывов в работе. Сохранение работоспособности объекта в пределах срока службы или срока до первого капитального ремонта зависит не только от режима и организационно-технических условий работы, мероприятий восстановительного характера, проводимых в это время, но также способности сохранять эти свойства во времени.

К показателям долговечности объекта относят нормативный срок службы (срок хранения), срок службы до первого капитального ремонта, гамма - процентный ресурс, т.е. наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, а также другие показатели (ГОСТ 27.002-83).

Показатели технологичности характеризуют эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте продукции именно с помощью технологичности обеспечивается массовость выпуска продукции, рациональное распределение затрат материалов, средств труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации продукции.

К основным показателям технологичности конструкций относятся следующие:

- коэффициент межпроектной унификации (заимствования) компонентов конструкций;
- коэффициент унификации компонентов технологических процессов;
- удельный вес деталей с механической обработкой;
- коэффициент прогрессивности технологических процессов.

Эти показатели оказывают непосредственное влияние на массу изделия, коэффициент использования материалов, трудоемкость технологической подготовки производства, собственного производства, подготовки к функционированию, технического обслуживания и восстановления объекта, затраты по стадиям жизненного цикла.

Коэффициент блочности конструкции определяется по формуле:

$$|K_{бл}| = |C_{бл}| / |C|$$

где $C_{бл}$ - стоимость самостоятельных, легко отделимых блоков или агрегатов, выполняющих самостоятельную функцию,

C - себестоимость объекта.

Коэффициент межпроектной унификации (заимствования) компонентов конструкции объекта:

$$|K_{м.уп.}| = |N_{заим}| / |N|$$

Где $N_{заим}$ - количество наименований изделий, деталей, составных частей объекта, заимствованных из других проектов;

N - общее количество наименований деталей и других составных частей объекта, включая заимствованные и оригинальные.

Коэффициент унификации (заимствования) технологических процессов изготовления объекта:

$$|K_{у.т.п.}| = |N_{с.т.п.}| / |N_{т.п.}|$$

где $N_{с.т.п.}$ - количество наименований существующих технологических процессов, заимствованных для производства нового объекта,

$N_{т.п.}$ - общее количество наименования технологических процессов изготовления нового объекта, включая заимствованные и вновь разработанные.

Удельный вес деталей объекта с механической обработкой:

$$|D_{мех}| = |N_{мех}| / |N|$$

где $N_{\text{мех}}$ - количество наименований деталей объекта, трудоемкость механической обработки которых выше 10% полной трудоемкости их изготовления.

Коэффициент прогрессивности технологических процессов изготовления объекта:

$$K_{\text{пр.т.п.}} = \frac{N_{\text{пр.т.п.}}}{N_{\text{т.п.}}}$$

где $N_{\text{пр.т.п.}}$ - количество наименований прогрессивных технологических процессов изготовления объекта, зависит от программы выпуска предмета труда, возраста технологии и метода изготовления.

Показатели стандартизации и унификации - это насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями, а также уровень унификации.

По сравнению с другими изделиями. Все детали изделия делятся на стандартные, унифицированные и оригинальные.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

ПЕНОСТЕКЛО. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Заморов А.А., Сапрыгина Ю.В., Ковалёв А.В., Потехин А.А.

ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Для повышения энергоэффективности и создания комфортных условий для проживания, при строительстве зданий, помимо основной части, проводится целый комплекс дополнительных мероприятий. Одним из таких мероприятий является обеспечение теплоизоляции, которое достигается путем применения ряда теплоизоляционных материалов. Об одном из которых и пойдет речь в данной статье.

Пеностекло (ячеистое стекло) – это высокопористый ячеистый теплоизоляционный материал, неорганического происхождения, получаемый в ходе спекания тонкоизмельченного стекла с добавлением газообразователя. Визуально, по своей структуре, материал напоминает твердую мыльную пену. (рис.1)

Рисунок 1 Пеностекло. Общий вид



В качестве сырья для изготовления пеностекла используют стекломассу, которая в свою очередь может быть сварена из известняка, кварцевого песка, сульфата натрия и соды. Стоит отметить, что для производства пеностекла может использоваться стекольный бой (отходы стекольного производства).

В качестве газообразователей используют (% от массы стекла): антрацит: 1,5-2%; кокс: 2-3%; торфяной полукокс; известняк или мраморная крошка: 1-1,5%; ламповая сажа: 0,2-0,5%, доломит, причем температура разложения газообразователя должна быть на 50 - 70°C выше температуры размягчения стеклянного порошка.

По способу формования, пеностекло делится на:

1. гранулированное пеностекло (гравий, песок, щебень);
2. блочное пеностекло (блоки, плиты, фасонные изделия).

При выборе теплоизоляционного материала, обычно, обращают внимание на следующие технические характеристики:

- Плотность 120 — 170 кг/м³.
- Предел прочности на сжатие 1 — 2 МПа.
- Водопоглощение 1,0 % от объема.
- Теплопроводность 0,04— 0,08 Вт/(м•К).
- Начальная температура деформации 670°C.
- Сорбционная влажность 0,2-0,5 масс.

В зависимости от способа формования, пеностекло может применяться при теплоизоляции различных строительных конструкций. Так гранулированное пеностекло зачастую применяют при гидроизоляции кровли (рис.2), чердачных перекрытий, теплоизоляции стен (рис.3). А благодаря его высоким теплоизолирующим свойствам, в сочетании с низкой плотностью, гранулированное пеностекло используется как наполнитель для легких бетонов, легковесных панелей. Блочное пеностекло, в свою очередь, используется для утепления и звукоизоляции стен здания (как изнутри, так снаружи) (рис.4), внутренних перекрытий, утепления фундаментов, теплоизоляции печей и трубопроводов.

Рисунок 2 Теплоизоляция кровли гранулированным пеностеклом



Рисунок 3 Утепление колодцевой кладки гранулированным пеностеклом



Из-за разнообразия фактуры и цвета выпускаемой продукции, пеностекло может быть использовано в качестве облицовочного материала.

Достоинства пеностекла:

- Долговечность. Производители утверждают, что при правильной эксплуатации, пеностекло способно служить не менее 100 лет. К тому же, оно не может быть разрушено вредителями, скачками температурного режима или же повышенной влажностью;
- Экологичность. Материал является химически инертным, что гарантирует высокий уровень экологичности, к тому же он не горит и не выделяет токсических газов и соединений, отравляющих окружающую среду;
- Шумоизоляция. Пеностекло способно гасить звуковые волны в 45-56 децибел, что превышает показания, к примеру, минеральной ваты;
- Легкость монтажа. Материал прост в установке. Блоки нарезаются на нужные части обычной ножовкой и крепятся к стене с помощью клеящих составов.(рис.4)

Рисунок 4 Устройство наружной теплоизоляции блоками из пеностекла



Недостатки:

- Большой вес. 1 м³ блочного пеностекла весит порядка 160 килограмм. Использование такого материала, несомненно, повышает нагрузку на конструкции, что необходимо учитывать при расчете;
- Низкая ударная прочность. Материал плохо переносит ударные нагрузки. К тому же, трещина в блоке пеностекла может привести к просачиванию влаги;

- **Высокая стоимость.** В связи со сложностями в изготовлении, пеностекло отличается высокой стоимостью, в сравнении с другими теплоизолирующими материалами. Так порядок цен за 1 м³ блочного пеностекла в г. Ростов-на-Дону находится в пределах 18000-25000 руб.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, несмотря на ряд недостатков, пеностекло является одним из лучших теплоизоляционных материалов, представленных на рынке.

Список литературы

1. ГОСТ 33676-2015 «Материалы и изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений. Классификация. Термины и определения»;
2. Диссертация на тему: «Строительные облицовочные материалы с регулируемой поровой структурой на основе алюмосиликатных пород и стеклобоя» к.т.н. Карпов Б.А. г. Улан-Удэ 2009 г.;
3. Б. К. Демидович «Пеностекло» Издательство «Наука и техника» г. Минск 1975 г.;

ПРИМЕНЕНИЕ ВИНТОВЫХ СВАЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Калмыков С.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет НПИ имени М.И Платова. Г.Новочеркасск.

Аннотация: В статье приведено обоснование применения винтовых свай при строительстве временных зданий. В статье так же определена последовательность операций при возведении фундаментов на винтовых сваях и представлена в виде блок схемы.

Ключевые слова: винтовые сваи, строительство

APPLICATION OF SCREW PILES UNDER CONSTRUCTION TEMPORARY BUILDINGS

Kalmikov S.A.

Abstract: This article describes the case for the use of screw piles in the construction of temporary buildings. The article as defined sequence of operations in the construction of foundations on screw piles and presented in the form of a block diagram.

Key word: screw piles, struction.

Винтовая свая представляет собой цилиндр с находящимися на его наконечнике одним или несколькими винтами, устанавливаемый в грунт по средствам ввинчивания в грунт (рисунок.1).

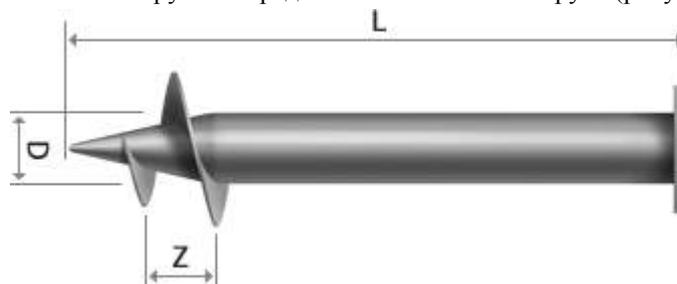


Рис. 1. Винтовая свая:

L – длина сваи; D – диаметр стержня сваи; Z – шаг винта

Использование винтовых свай даёт определенные преимущества перед остальными фундаментами, такие как: скорость возведения; возможность работы сваи как на сжатие, так и на вырыв; проведение работ может производиться в различных климатических условиях; сокращение времени и стоимости возведения.

На территории РФ существует большое количество необжитых территорий, и для их застройки и заселения требуется большое количество временных сооружений и конструкций, таких как: производственные, складские, вспомогательные здания и т.д. Для ускорения процесса строительства

допускается применять вахтовый метод организации строительства, предусматривающий выполнение работ силами регулярно сменяемых подразделений из состава строительных организаций, дислоцированных в обжитых районах, что так же требует наличие быстровозводимого жилья [1]. В общих случаях для основания временных (кабинных и иных) сооружений предлагается использовать винтовые сваи.

При устройстве свайных фундаментов рекомендуется последовательность их возведения согласно блок-схемы (рис. 2)



Рис. 2. Блок схема возведения свайных фундаментов

При подборе свай для фундаментов в различных климатических зонах немерзлых грунтов рекомендуется использовать широкополочные сваи при отношении лопасти сваи к диаметру ствола > 1.5 , а для многолетнемерзлых рекомендуются узколопастные сваи, где отношение лопасти сваи к диаметру ствола < 1.5 [2] (Рис. 3).

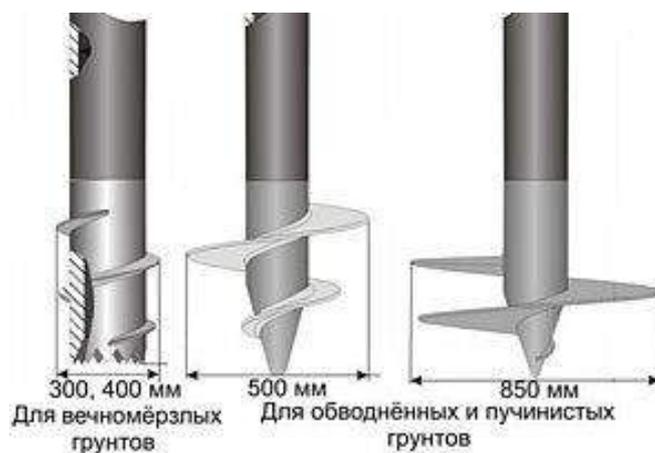


Рис. 3. Виды свай для различных грунтовых условий

Несущая способность сваи определяется по формуле:

$$F_{a,du} = \gamma_c \gamma_t [R \cdot A + R_{sh} \cdot A_{sh} + \gamma_{af} \sum R_{af} \cdot A_{af}]$$

Где F_d — несущая способность винтовой сваи при действующей сжимающей силе, кН (тс); F_{du} — несущая способность винтовой сваи при действующей выдергивающей силе, кН (тс); γ_t — температурный коэффициент; γ_c — коэффициент условий работы; R_{af} — расчётное сопротивление мёрзлого грунта сдвигу по боковой поверхности смерзания ствола сваи без учёта винтовой части; R — расчётное давление на мёрзлый грунт под нижним концом сваи; R_{sh} — расчётное сопротивление мёрзлого грунта сдвигу по грунту в пределах винтовой части; A_{sh} — площадь поверхности сдвига в пределах винтовой части; A — проекция площади лопасти сваи; γ_{af} — коэффициент, зависящий от вида поверхности смерзания; A_{af} — площадь поверхности смерзания i -го слоя грунта с боковой поверхностью ствола винтовой сваи в пределах высоты возможного смерзания.

Вывод: Наиболее эффективно винтовые сваи можно применять в условиях крайнего севера, в незаселенных районах с суровым климатом где условия не позволяют использовать более трудо и энергоёмкие способы устройства фундаментов под сооружения разного типа.

Список литературы

1. СНиП 3.01.01-85* Организация строительного производства
2. СТО 56947007-29.120.95-050-2010 Нормы проектирования фундаментов из винтовых свай
3. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. (СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85)
4. Полищук А.И. Винтовые металлические сваи и обоснование их конструктивного решения для фундаментов быстровозводимых временных зданий [Текст]/ Максимов Ф.А. -Баку: Геомеханика, геотехника, геоэкология, гидротехника, 2016. – 339 с.

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ковалев А.В., Заморев А.А., Сапрыгина Ю.В., Хачатурян Ф.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, РФ,
г. Новочеркасск

Мы проводим множество времени внутри помещений – отдыхаем дома, учимся в образовательных учреждениях, работаем в офисе или на производстве, организуем свой досуг в культурных заведениях. От того, насколько безопасен внутренний микроклимат помещения, зависит наше здоровье и самочувствие.

Использование материалов с повышенным радиационным фоном может способствовать развитию ряда отклонений в нормальном функционировании здорового человеческого организма.

Застройщики, в угоду экономии и в ущерб здоровью жильцов, зачастую опускают такой важный фактор как радиационный фон внутри помещения. Решать проблему радиационной безопасности нужно еще на ранних этапах строительства: при выборе места под застройку, выборе материалов для возведения фундамента, стен, выборе внутренней и внешней отделки, обустройстве прилегающей территории.

Из-за ухудшения радиоактивными строительными материалами экологии помещения людей начинают беспокоить

- головные боли,
- аллергия,
- плохое самочувствие.

Но как же понять, вреден материал или нет? Обратимся к действующему законодательству Российской Федерации. Согласно ему запрещается использование строительных и отделочных материалов с неизвестным содержанием естественных радионуклидов, то есть устанавливаются нормы на содержание радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K . Согласно Нормам радиационной безопасности НРБ-99 и ГОСТ 30108-94, нормирование проводится по параметру удельная эффективная активность:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1.31A_{\text{Th}} + 0.085A_{\text{K}},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} - удельные активности радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K соответственно, Бк/кг.

Согласно ГОСТ 30108-94 за результат определения удельной эффективной активности в контролируемом материале и установления класса материала принимается значение, определяемое по формуле:

$$A_{\text{эфф м}} = A_{\text{эфф}} + D,$$

где D - абсолютная погрешность определения $A_{\text{эфф}}$.

- Для материалов, используемых во вновь строящихся жилых и общественных зданиях (I класс) $A_{\text{эфф м}}$ не должна превышать 370 Бк/кг.
- Для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а так же при возведении производственных сооружений (II класс) $A_{\text{эфф м}}$ не должна превышать 740 Бк/кг.
- Для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс) $A_{\text{эфф м}}$ не должна превышать 1500 Бк/кг.
- При $1500 \text{ Бк/кг} < A_{\text{эфф м}} \leq 4000 \text{ Бк/кг}$ (IV класс) возможность использования материалов решается в каждом случае отдельно с федеральными органами Госсанэпиднадзора.
- При $A_{\text{эфф м}}$, превышающей 4000 Бк/кг, материалы не должны использоваться в строительстве.

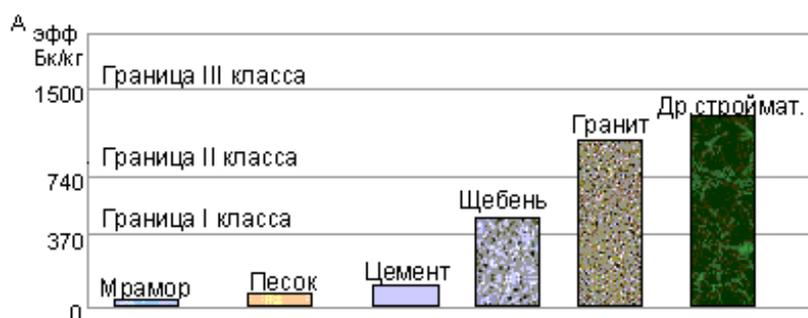
Естественная радиация в природе существовала всегда. Один из ее источников – излучение земной коры. В ее толще залегают породы, из которых производят многочисленные строительные материалы. Многие из них до сих пор хранят следы радиоактивного прошлого нашей планеты.

К наиболее вредным строительным материалам относят:

- 1) гранит
- 2) кварцевый диорит
- 3) графит
- 4) туф
- 5) пемзу

Эти материалы выделяют радон в больших количествах, поэтому для использования внутри помещения они не рекомендуются. Бетон, кирпич (радиоактивность красного кирпича выше, чем силикатного), мрамор, известняк и дерево принято считать относительно безвредными в этом плане материалами. Гравий и песок отличаются немного большим уровнем естественной радиации. К таким материалам как щебень, фосфогипс и стекловолокно следует относиться с осторожностью, их уровень радиации в некоторых случаях может превышать норму.

Рис.1. Распределение стройматериалов по параметру удельной эффективной активности согласно ЛРК-1 МИФИ.



Радиоактивность некоторых используемых в строительстве материалов может нанести вред здоровью. При распаде радионуклидов, входящих в их состав (радия-226, калия-40, тория-232), выделяется радиоактивный газ радон. Его объемная активность в воздухе непроветриваемых помещений (подвалов, подземных станций метро), бывает в 10 и более раз выше, чем в открытой атмосфере.

Радон выделяется в воздух в два этапа. Сначала он проникает из материала в поры элементов строительного объекта. Затем постепенно распространяется через микрощели и трещины. При этом часть его распадается и попадает в воздух помещения. Больше всего радона скапливается на первых этажах зданий. Более того, поступая в легкие, радон распадается с выбросом альфа-частиц. Это может вызывать микроожоги тканей и их злокачественное перерождение.

Список литературы

1. ГОСТ 30108-94* «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов», 1995
2. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009, 2009

СОВЕТСКАЯ СИМВОЛИКА НА ФАСАДАХ ПЕТРОЗАВОДСКА

Крылова О.И., Антонова П.И., Огнева А.С.

ПетрГУ. РФ, г. Петрозаводск

Во время Великой Отечественной Войны Петрозаводск, тогда имевший статус столицы Карело-Финской ССР, был почти полностью разрушен. Восстановление города началось в центральном районе, представляющем собой историческую зону. Сохранили планировку, разработанную и реализованную в середине XIX века. В послевоенные годы в город приехала группа архитекторов, которые постарались создать город столичного характера. Наиболее значимая застройка центральной зоны создана в 50-е годы. За короткий период была сформирована гармоничная городская среда. Дома запроектированы в масштабе исторических кварталов. Фасады домов решены на высоком художественном уровне. Таким образом, застройка центральной зоны, сформированная в короткий временной период (для развития города «одномоментно»), представляет собой срез развития архитектуры города и заслуживает внимательного рассмотрения. Позднее началось массовое строительство крупнопанельных зданий на новых территориях, что диктовалось необходимостью быстро обеспечить население сравнительно недорогим жильем.

В настоящей статье рассматриваются каменные здания центральной зоны Петрозаводска, составляющие основной массив застройки 50-х. Годы формирования этой застройки характеризуются победными настроениями послевоенного времени, единением народа, патриотизмом. Естественно, в таком настроении решено и убранство застройки тех лет. В декоре фасадов использованы мотивы национальных культур местных народностей, местной природы, классические элементы. Вместе с тем, часто читаются на фасадах мотивы победы, государственная символика, и советские бренды. Применение именно этих элементов рассматривается в настоящей статье. Так, в решении фасадов широко использованы общепринятые символы победы – знамена, факелы, венки и т.д. Примеры использования знамен представлены на рисунке 1: на фронтонах общественных зданий и на фасадах жилых домов (Рис. 1.).



Рис.1. Фронтон Дома Офицеров. Знамена в композиции с оружием и Орденом Победы. На фасаде жилого дома знамена в композиции с символами плодородия.

Знамена используются в сочетании с гербами, с венками, с горнами и т.д. Такие композиции встречаются не только на домах, но и на сооружениях (Рис. 2)

Рис. 2. Арка входа в парк украшена знаменами



На жилых зданиях довольно часто встречаются в разных сочетаниях факелы, венки, вазы, ленты и пр. Примеры такого решения представлены на Рис. 3.

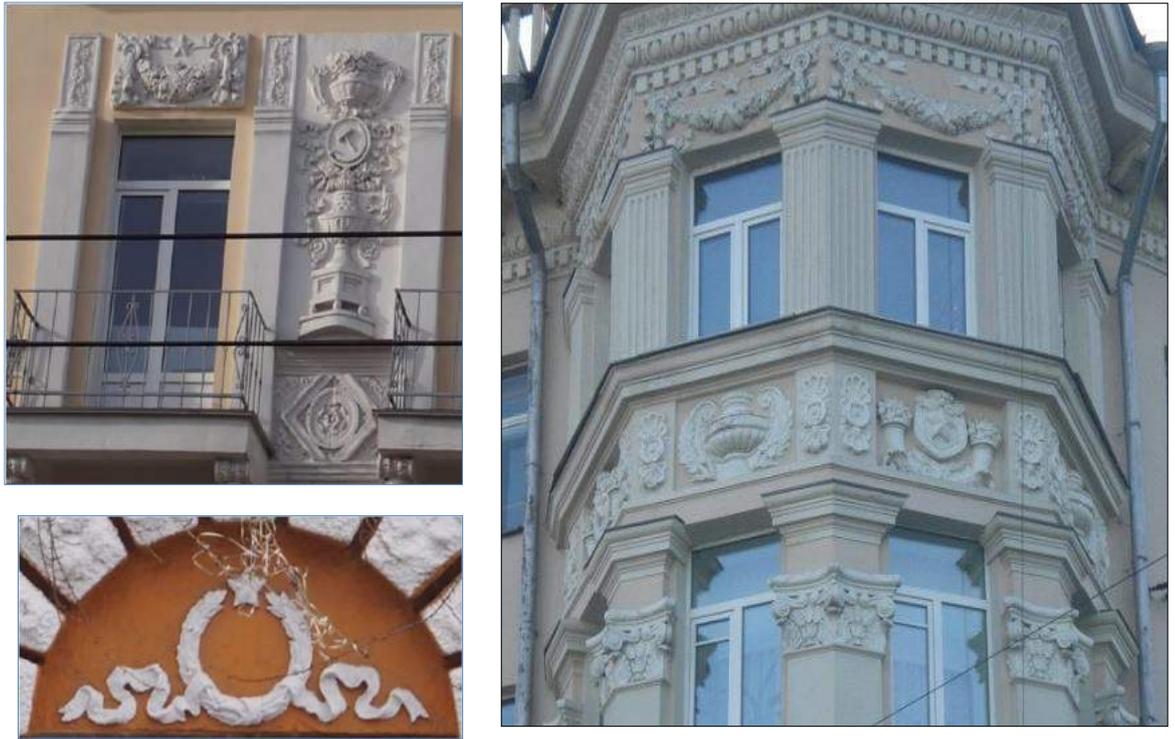


Рис. 3. Примеры победной тематики на фасадах жилых зданий: факелы, щиты, венки и т.д.

На фасадах зданий постройки 50-х распространены гербы и ассоциативные с гербами композиции. Встречаются гербы Советских времен (Рис. 4.) использован герб республики Карелия на здании правительства.



Рис. 4. Герб СССР на фасаде жилого дома и герб РСФСР на ж.д. вокзале.

К сожалению, иногда на фасадах административных зданий декор частично заменили новым, пример - фронтон здания МВД (Рис. 5.).



Рис. 5. Изначальное и новое решение фронтона.

Особенно широко распространена в районе советская символика. Общеизвестными «брендами» Страны Советов являются пятиконечная звезда и «серп и молот». Пятиконечная звезда – геральдический знак Красной Армии, использовался на флагах и гербах (Рис. 6.).



Рис.6 Слева эмблема Рабоче-Крестьянской Красной Армии (1918 г.). Справа эмблема вооруженных сил СССР

Серп и молот олицетворяли союз крестьян и рабочих. В центре Петрозаводска эти символы в обилии встречаются на фасадах жилых домов и общественных зданий. Так, звезды размещены на стенах, капителях колонн и пилястр. Ниже показаны варианты использования звезд. Распространен прием, когда на стенах звезда читается как отдельный повторяющийся элемент на стене либо одиночные в розетках либо в составе небольшой композиции (Рис.7).



Рис. 7. Примеры применения пятиконечных звезд в декоре стен жилых зданий

Звезды использованы также при решении фронтонов (Рис. 8). На фронтоне клуба ОТЗ геральдический знак завода, увенчан пятиконечной звездой. На фронтоне жилого дома (справа сверху) геральдический знак, ассоциируется с гербом РСФСР увенчан пятиконечной звездой.

Фронтон жилого дома (нижний ряд) украшен венками, жезлами и звездами.



Рис. 8. Слева сверху фронтон клуба ОТЗ, справа и внизу фронтоны жилых домов.

Также большое распространение получил знак «серп и молот». Применен как отдельный элемент декора, так и в композициях (Рис. 9). Знак использован как на поле стены, так и на карнизах и фронтонах. На фронтоне создана геральдическая композиция со знаком «серп и молот» в центре.



Рис. 9. Примеры использования знака «серп и молот» в декоре стен

Символы Страны Советов, часто, украшают колонны и пилястры в центре города. На рисунках 10, 11, 12, 13 показаны примеры их использования на колоннах и пилястрах общественных и жилых зданий.



Рис. 10. Пятиконечные звезды на капителях колонн и пилястр Дома физкультуры.



Рис. 11. Звезды на колоннах Дома Офицеров.



Рис. 12. «Серп и молот» на учебном корпусе ПетрГУ.

Хотя рассмотренные в настоящей статье объекты составляют малую часть застройки, но позволяют судить об обилии брендов Страны Советов на ограниченной территории. Фасады домов здесь решены на высоком художественном уровне, и являются вместе с тем носителями советской символики. Такую застройку следует бережно хранить как заповедную.



Рис. 13. Звезда на пилястре жилого дома.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

РЕСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ВЕТЧИННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЯСА КРОЛИКОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЮРЕ ТОПИНАМБУРА

Шинкарева С.В., Княжеченко О.А.

ФГБОУ ВО ВолгГТУ, РФ, г. Волгоград

Одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения, является здоровое питание, обеспечивающее нормальный рост и развитие человека. У большинства россиян выявляются нарушения питания, обусловленные недостаточным потреблением витаминов, минеральных веществ, полноценных белков и их нерациональным соотношением.

В последние годы на отечественном рынке мясопродуктов наблюдалось постепенное наращивание производственных мощностей. Рынок колбасных изделий является динамичным и перспективно развивающимся. Если говорить о структуре российского рынка по видам колбасных изделий, то наиболее востребованными остаются востребованными вареные колбасные и ветчинные изделия[1]. Здесь заметен более высокий уровень конкуренции чем на других продовольственных рынках. Спрос на ветчинные изделия растет. За последние несколько лет емкость рынка выросла на 35%, объем импорта сократился в 3 раза, российское производство увеличилось на 26%, а в ближайшее время прогнозируется повышение спроса на качественную продукцию[2].

Ветчинные реструктурированные изделия всегда пользуются большим спросом у потребителей, так как они дешевле, нежели цельнокусковые, однако не уступают им по вкусовым характеристикам. По результатам анализа рынка было выявлено, что ветчинные реструктурированные изделия доступны широким слоям населения, причем преобладают группы потребителей, которые выбирают ветчину для повседневного потребления.

Традиционно для выработки реструктурированных ветчин используют свинину, реже – мясо курицы или индейки, еще реже встречается ветчинные изделия из говядины. Однако в настоящее время разрабатываются новые мясные продукты на основе мяса кроликов – колбасные и ветчинные изделия, консервы для диетического и детского питания. Вместе с тем, предприятия пока не стремятся выработать продукцию из крольчатины в связи с ограниченностью научно обоснованных рекомендаций по комплексной переработке мяса кроликов[2].

Крольчатина отличается большим содержанием полноценного белка (около 21,5%), витаминов и минеральных веществ. По процентному содержанию мякоти тушка кролика превосходит других животных. Результаты анализа мяса кроликов по аминокислотному и жирнокислотному составу показывают, что в составе его мышечной ткани содержатся все незаменимые аминокислоты, а также можно отметить высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот – линолевой – 2,6 мг / 100 г, линоленовой – 0,36 мг / 100 г и арахидоновой – 0,4 мг / 100 г. Таким образом, использование мяса кроликов в качестве сырья для производства мясных продуктов оправдано с позиций его биологической и пищевой ценности[3].

К наиболее перспективным культурам, с позиции производства, относится топинамбур. Ценность топинамбура, как пищевой культуры, в первую очередь, определяется его биохимическим составом. Клубни и надземная масса топинамбура содержат большое количество пектина, пищевых волокон, белка, аминокислот, в том числе незаменимых, жизненно важных макро- и микроэлементов, а также органических и жирных кислот, обладающих сильным антиоксидантным действием.

Уникальный биохимический состав топинамбура позволит использовать его в качестве сырья для создания и производства функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания на мясной

основе[4]. Добавление его в колбасные изделия позволяет значительно усилить питательную и биологическую ценность этих продуктов.

Технология производства данной ветчины по выбранной технологии предполагает внесение сырого предварительно измельченного пюре топинамбура на стадии массирования в количестве 10 % к массе мясного сырья. Такое количество пюре топинамбура не меняет характерных органолептических свойств готового продукта. Однако позволяет улучшить физико-химические показатели – увеличено количество пищевых волокон, а также уменьшено количество жира на 100 г готового изделия.

По органолептическим характеристикам образец ветчины, приготовленный с использованием пюре топинамбура, оказался выше контрольного образца. Опытный образец имеет плотную монолитную консистенцию, розовый цвет на разрезе, приятный запах, солоноватый вкус.

Заключение

Таким образом, можно считать целесообразным и перспективным использование мяса кролика и топинамбура при производстве реструктурированных ветчинных изделий. В результате проведенного исследования было выявлено, что готовый продукт обладает высокой пищевой и биологической ценностью.

Список литературы

1. Шпонкина Ю. Вареные колбасы тенденции и прогнозы внутри сегмента // Прод-экспо. – 2015. – С. 20-21.
2. Царегородцева Е. В. Создание мясопродуктов с заданным уровнем качества, пищевой и биологической ценностью // Вестник марийского государственного университета. серия: сельскохозяйственные науки. экономические науки. – 2015. – №2. – С. 63-67.
3. Антипова Л. В., Василенко О. А., Мишин С. Е., Жилиева Ж. В. Перспективы использования комплексной переработки кроликов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – №5-6. – С. 25-26.
4. Хайбуллина А. З. Топинамбур и пектин в мясном производстве. // NovaInfo. – 02.06.2016. – №47-2. – С. 1-2.
5. Казюлин Р.Г. Формованные реструктурированные ветчинные изделия из мяса кроликов // Мясная индустрия. – 2006. – №1. – С. 35-36.

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

МНОЖЕСТВЕННАЯ ГРУППОВАЯ ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА С ОБЩЕЙ ЗАГОТОВКОЙ НА СТАНКАХ С УПРАВЛЕНИЕМ ОТ ПК

Бронякина А.А., Кондратьев Е.М.

Московский технологический университет, РФ, г. Москва

Обработка сразу нескольких одинаковых заготовок (множественная обработка) на обычных фрезерных станках [1, с. 240] применяется для повышения их производительности. В настоящее время на фрезерных станках с ЧПУ и фрезерных станках с управлением от ПК также применяется множественная обработка по одной управляющей программе (УП) [4, с. 54; 8, с. 71; 11]. Множественная обработка на станках с ЧПУ и станках с управлением от ПК позволяет уменьшить время наладки и увеличить эффективность использования такого оборудования, снизить штучное время изготовления единицы продукции, поднять прибыль.

Множественную обработку можно реализовать и при групповой технологии [9, с. 36], когда сразу обрабатываются разные по конфигурации детали, принадлежащие одной классификационной группе.

Автоматизированное проектирование множественной обработки на станках с ЧПУ осуществимо [6, с. 22], но само выполнение множественного фрезерования на станке с ЧПУ требует реализовать достаточно сложную наладку станка (рис. 1) [11]. Для малогабаритных фрезерных станков с компьютерным управлением выполнение множественной обработки также оказалось весьма затруднительным и порой невозможным из-за небольших размеров станков и сложной наладки.

Для облегчения выполнения множественной обработки было предложено использовать общую заготовку [2, с. 64; 5, с. 47]. Это позволяет использовать только одно станочное приспособление. Кроме того, заготовка одна, и теперь легче выполнить требования по качеству поверхности и размерам заготовки. Также при такой обработке заметно упрощается наладка станка и сокращается время для его выполнения.

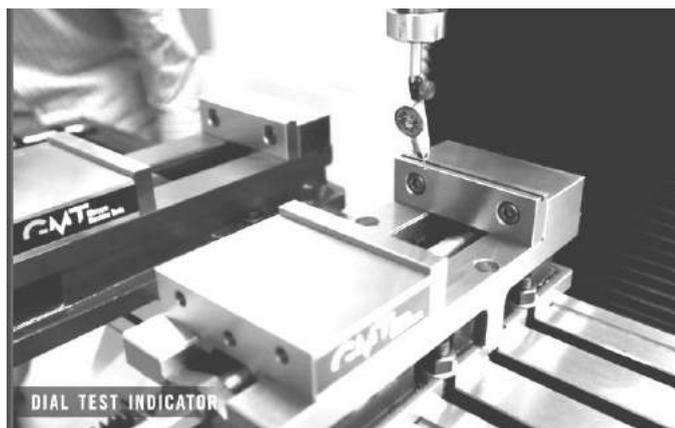


Рис.1. Этап выполнения наладки для множественной обработки на фрезерном станке с ЧПУ

В настоящей работе рассматривается выполнение множественной групповой фрезерной обработки с общей заготовкой на станках с управлением от ПК. Для автоматизированного проектирования множественного группового фрезерования с общей заготовкой была выбрана российская интегрированная CAD/CAM/CAPP-система ADEM 8.0, на которую в открытом доступе имеется полный комплект документации [10]. Выполнение такой обработки проверялось на малогабаритном фрезерном станке МШ-2.2 с управлением от ПК (рис. 2).

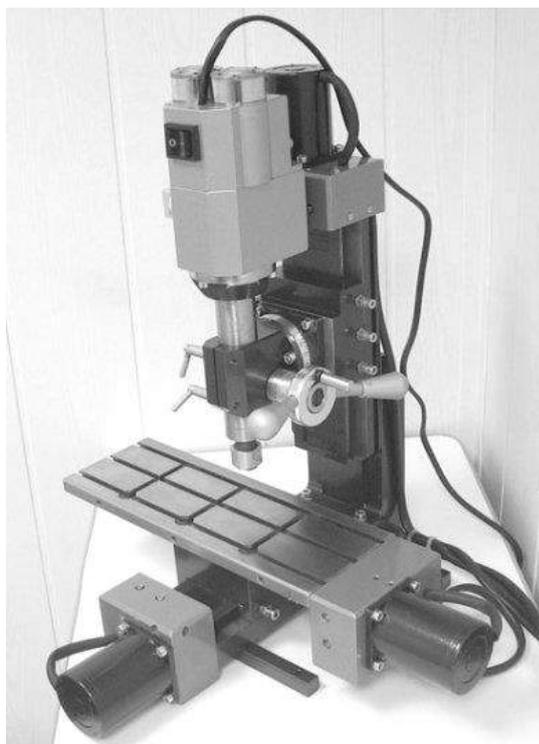


Рис. 2. Малогабаритный фрезерный станок МШ-2.2 с управлением от ПК

С учетом возможности выполнения на станке МШ-2.2 множественной групповой обработки с общей заготовкой в модуле ADEM CAD были спроектированы две простые детали, содержащие основные конструктивные элементы корпусных деталей, и была получена 3D-модель результата групповой обработки (рис. 3) путем совмещения копий построенных 3D-моделей деталей [7, с. 31].

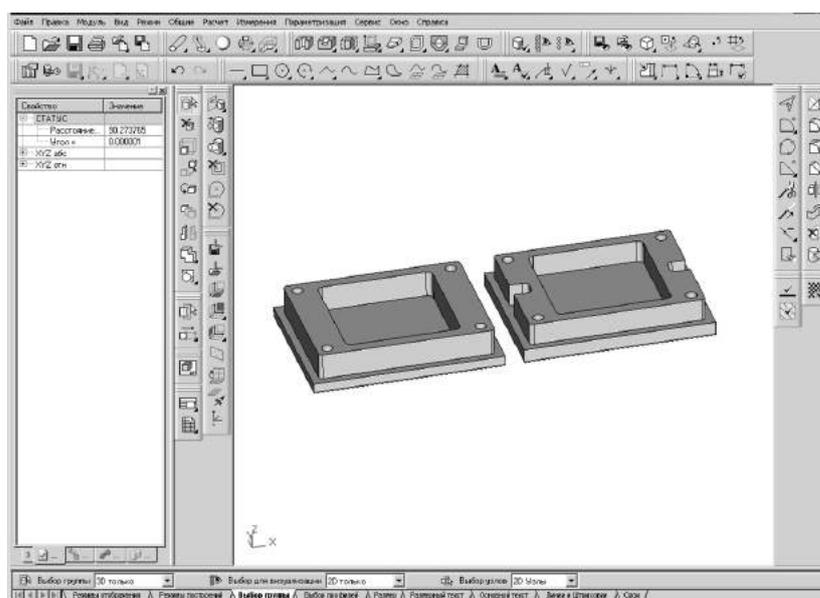


Рис. 3. 3D модель множественной групповой обработки

В модуле ADEM CAM был построен маршрут изготовления двух разных деталей из общей заготовки по одной УП (рис. 4), и в ADEM Verify было выполнено объемное моделирование такой обработки (рис. 5).



Рис. 4. Маршрут обработки

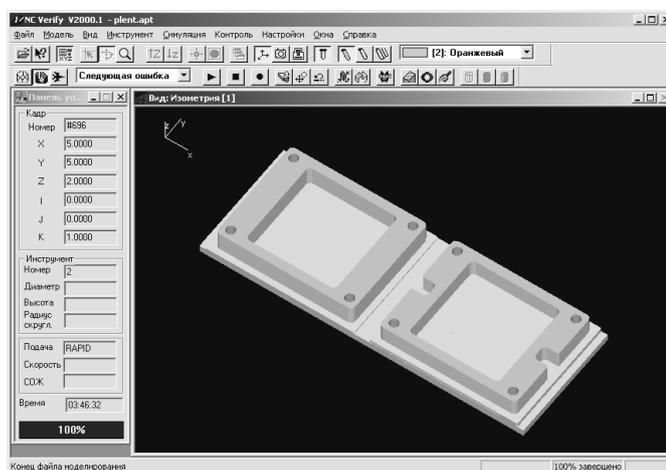


Рис. 5. Результат объемного моделирования

При проектировании в ADEM множественной групповой фрезерной обработки с общей заготовкой на малогабаритном станке МШ-2.2 с управлением от ПК использовались начальные настройки оборудования и постпроцессора. Полученная с этими настройками УП выполнена в коде ISO 6983 (G-коде), с которым работает программный контроллер, осуществляющий управление станком, и требует минимальной ручной правки, связанной со стартом и окончанием УП.

Однако используемый по умолчанию в ADEM CAM постпроцессор 1 не имеет круговой интерполяции, и все криволинейные перемещения инструмента заменяются кусочно-линейными. При фрезерной обработке деталей, содержащих протяженные криволинейные участки, это приводит к большому числу кадров в УП и продолжительному времени обработки. Поэтому был выполнен поиск подходящего оборудования и постпроцессора с круговой интерполяцией, генерирующий код, близкий к стандартному G-коду.

Из базы оборудования в ADEM путем последовательного перебора вместо оборудования, установленного по умолчанию в ADEM CAM, был выбран станок фрезерный с ЧПУ марки FSQV-63NC с постпроцессором 63 [3, с. 18]. Это позволило намного сократить число кадров в УП и уменьшить время обработки. Но синтаксис полученной УП для FSQV-63NC не давал возможности её сразу использовать с программным контроллером станка. Поэтому для получения стандартного G-кода управляющая программа правилась в обычном текстовом редакторе.

Испытание окончательной редакции УП на станке проводилось на макете из деревянного бруска квадратного сечения 40x40 мм и длиной 108 мм. Брусок закреплялся в тисках, причем нижняя поверхность бруска плотно прижималась к направляющей поверхности подвижной губки. Этим обеспечивалось базирование макета заготовки.

Программный контроллер Mach2 загружался с профилем нашего малогабаритного станка, сбрасывалась кнопка Reset, и вручную проверялось управление станком. Начальная точка обработки устанавливалась так, чтобы центр фрезы совпал с передней гранью бруска и касался верхней плоскости (рис. 6). Отступ от левого края бруска выбирался равным 3 мм. Далее в Mach2 обнулялись координаты кнопками zero X, zero Y, zero Z. После этого загружалась УП, и включалось вращение шпинделя станка. Нажатием кнопки «Cycle Start» в Mach2 осуществлялся запуск управляющей программы, и начиналась выполняться механическая обработка.

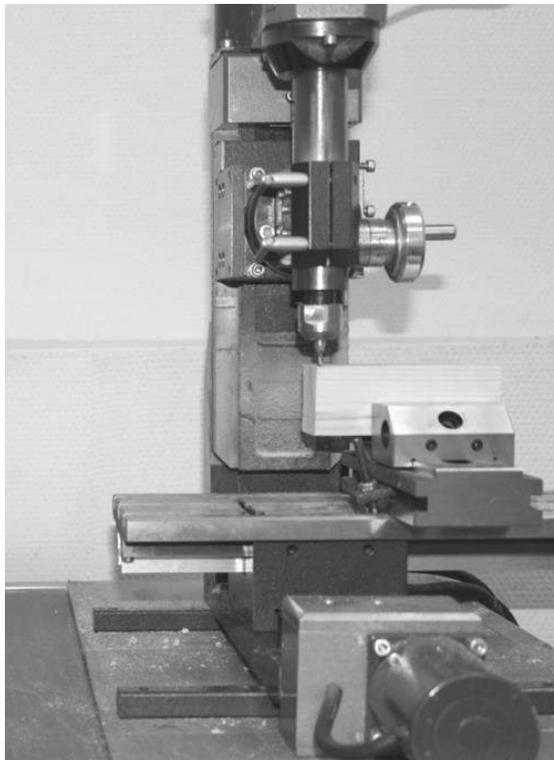


Рис. 6. Установка начальной точки обработки

Этапы выполнения множественной групповой обработки с общей заготовкой на станке МШ-2.2 показаны на рис. 7 – 10.

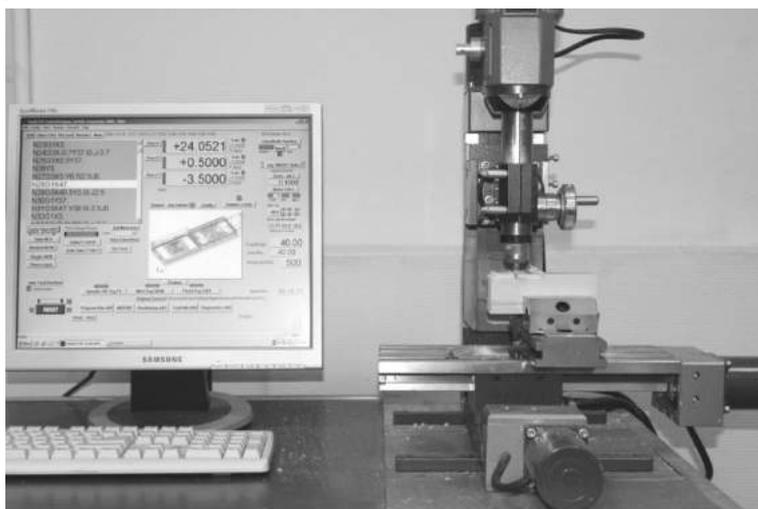


Рис. 7. Обработка конструктивного элемента «стенка» первой детали

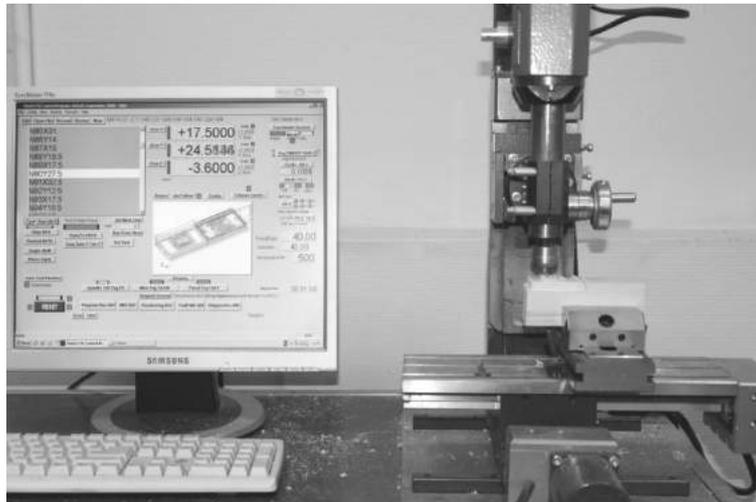


Рис. 8. Обработка конструктивного элемента «колодец» первой детали

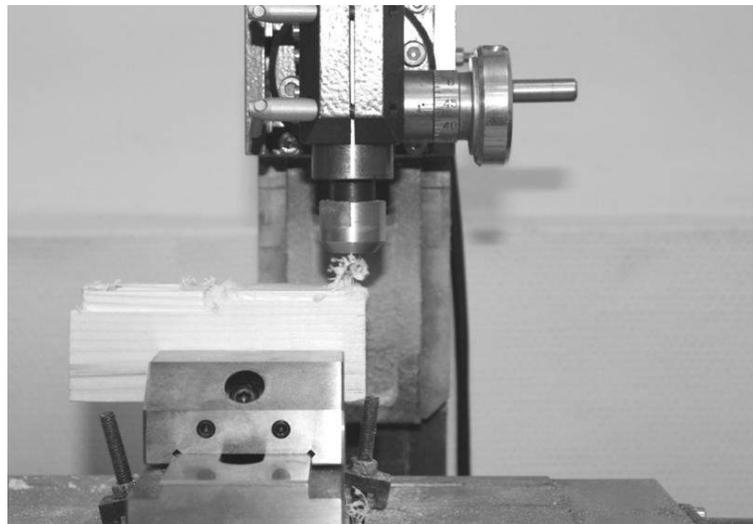


Рис. 9. Обработка конструктивного элемента «стенка» второй детали

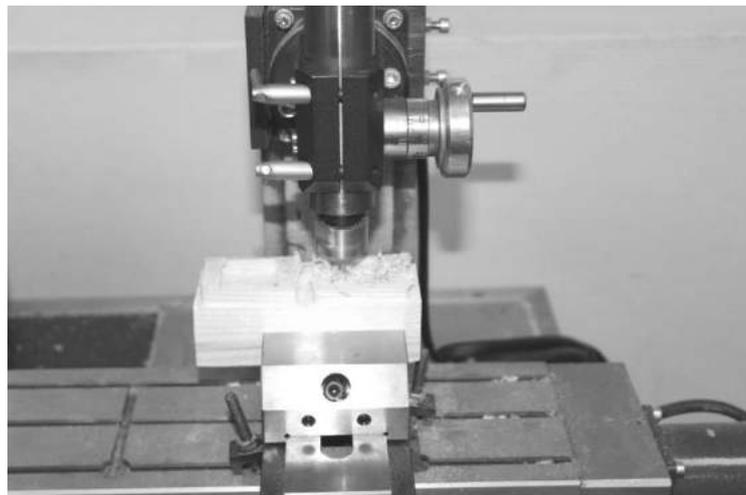


Рис. 10. Обработка конструктивного элемента «колодец» второй детали

Выполненное исследование показало возможность проектирования в отечественной системе ADEM множественной групповой обработки с общей заготовкой для выполнения её на малогабаритных фрезерных станках с управлением от ПК и доступную осуществимость такой обработки.

Список литературы

1. Барбашов Ф.А. Фрезерное дело. - М.: Высшая школа, 1973. - 280 с.
2. Быковский А.С., Галкин М.В., Кондратьев Е.М. Множественная обработка с общей заготовкой на малогабаритных фрезерных станках с управлением от ПК // Сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. «Наука сегодня», г. Вологда, 28 октября 2015 г.: в 4 частях. Часть 1. – Вологда: ООО «Маркер». С. 64-67.
3. Кондратьев Е.М. Выбор постпроцессора при разработке в системе ADEM механической обработки на малогабаритном фрезерном станке МШ2.2 с управлением от ПК // Технические науки: теоретический и практический взгляд / Сб. статей Международной научно-практической конференции (8 августа 2014 г. г. Уфа). – Уфа: Аэтерна. С. 18-23.
4. Кондратьев Е.М. Проектирование в системе ADEM множественной обработки на малогабаритных фрезерных станках с управлением от ПК // Альманах современной науки и образования. 2015. № 1 (91). С. 54-59.
5. Кондратьев Е.М. Проектирование в системе ADEM множественной фрезерной обработки на станке с ЧПУ на единой заготовке // Евразийское Научное Объединение. 2015. № 6. Часть 1. С. 47-49.
6. Кондратьев Е.М. Проектирование и моделирование в системе ADEM множественной обработки на станке с ЧПУ // Сб. статей Международной научно-практической конференции «Наука XXI века: теория, практика, перспективы» (3 марта 2015 г., г. Уфа). – Уфа, РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. С. 21-25.
7. Кондратьев Е.М. Совмещение 3D моделей при проектировании в системе ADEM множественной групповой обработки на малогабаритном фрезерном станке МШ2.2 с управлением от ПК // Глобализация науки: проблемы и перспективы: сб. статей Международной науч.-практ. конф. (2 июня 2015 г., г. Уфа) – Уфа: РИО МЦИ «ОМЕГА САЙНС», 2015. С. 31-34.
8. Кондратьев Е.М., Рахманов М.Н, Рязанов К.С. Проектирование в ADEM одновременной обработки двух деталей на станках с компьютерным управлением // Вестник МГУПИ. Выпуск №50. Серия «Приборостроение и информационные технологии». – М.: Изд-во МГУПИ, 2014. С.71-78.
9. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 1. Организация группового производства. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. 407 с.
10. URL: <http://www.adem.ru> (дата обращения: 20.12.2016).
11. URL: <http://www.glacern.com/videos/6708520> (дата обращения 20.12.2016).

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАРКОЗА НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Ямпиллов С.С., Потемкина Т.Ф., Хараев Г.И., Балданов В.Б.

ВСГУТУ, РФ, г. Улан-Удэ

В ВСГУТУ разработано техническое устройство для проведения биоимпедансной диагностики по оценке степени воздействия внешних факторов (наркоза и др.) на биологический объект, который состоит из следующих блоков - блока питания, стабилизатора, генератора, микроконтроллера, детектора, фильтра, электродов и ЖК-дисплея. Техническое устройство отличается от всех существующих [1,2,3] тем, что позволяет одновременно получить данные импеданса при трех разных частотах зондирующего тока. Данные импеданса позволят оценить воздействие наркоза на организм биологического объекта.

Блок питания выносной, обеспечивает питание схемы постоянным нестабилизированным напряжением 12 В. Мощность блока 6 Вт.

На рисунке 1 представлена структурная схема технического устройства биоимпедансной диагностики.

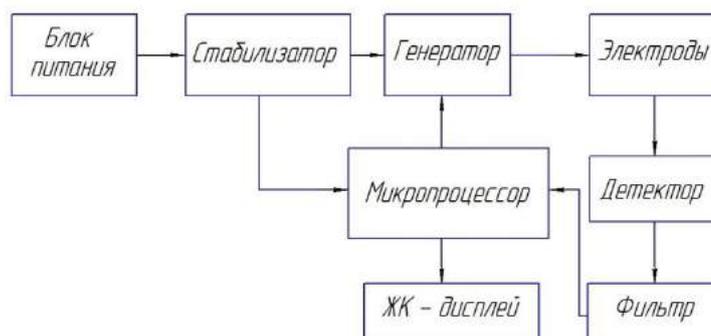


Рисунок 1. Структурная схема технического устройства биоимпедансной диагностики

Питающее напряжение поступает на стабилизатора, собранный на двух аналоговых микросхем LM3175 и LM7805. Первая представляет собой регулируемый стабилизатор, построенный на выходном напряжении 10В. Вторая – это нерегулируемый стабилизатор с выходным напряжением 5 В. Стабилизированное напряжение 10 В. питает повторитель генератора, а все остальные блоки используют напряжение 5В.

Генератор состоит из задающего генератора, функции которого выполняет микроконтроллер и усилители, собранного на микросхеме 4011. Объединив входы элемента получим инвертор, усиливающий входной меандр до уровня 10В. Выходное напряжение генератора поступает на активный электрод и на измерительную схему (D2, R5, C11), преобразует импульсное напряжение в постоянное и позволяет микроконтроллеру оценивать уровень выдаваемого на электроды сигнала.

Электрод прикладывают к биологическому объекту, через него протекает электрический ток и на измерительном электроде появляется потенциал.

Напряжение измерительного электрода поступает на схему измерения сдвига фаз и детектор (D1, R4, C10). Детектор вместе с фильтром преобразуют импульсное напряжение в постоянное для оценки его микроконтроллером.

Схема измерения сдвига фаз выполнена на микросхеме 4070, который, выдает импульсы шириной равной величине сдвига фаз. Далее импульсы преобразуются в постоянное напряжение (R6, C12).

На рисунке 2 представлена электрическая принципиальная схема устройства для проведения биоимпедансной диагностики.

Микроконтроллер выполняет несколько функций. Во – первых, генерирует последовательности импульсов частотой 50, 100 и 200 кГц со скважностью 50%. Во – вторых, используя встроенный аналого-цифровой преобразователь, оцифровывает значения напряжения на активном, измерительном электроде микросхем измерения сдвига фаз. В – третьих, на основе полученных данных вычисляет значение импеданса в

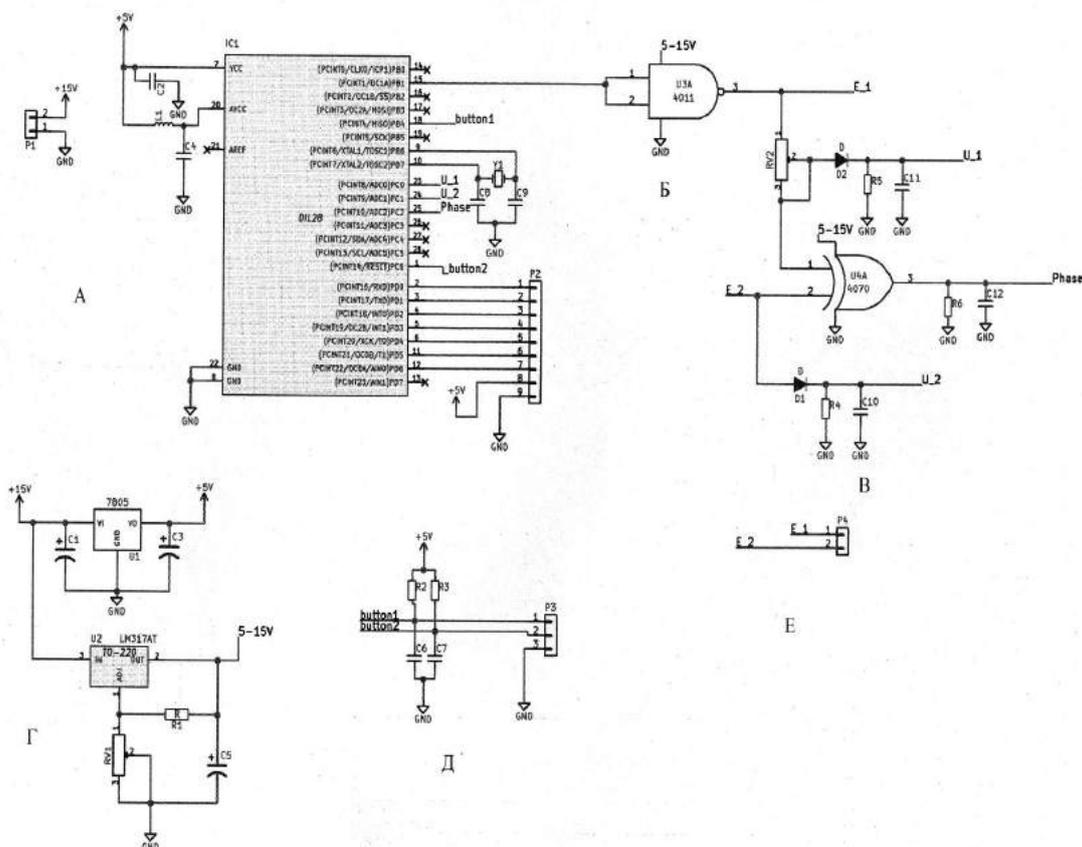


Рисунок 2. Электрическая принципиальная схема аппарата для проведения биоимпедансной диагностики: А – микроконтроллер; Б – усилитель; В – блок обработки информации; Г – стабилизатор напряжения; Д – фильтр; Е – электроды.

Для оценки работоспособности данного аппарата были проведены опыты на биологическом объекте (лабораторная крыса рода «Вистар») при воздействии наркоза. Последовательность проведения опытов: взвесили мышь – 150 гр; с помощью шприца ввели в мышечную ткань крысы общий наркоз 45 мгл/кг; после того как крыса погрузилась в сон закрепляем ее на деревянной доске с помощью марлевых бинтов; в области сердца выстригаем небольшой участок шерсти; Подключаем прибор и проверяем его готовность к работе, а затем прилаживаем электроды в область сердца; снимаем показания аппарата в Омах через 5, 10, 15, 20 минут в трех повторностях, данные представлены в таблице.

Таблица

Результаты опытов по измерению импеданса в зависимости от частоты

| | | 50 кГц | 100 кГц | 200 кГц |
|-------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 2 3 | 5 мин | 246 ⁺⁴ | 233 ⁺⁵ | 165 ⁺⁶ |
| | | 213 ⁺⁵ | 211 ⁺⁴ | 161 ⁺⁵ |
| | | 213 ⁺⁴ | 211 ⁺⁵ | 156 ⁺⁵ |
| 1 2 3 | 15 мин | 213 ⁺⁶ | 211 ⁺⁴ | 150 ⁺⁴ |
| | | | | |
| | | | | |

Заключение

Разработано техническое устройство для проведения биоимпедансной диагностики биологических объектов, который позволяет одновременно получить данные импеданса при разных частотах зондирующего тока. Для оценки работоспособности данного аппарата были проведены опыты на биологическом объекте (крыса) при воздействии наркоза. Анализ данных крысы под действием наркоза показал, что с увеличением времени воздействия импеданс уменьшается. А с увеличением частоты зондирующего тока вначале импеданс возрастает до частоты 100 кГц, а затем падает.

Список литературы

1. Николаев Д.В., Похис К.А., Цветков А.А., Смирнов А.В. Способ региональной биоимпедансометрии. Патент РФ № 2204938. 27.05.2003 г.
2. Капитанов Е.Н., Николаев Д.В. и др. Устройство для измерения электрического импеданса в частях тела. Патент РФ № 2242165. 20.12.2004 г.
3. Устюжанин В.А., Елифанцев В.В., Ишков А.А. Устройство для проведения импедансной спектрометрии биологических объектов Патент на полезную модель РФ. №100894. 20.06.2010 г.

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ АСИНХРОНИЗИРОВАННОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Тутаев Г. М., Юшков И.С., Бобров М.А.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», г. Саранск

Аннотация: в статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований вариантов управления электроприводом на базе асинхронизированного вентильного двигателя, обеспечивающих высокие энергетические характеристики и проведен анализ влияния на них частоты возбуждения.

Ключевые слова: асинхронизированный вентильный двигатель, математическая модель, векторное управление, электромагнитный момент, потери в стали.

В настоящее время наибольшее распространение среди регулируемых электроприводов переменного тока получил привод на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗ) и преобразователем частоты в цепи статора. Векторное управление позволяет разделить каналы регулирования электромагнитного момента и потокосцепления и реализовать принцип подчиненного регулирования аналогично приводам постоянного тока.

Но электропривод на базе АДКЗ имеет и существенные недостатки – низкий пусковой момент при большом начальном токе статора, низкая перегрузочная способность во второй зоне регулирования скорости, невысокий диапазон бездатчикового регулирования скорости вниз от номинальной и отсутствие управления мощностью скольжения.

На российских предприятиях существует много технологических объектов, в которых управляемой электрической машиной является асинхронный двигатель с фазным ротором (АДФР), включенный в режиме двойного питания и имеющий ряд преимуществ перед АД. ЭП на базе машины двойного питания (МДП) применяется в технологических процессах с тяжелыми условиями пуска при длительных и часто повторяющихся режимах упора с повышенными требованиями к качеству статических и динамических характеристик. Такие режимы характерны для мощных мельниц, транспортеров и подъемных механизмов, тягового электропривода.

Столь высокие требования могут быть выполнены при условии применения в составе ЭП асинхронизированного вентильного двигателя (АВД), который представляет собой машинно-вентильный каскад с АДФР и двумя преобразователями частоты в цепях статора и ротора (рис. 1) [1, с. 4]. Выходное звено ПЧ статора (CSI) управляется по фазе ЭДС якоря, что имитирует положение щеток на коллекторе

двигателя постоянного тока. Это обеспечивает самосинхронизацию АД по положению основного магнитного поля и реализует принцип частотно-зависимого управления, при котором частота токов в обмотках статора определяется текущей частотой вращения вала [2, с. 5]. Обмотки ротора питаются от собственного преобразователя частоты (VCI) с выходным звеном по типу АИН с ШИМ. Частота токов ротора задается на уровне 3 ÷ 10 Гц, что обеспечит допустимый тепловой режим и уменьшит токовую нагрузку силовых ключей ПЧ при длительной работе каскада в режиме стояния под током с большой кратностью пускового момента, а также позволит снизить мощность скольжения.

Регулирование частоты вращения ротора обеспечивается изменением напряжения в звене постоянного тока ПЧ статора, угла опережения коммутации или тока возбуждения (намагничивания машины). В АД может быть обеспечено согласное или же встречное вращение магнитных полей статора и ротора. Второй вариант позволяет уменьшить потери в стали якоря и повысить КПД машины особенно на низких нагрузках [3, с. 5; 4, с. 57].

Скалярная форма записи уравнений математической модели установившихся режимов работы АД в ориентированной по вектору главного магнитного потока ($\Psi_{\delta y} = 0$) системе координат x, y имеет вид [5, с. 13]

$$\begin{cases} U_{sx} = R_s i_{sx} - \omega_1 L_{ls} i_{sy}, \\ U_{sy} = R_s i_{sy} + \omega_1 L_{ls} i_{sx} + \omega_1 \Psi_{\delta x}, \\ U_{rx} = \frac{R_r}{L_m} \Psi_{\delta x} - R_r i_{sx} + \omega_2 L_{lr} i_{sy}, \\ U_{ry} = -R_r i_{sy} - \omega_2 L_{lr} i_{sx} + \omega_2 \frac{L_r}{L_m} \Psi_{\delta x}. \end{cases} \quad (1)$$

$$M_{\text{ЭМ}} = \frac{3}{2} p_{\text{П}} \Psi_{\delta x} i_{sy} \quad (2)$$

В системе (1) параметры ротора приведены к статору.

При условии компенсации влияния моментобразующей составляющей тока статора i_{sy} на формирование главного магнитного потока третье и четвертое уравнения системы (1) преобразуем к виду

$$\begin{cases} \Psi_{\delta x} = \frac{L_m}{R_r} U_{rx} + L_m i_{sx}, \\ \Psi_{\delta x} = \frac{L_m}{\omega_2 L_r} U_{ry} + \frac{L_m L_{lr}}{L_r} i_{sx}. \end{cases} \quad (3)$$

Полученные соотношения позволяют сформулировать принцип векторного управления АД:

- магнитное состояние машины определяется напряжением и частотой ротора (возбуждения) и может корректироваться в зависимости от выбранного закона управления воздействием на продольную составляющую вектора тока статора i_{sx} ;
- регулирование поперечной составляющей вектора тока статора i_{sy} обеспечивает управление электромагнитным моментом АД.

Воздействие на продольную составляющую вектора тока статора i_{sx} осуществляется изменением угла опережения коммутации β в инверторе тока ПЧ статора. Составляющие опорного вектора основного магнитного потока

$$\begin{cases} \Psi_{\delta x} = L_m (i_{sx} + i_{rx}), \\ \Psi_{\delta y} = L_m (i_{sy} + i_{ry}) = 0. \end{cases}$$

В простейшем случае при $\beta = const$ составляющая $i_{sx} < 0$ (рис. 2, а) и растет с увеличением нагрузки на валу (угол θ'), что приводит к необходимости увеличения составляющей тока намагничивания i_{rx} для поддержания $\Psi_{\delta} = const$, что приводит к росту активных потерь в двигателе. В этом режиме электромагнитный момент $M_{эм}$ при $\beta = \varphi_1 = 0$ имеет максимум при $\theta'_{кр} = \frac{\pi}{2}$ и зависит от частоты возбуждения ω_2 [1, с. 26].

При $i_{sx} = const = 0$ реализуем так называемое «ортогональное управление» (рис 2, б) [5, с. 13]. По сравнению с предыдущим законом управления при одинаковой нагрузке на валу фазные токи статора и ротора в этом случае будут меньше. Электромагнитный момент в этом случае не зависит от частоты возбуждения ω_2 и теоретически ограничен лишь ресурсами преобразователей частоты.

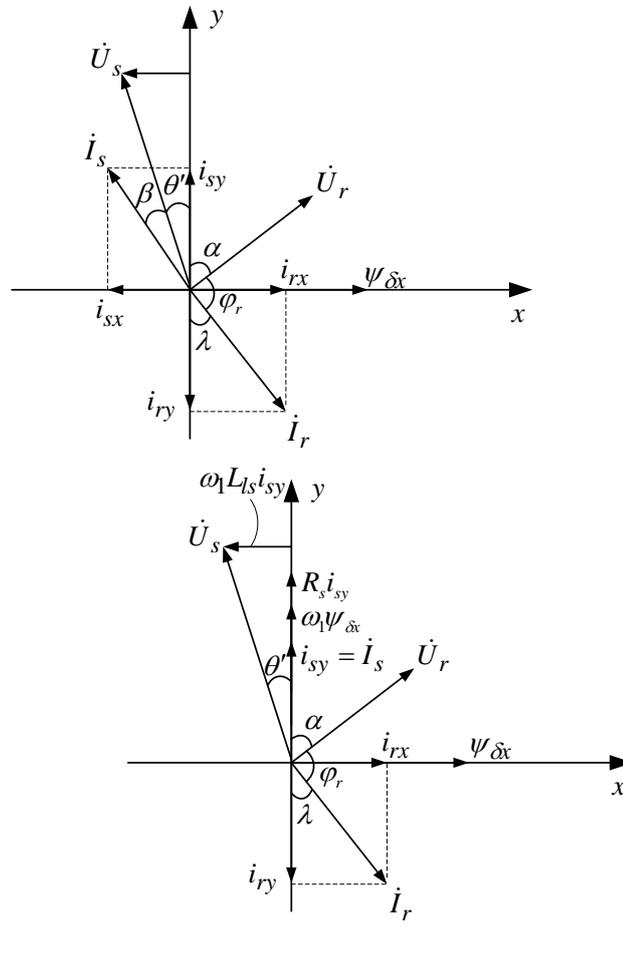


Рис. 2. Векторные диаграммы АД при различных вариантах управления i_{sx}

Далее для первого из рассмотренных законов управления были рассчитаны энергетические характеристики ЭП с АД на базе АДФР МГН-411-8-У1 при двух значениях частоты возбуждения $f_2 = 5$ Гц и $f_2 = -5$ Гц ($\eta_{н\sigma} = 0,81$ и $\cos\varphi_{н\sigma} = 0,67$). При расчете энергетики убыли учтены потери в стали статора и активные потери в обмотках. Потери в стали ротора не учитывались ввиду их малости при низкой частоте возбуждения. Переход на «отрицательную» частоту возбуждения в эксперименте осуществлялся

перекрестной коммутацией двух соседних фаз обмотки возбуждения с выходами ПЧ возбуждения при низкой нагрузке на валу.

Результаты сравнения экспериментальных и теоретически определенных энергетических характеристик показаны на рис. 3.

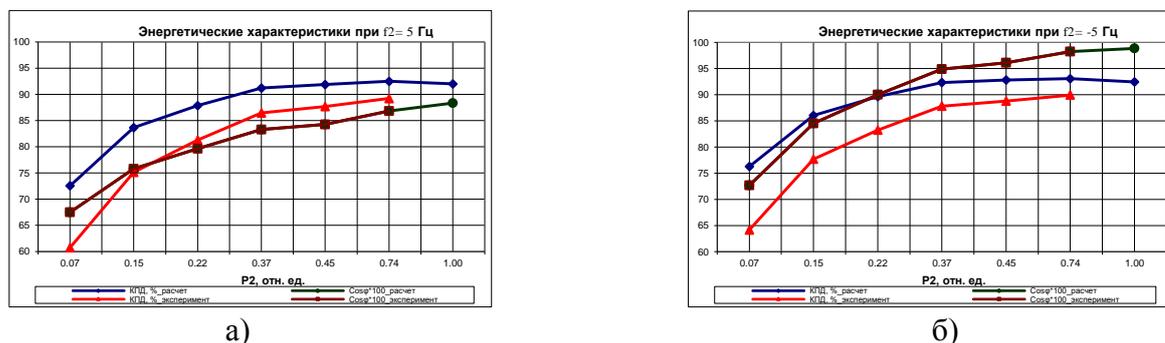


Рис. 3. Экспериментальные и расчетные энергетические характеристики АД ($\Psi_{\delta} = \text{const}$, $\beta = \varphi_1 = 0^\circ$) для двух значений частоты возбуждения
 а) $f_2 = 5$ Гц б) $f_2 = -5$ Гц

В номинальном расчетном режиме работы АД при частоте возбуждения $f_2 = 5$ Гц КПД $\eta_{н\sigma} = 0,92$ и коэффициент мощности $\cos\varphi_{н\sigma} = 0,883$, что значительно выше номинальных показателей базового двигателя. При проведении эксперимента была достигнута предельная мощность на валу $P_2 = 0,74$. При этом значение КПД $\eta_{\sigma} = 0,892$ отличается от расчетного значения ($\eta_{н\sigma} = 0,925$) для этой нагрузки на 3,3 %. Экспериментальный коэффициент мощности АД $\cos\varphi_{\sigma} = 0,868$ близок к расчетному.

Переход на встречное вращение магнитного поля и ротора ($f_2 = -5$ Гц) приводит к возрастанию как расчетных показателей, так и экспериментальных, что объясняется уменьшением потерь в стали статора. Расчетный КПД при мощности на валу $P_2 = 0,74P_{2н}$ достигает значения $\eta_{\sigma} = 0,931$, а в эксперименте получено значение $\eta_{\sigma} = 0,9$. Суммарный коэффициент мощности цепей статора и ротора в эксперименте $\cos\varphi_{\sigma} = 0,982$ оказался также близок к расчетному, что можно объяснить поддержанием в эксперименте расчетных значений частоты возбуждения и угла опережения $\beta = \varphi_1 = 0^\circ$, оказывающих влияние на $\cos\varphi_{\sigma}$.

Затем были определены энергетические показатели двигателя 4AK160M4Y3 при реализации ортогонального управления для двух значений частоты возбуждения с номинальными значениями магнитного потока и частоты вращения ротора. Также как и для предыдущего закона управления были учтены активные потери в обмотках двигателя и потери в стали статора, а потери в стали ротора не учитывались.

В ходе эксперимента измерялись напряжения и токи статора и ротора, частота вращения вала, потребляемые активные мощности. Значение магнитного потока оценивалось наблюдателем системы управления.

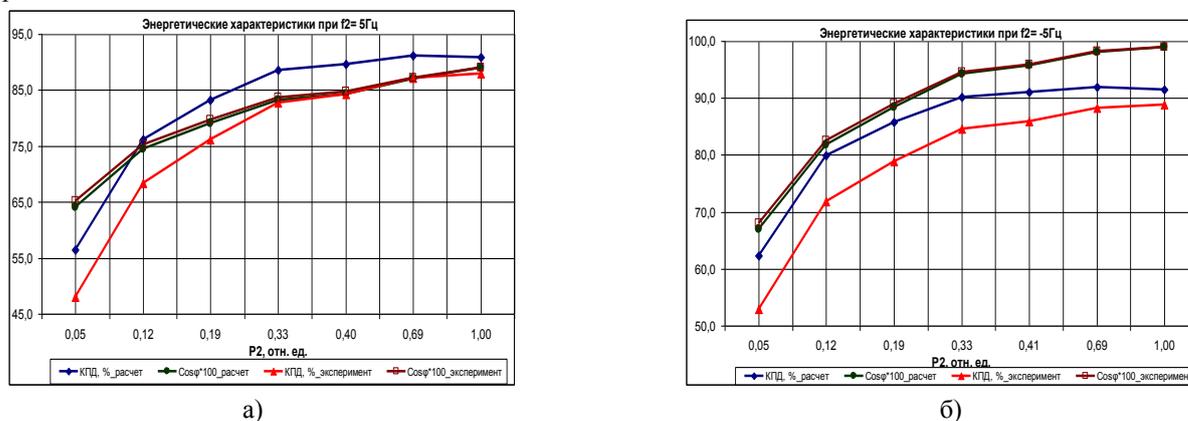


Рис. 4. Экспериментальные и расчетные энергетические характеристики АД при ортогональном управлении для двух значений частоты возбуждения

а) $f_2 = 5$ Гц

б) $f_2 = -5$ Гц

На рис. 4 приведены сравнительные оценки аналитически определенных и полученных экспериментально энергетических характеристики ЭП с АД для двух значений частоты возбуждения при ортогональном законе управления. Номинальные значения параметров базового двигателя 4АК160М4У3 составляют $\eta_{н\Sigma} = 0,865$ и $\cos\varphi_{н\Sigma} = 0,86$.

В номинальном расчетном режиме работы АД при ортогональном управлении его КПД при частоте возбуждения $f_2 = 5$ Гц достигает значения $\eta_{н\Sigma} = 0,909$ и коэффициент мощности $\cos\varphi_{н\Sigma} = 0,89$, что существенно превышает номинальные показатели базового двигателя. Экспериментально полученное значение суммарного КПД $\eta_{\Sigma} = 0,88$ ниже расчетного на 2,9 %. Экспериментальный коэффициент мощности АД $\cos\varphi_{\Sigma} = 0,887$ равен расчетному.

Переход на встречное вращение магнитного поля и ротора ($f_2 = -5$ Гц) приводит к росту как расчетных, так и экспериментальных энергетических показателей, что объясняется снижением потерь в стали статора. Расчетный КПД двигателя достигает значения $\eta_{\Sigma} = 0,915$, а в эксперименте получено значение $\eta_{\Sigma} = 0,888$. Экспериментально полученный коэффициент мощности $\cos\varphi_{\Sigma} = 0,99$ также близок к расчетному.

Различие в теоретических и экспериментальных значениях КПД при реализации рассматриваемых законов управления можно объяснить влиянием дополнительных потерь от высших гармонических составляющих фазных токов и напряжений, обусловленных их несинусоидальным характером при питании обмоток двигателя от преобразователей частоты. Кроме этого, сказываются механические, добавочные потери и потери на щеточных контактах двигателя, влияние которых наиболее сильно на низких нагрузках, когда механическая мощность невелика. С ростом нагрузки эти потери меняются незначительно по сравнению с растущей механической мощностью и основными потерями, которые и будут определять КПД двигателя.

В целом проведенные экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических положений относительно применения экстремальных по энергетическим показателям алгоритмов управления и влияния частоты возбуждения на эти показатели.

Список литературы

1. Сонин Ю.П. Асинхронизированный вентильный двигатель / Ю.П. Сонин, И.В. Гуляев. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1998. – 68 с.
2. А.с. 1610589 СССР, МКИЗ Н 02 Р 07/42. Способ управления двигателем двойного питания, выполненным на базе асинхронного двигателя с фазным ротором и устройство для его осуществления / Ю.П. Сонин, Ю.Г. Шакарян, Ю.И. Прусаков, С.А. Юшков, И.В. Гуляев (СССР). Опубл. 30.11.1990, Бюл. № 44. – 7 с.
3. Тутаев Г.М. Исследование энергетических характеристик асинхронизированного вентильного двигателя на статической модели / Г.М. Тутаев, И.В. Гуляев, И.В. Маняев // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2010. – № 4. – С. 2-7.
4. Тутаев Г.М. Энергоэффективное управление двигателем двойного питания в установившихся режимах / Г.М. Тутаев // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2011. – № 2. – С.52-58.
5. Тутаев Г.М. Варианты векторного управления электроприводом с асинхронизированным вентильным двигателем / Г.М. Тутаев // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2009. – № 3. – С. 11-15.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ (ОПИЛОК) НА СТАНЦИИ НОВАЯ ИГИРМА

Шнитуленко Ю. А., Власова Н. В.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

Иркутская область — это богатейший по лесным ресурсам регион, и среди партнеров Восточно-Сибирской магистрали много грузоотправителей-лесопромышленников. «Русская лесная группа» планирует организовать производство пеллет мощностью 95 тыс. т в Новой Игирме.

Строительство пеллетного предприятия происходило в третьем квартале 2016 года на базе ЛДК «Игирма», входящего в состав группы «Русской лесной группы» (РЛГ).

Сегодня «ЛДК Игирма» выпускает широкий спектр пиломатериалов (более 100 наименований), специализируясь на переработке сырья больших диаметров: от 220 до 500 мм. Годовой объем переработки сырья составляет 700 тыс. м³, выпуск пиломатериалов 350 тыс. м³ в год. Приоритеты компании – освоение технологий глубокой переработки древесины и безотходное производство. Побочные продукты лесопиления – щепа, опилки, стружка – используются при производстве топливных древесных гранул (пеллет), кора используется в котельной для обогрева лесопильного предприятия на станции Новая Игирма.

География заказчиков обширна - это рынки России, Японии, Китая, стран Европы и СНГ, в доле поставок преобладает экспорт. В 2011 г. предприятие получило FSC сертификат лесопиления и внутренней цепочки поставок.

Создание производства пеллет проводится с целью обеспечения эффективной утилизации отходов лесопиления (щепы и опилок) и обеспечения безотходного цикла лесопереработки.

Если на некотором оборудовании щепу нужно специально получать, то опилки образуются при любых технологиях лесопиления. Они меньшего размера и как правило меньше содержат коры чем щепа.

Опилки также используются в разных технологиях, брикетах и пеллетах. Их преимущество перед щепой в производстве брикетов — не нужно до измельчать, меньшее количество коры позволяет получать их более светлыми. Более светлые пеллеты — более качественные, а соответственно и более дорогие.

Переработка опила – выгодное занятие, которым занимаются частные и государственные предприятия по производству удобрений. Но большая часть подобного утильсырья сжигается. Такой метод вызывает возмущение экологов по той причине, что возникают новые проблемы: неполное сгорание, выделение угарного газа, древесные опилки и стружка обладают одним замечательным свойством, а именно очень действенно впитывают жидкость. Впитав эти вредные, опасные вещества, они мало того что становятся очень пожароопасным материалом, так еще и способны нанести существенный урон окружающей среде.

В опилках содержатся восковые и смолистые вещества, вредно влияющие на ростовые процессы растений. Самым же существенным недостатком является то, что при внесении в почву свежих опилок начинается значительное обеднение её доступным растениям минеральным азотом. Клетчатка, входящая в состав опилок, начинает разлагаться почвенными микроорганизмами, которые почти целиком поглощают азот (из опилок и почвы) и частично фосфор. При этом азот переходит в органическую форму, недоступную для поглощения растениями, и вызывает их резкое азотное голодание.

Во избежание этих ситуаций, после применения в качестве впитывающего материала, необходимо производить быструю и надежную утилизацию опилок, загрязненных маслами, нефтепродуктами и прочими схожими веществами.

На деревообрабатывающих предприятиях всегда есть отходы – это опилки. Часто их просто вывозят на свалку. Так зачем их вывозить на свалку, когда, переработав опилки в брикеты можно получать большую прибыль.

Топливные брикеты – твердое горючее вещество, которое получают из древесины, а также иных отходов растительности.

Они широко применяются в наше время. Их используют для разнообразных видов топок, котлов, а также они хорошо горят в каминах, грилях, печках.

Топливные брикеты из древесины не включают вредных веществ, а также клея. Специально спрессованные при высокой температуре и под большим давлением, они напоминают по форме цилиндр.

Производство брикета из опилок основано на процессе прессования отходов столярного производства, измельченных отходов древесины под воздействием высокого давления при нагревании.

Главным плюсом данного материала является постоянная на протяжении четырех часов температура при сгорании. Топливные брикеты меньше дымят, не искрят и не стреляют. Также их преимуществом при использовании является наименьшее загрязнение окружающей среды во время сгорания в сравнении с классическими твердыми видами топлива при равной теплотворной способности, как, к примеру, уголь, но меньшим в пятнадцать раз пепельным содержанием (максимально 1%).

Это значит, что если сравнивать с обыкновенными дровами, то подкладывать в печь топливные брикеты можно в три раза меньше. При этом они способны обеспечить стабильную температуру на протяжении всего процесса горения. Это немаловажное свойство материала.

По завершении горения топливные брикеты становятся, как и обычные дрова, углем. Это позволяет в дальнейшем приготовить на них гриль или шашлыки. Температура нагрева топливных брикетов больше, чем у обыкновенных дров, и почти равна температуре каменного угля.

Указанную продукцию применяют практически везде. Топливные брикеты являются альтернативным дешевым биотопливом для установок, которые работают на дровах, угле и т.д.

На станции Новая Игирма перерабатывают опилки в пеллеты. Для увеличения прибыли на станции следуют применить технологию переработки опилок в топливные брикеты, так как это более выгодный бизнес для предприятия.

Реализовать производство топливных брикетов из опилок помогут отходы предприятий по обработке древесины (это может быть мебельная фабрика, пилорама, столярная мастерская и т.д.). Сырьем для изготовления могут стать опилки и всевозможные более крупные древесные отходы. Экономическим преимуществом в данном случае является недорогое возобновляемое сырье для производства топливных брикетов.

Пресс для производства топливных брикетов C.F.Nielsen имеет высокую производительность, также выпускает 4 вида потребительских брикетов плюс индустриальные брикеты на одном прессе. Принцип действия пресса для изготовления топливных брикетов C.F.Nielsen заключается в том, что вращающийся эксцентрик передает толчки поршню, который ударами продавливает материал через фильеру. Данный способ прессования исключительно надежен и неприхотлив. Наиболее изнашиваемой деталью пресса является фильера, или точнее специальное кольцо перед ней. Таким образом, ударный пресс способен работать непрерывно порядка 1500 часов, в зависимости от абразивности материала, без остановок для проведения профилактических работ. Оборудование полностью автоматическое, имеется возможность эксплуатировать пресс в режиме автозапуск и остановка в зависимости наличия сырья в бункере.

Производство топливных брикетов из опилок обладает стабильной себестоимостью в районе 5 %.

- Расходы на материалы и сырье составляют 40%.
- Амортизация – 14%.
- Расходы на оплату труда – 29%.
- Плата аренды составляет 5%.
- Взносы на обязательное пенсионное страхование – 4%.
- Накладные и общепроизводственные расходы составляют 2,9%.
- ЗИП на оборудование – 2%.
- Социальное страхование – 1,5 %.

Таким образом, нужно увеличить объемы переработки опилок, с помощью пресса для производства топливных брикетов C.F.Nielsen, использование этого оборудования позволит повысить безопасность проведения работ по переработке опилок, а также увеличить доходы для железной дороги и обеспечить соблюдение экологических

стандартов и требований по промышленной безопасности, данную технологию стоит применить на станции Новая Игирма.

Список литературы

1. Информация по лесозаготовке, лесопилению, деревообработке ЛесПромИнформ, 2002-2016г.
2. Журнал о лесной промышленности и деревообработке - 2015г. №15
3. [Рагозина Н.М.-Переработка и утилизация пиломатериалов и твердых отходов: Учебное пособие](#), 2016г
4. Рыкунин С., Кандалина Л. - Технология деревообработки -2015 г.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бакулина А.Н., Белая М.Н., Дервягина Е.Н.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
РФ, г. Севастополь
ФБУ «Крымский ЦСМ», РФ, г. Симферополь

С момента своего появления стандартизация всегда была на службе общества. В условиях формирования глобального рынка, расширения международных связей, развития тесного сотрудничества в области науки, техники и производства стандарты оказывают значительное влияние на торгово-экономическое взаимодействие [1].

Отдельные аспекты повышения качества и конкурентоспособности продукции, в том числе методами стандартизации, рассматривались в трудах отечественных и зарубежных ученых: Ануфриева В.А., Бойцова В.В., Версана В.Г., Воронина Г.П., Высотского М.С., Восселя Б., Гличева А.В., Дыбова О.В., Деминга В., Джурана Д.М., Карлика Е.М., Липгарта А.А., Ли Я., Миньо Д., Мирзоева Г.К., Николая Ф., Окрепилова В.В., Тагути Г., Таболина В.В., Титкова А.И., Фиттермана П.М. и др.

Необходимым условием повышения качества и конкурентоспособности продукции в современных экономических условиях является гармонизация национальных стандартов с международными стандартами. В Западноевропейских государствах гармонизовано с международными 70-80% национальных стандартов. В России принято различными методами до 20% стандартов [ИСО](#) и около 60% стандартов МЭК (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Уровень гармонизации стандартов в целом по фонду стандартов в России

| Гармонизация по фонду действующих стандартов | | |
|--|------------------------------|------------------|
| Национальные стандарты | Межгосударственные стандарты | В целом по фонду |
| 58,24 % | 35,77 % | 47,00 % |
| Области с высоким уровнем гармонизации | | |
| Электротехника | | 82,82 % |
| Информационные технологии | | 73,91 % |
| Подъемно-транспортное оборудование | | 68,21 % |
| Области с низким уровнем гармонизации | | |

| | |
|------------------------|---------|
| Швейная промышленность | 16,77 % |
| Точная механика | 25,00 % |
| Горное дело | 25,28 % |

По оценкам экспертов, уровень гармонизации национальных стандартов в интервале 50-60% является оптимальным для создания без барьерной среды в международной торговле. В национальной практике большинства промышленно развитых стран не менее 40% фондов представляют собой стандарты, отражающие именно национальные предпринимательские интересы и не имеющие аналогов среди международных стандартов.

Российская Федерация осуществляет ускоренный переход к инновационной, наукоемкой, ресурсосберегающей, конкурентоспособной на мировом рынке экономике, поступательно движется по пути создания государства, удобного для людей. В достижение этих целей значительный вклад вносят стандарты, признанные действенным инструментом в обеспечении защиты жизни, здоровья и имущества человека, охраны окружающей среды, повышении качества и конкурентоспособности продукции и услуг.

Таким образом, в условиях рыночных отношений особую актуальность приобретают вопросы стандартизации продукции (услуг) как составляющие конкурентоспособности и экономической безопасности страны.

Если применение национальных стандартов носит добровольный характер, за исключением требований национальных стандартов, обеспечивающих безопасность продукции, работ и услуг для жизни, здоровья и имущества граждан, охраны окружающей среды, совместимости и взаимозаменяемости продукции, единства методов контроля, и эти требования определены федеральными законами как обязательные для соблюдения, то технические регламенты отражают требования по безопасности, и являются обязательными для соблюдения.

Опыт многих зарубежных стран (например, США, Германии, Китая, Японии и др.) свидетельствует, что во многих сферах деятельности, в том числе в сфере закупки и поставки продукции (товаров, работ, услуг) для государственных нужд, национальной безопасности, обеспечения безопасности труда и т.д., регулируемых стандартами, интересы государства, производителей и потребителей продукции (работ и услуг), а также отдельных граждан диктуют необходимость применения этих стандартов на обязательной основе.

Так, с 1 июля 2016 г. использование национальных стандартов в России в сфере закупок стало обязательным. Президентом Российской Федерации подписан Федеральный закон от 5 апреля 2016 г. №104-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам стандартизации». Среди его важных норм – изменения в законодательство о закупках. Вносятся поправки в Федеральный закон от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и в Федеральный закон от 18 июля 2011 года № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц». При осуществлении закупок по №44-ФЗ и №223-ФЗ заказчики будут обязаны при описании объекта закупки использовать документы национальной системы стандартизации.

Стандартизация сопровождает инновационную продукцию на всех стадиях её жизненного цикла, начиная с создания (НИОКР, организация производства), коммерциализации и заканчивая её эксплуатацией и утилизацией. На всех этих этапах поддерживают инновационную деятельность целые системы и комплексы стандартов, в том числе ЕСТД, ЕСКД, СРПП и др. [3].

Таким образом, без применения стандартизации и инструментов подтверждения и проверки соблюдения стандартов невозможно говорить о реализации намеченных руководством страны планов модернизации экономики.

При этом показателен опыт США в части государственной политики в области стимулирования разработки и применения стандартов. Закон о передаче и продвижении национальных технологий (The National Technology Transfer and Advancement Act -NTTAA) от 1995 г., подписанный Президентом США в марте 1996 г., требует, чтобы все федеральные агентства США использовали, когда это возможно, вместо правительственных стандартов (government-unique standards) стандарты, принятые на основе консенсуса органами, разрабатывающими добровольные стандарты (voluntary consensus standards - VCS). NTTAA содержит поправки к Закону Стивенсона-Уайдлера по инновационным технологиям от 1980 г., цель которого заключалась в «продвижении технологических инноваций в США для достижения национальных экономических, экологических и социальных целей и для решения других задач». Признавая значимость

технологических инноваций в обеспечении экономического роста, НТТАА включил ряд законодательных изменений, направленных на ускорение разработки и распространения инноваций в США. В частности, НТТАА констатирует, что стандарты играют ведущую роль в технологических инновациях и в поддержании конкурентоспособности на мировом рынке. Данные отчетов NIST показывают неуклонный рост применения добровольных стандартов федеральными агентствами: в 1997 г. прирост составил 1883 стандарта, а в 2004 г. - 4559. В настоящее время в нормативных правовых актах США содержится более 12 тыс. ссылок на стандарты, разработанные на основе консенсуса.

В США утверждены как обязательные 11 тыс. регламентирующих стандартов (regulatory standards). Эти стандарты, законы и другие обязательные правовые акты сведены в Кодекс федеральных регламентов.

Преимущества стандартизации, как эффективного инструмента социально-экономической политики государства, общеизвестны. Это не только обеспечение безопасности продукции, работ и услуг, но и обеспечение технической (конструктивной, электромагнитной и т.д.) и информационной (программной и т.д.) совместимости, а также взаимозаменяемости продукции, согласования и увязки показателей и характеристик продукции, кодирования, классификации, унификации, типизации и агрегатирования машин и изделий, обеспечение единства методов контроля и единства маркировки. Как следствие, обеспечивается экономия всех видов ресурсов (снижение материалоемкости, энергоёмкости, трудоёмкости, применение малоотходных технологий).

В соответствии с Соглашением о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации, подписанным 13 марта 1992 г., страны СНГ обязались проводить согласованную политику в области стандартизации, метрологии и сертификации. Благодаря этой политике, на протяжении последних лет технические барьеры между странами СНГ практически не возникали или могли быть при необходимости урегулированы в рамках процедур Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации.

По сравнению со странами ЕС, страны СНГ имеют огромное преимущество - это изданные на русском языке единые стандарты, внедренные промышленностью в рамках тесной экономической кооперации, обеспечивающие единое техническое и информационное пространство и позволяющие признавать результаты испытаний и сертификации продукции.

Аналогичные реформы в области технического регулирования проводятся в Белоруссии, Украине, Казахстане, Киргизии и других странах СНГ. Так, в области технического регулирования приняты новые законодательные акты: законы Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» и «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации»; Закон Республики Казахстан «О техническом регулировании», Закон Республики Молдова «Об оценке соответствия», законы Украины «О стандартизации», «О подтверждении соответствия» и «О стандартах, технических регламентах и процедурах оценки соответствия» и т.д.

Сопоставительный анализ законодательства стран СНГ показывает, что, несмотря на стремление стран СНГ сблизить свое законодательство в области технического регулирования, всё ещё остаются существенные различия.

В странах СНГ различны даже цели технического регулирования: в России - это защита жизни и здоровья человека, охрана окружающей среды и предупреждение введения приобретателя в заблуждение; в других странах устанавливаются обязательные требования, в том числе в целях обеспечения национальной безопасности (Белоруссия, Казахстан, Молдавия, Украина), защиты (рационального использования) естественных ресурсов (Белоруссия, Украина), повышения конкурентоспособности продукции (Белоруссия, Казахстан), устранения технических барьеров в торговле (Казахстан), обеспечения наследственности населения (Белоруссия, Молдавия). Причем в данном случае все страны реализовывают одно и то же обязательное в рамках ВТО Соглашение по техническим барьерам в торговле.

Объекты и область действия технического регулирования в законодательствах стран также существенно отличаются. В ряде стран СНГ в соответствии с Соглашением ВТО по ТБТ обязательные требования устанавливаются не просто к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а к связанным с обязательными требованиями к продукции процессам производства (Белоруссия, Казахстан, Украина), оказанию услуг (Белоруссия, Казахстан, Молдавия, Украина). Из сферы технического регулирования исключены санитарные, фитосанитарные и ветеринарные меры, вопросы обращения ядерных материалов и лечебных средств, строительство (Украина), санитарные и фитосанитарные меры (Казахстан), продукция стратегического назначения и продукция, которая регулируется специальными законами (Молдавия).

Таким образом, в большинстве стран уже на законодательном уровне заложен европейский принцип презумпции соответствия требованиям технического регламента при условии соответствия требованиям определенных национальных стандартов и других норм, в том числе технических кодексов установившейся практики. Общеизвестно, что повышение уровня гармонизации стандартов на 10% между странами увеличивает объём двусторонней торговли на 3%.

Значимость рассматриваемой проблемы и недостаточная ее разработанность для экономики России, ее отраслей и предприятий и определяют актуальность вопросов стандартизации в различных отраслях промышленности.

Список литературы

1. Букин В.П., Ординарцева Н.П. Стандартизация и качество продукции: Учебное пособие / Под общей редакцией д.т.н., профессора Г.П. Шлыкова. – Пенза: ЦНТИ, 2004. – 107 с.
2. Воронин Г.П. Техническое регулирование спустя семь лет: больше вопросов, чем ответов // Издательство: Рекламно-информационное агентство "Стандарты и качество" (Москва). - № 6. 2010. - С. 28-35.
3. Куприянов А.В. Система обеспечения качества и безопасности пищевой продукции // Журнал «Вестник Оренбургского государственного университета». - № 3 (164). 2014. - С. 164-167.

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ОПИСАНИЕ ВЫБОРА ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ И РАССТАНОВКИ ГЛАВНЫХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ПЕРЕБОРОК С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Аргюшина Т.Г.

к.т.н., доцент, кафедра “Высшая математика”,
Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова, г. Москва

Реальное судно представляет собой многоуровневую и многокритериальную модель. С проектной точки зрения постановка задачи многокритериальной оптимизации чрезвычайно привлекательна. Это объясняется тем, что при оптимизации относительно каждой из участвующих в задаче целевых функций образуется ряд вариантов корабля, которые являются оптимальными для частных целей и отличными друг от друга. Полученные в результате технические характеристики системы будут в некоторой степени удовлетворять каждой из рассмотренной целей, но в полной мере – ни одной из них [1]. Если представить корабль как единое целое и всякой его части поставить в соответствие частную целевую функцию, то в этом случае решением многокритериальной задачи оптимизации будет ответ на основной вопрос проектирования: какова должна быть мера компромисса между отдельными частями корабля, интересы которых различны? Эта дилемма разрешена путем введения понятия нечеткого оптимального решения. В этом случае не нужно прибегать к уступкам и сверткам частных критериев, что приводит к огрублению результатов. Постараемся на простом примере выбора главного двигателя малооборотного дизеля с прямой передачей на винт из каталога продемонстрировать работу математического аппарата, использующего терминологию нечетких множеств. Все двигатели, содержащиеся в каталогах, сгруппированы по частотам вращения вала отбора

мощности. Внутри группы с одинаковой частотой вращения двигателя упорядочены по возрастанию мощности. Классический подход предполагает единственное решение целевой функции при наборе ограничений [2]. К примеру, после расчета потребной мощности на один винт (при двухвальной установке мощность распределяется между валами поровну) подбирается ближайший, превышающий эту мощность, дизель из каждого семейства, для которого рассчитываются характеристики винта и общий пропульсивный коэффициент. В итоге отбирается один двигатель минимальной необходимой мощности. В случае стоимостной целевой функции и набора ограничений (требуемой мощности и т.п.) также в результате решения данной задачи получается один двигатель. Недостатки классического подхода – выбран один вариант, оптимальный по целевой функции, но не обязательно оптимальный с точки зрения остальных параметров (хотя он и укладывается в ограничения). К примеру, он может быть неоптимальным (хотя и укладывающимся в заданные ограничения):

- с точки зрения веса, размера;
- с точки зрения экологии (выбросы отравляющих веществ и т.п.);
- с других точек зрения.

Все эти недостатки будут выявлены позже, после пересчета целевых функций и ограничений других систем. В лучшем случае (к примеру, неудачные размеры выбранного двигателя ведут к неудачной компоновке), будут пересчитаны ограничения для системы, и весь расчет придется выполнять заново (процедура последовательного согласования параметров). В худшем случае систему не будут согласовывать, неудачно выбранный двигатель приведет к неоптимальной компоновке и, в итоге, к неудачному проекту судна (процедура согласования решений в данном случае отсутствует, решение считается согласованным автоматически при соответствии решения заданным ограничениям). То есть по второстепенным параметрам решение не оптимизировано и не может быть изменено. Все разговоры о дальнейшей оптимизации других параметров (кроме основного критерия) – пустой звук. Если мы действительно хотим оптимизировать решение не по одному единственному критерию, то необходимо на данном этапе расширить множество возможных полученных вариантов (рассчитать несколько двигателей). Однако в терминах четкой логики это сложно. Выходом в данной ситуации может послужить использование теории нечетких множеств, расширяющее множество вариантов решения задачи выбора двигателя (см. Рис. 1).

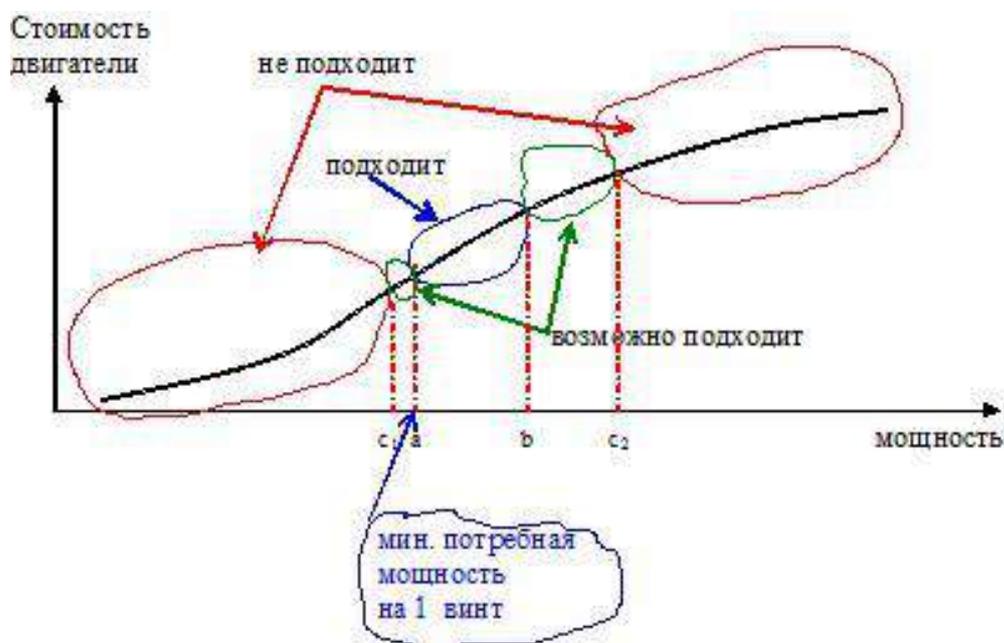


Рис. 1. Выбор вариантов двигателя с использованием теории нечетких множеств

Функция принадлежности $\mu_{\text{двиг}}(x) \in [0,1]$ ставит в соответствие каждому двигателю x число из интервала $[0,1]$, характеризующее степень его принадлежности к подмножеству D эффективных и

допустимых решений. Математическое описание зависимости без расширения количества критериев (только мощность x) может выглядеть так [3]:

$$\mu_{\text{двиг}}(x, a, b, c_1, c_2) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < c_1 \text{ или } x > c_2 \\ 1, & \text{если } a < x < b \\ 1 - \frac{x - a}{a}, & \text{если } b \leq x \leq c_2 \\ 1 - k * \frac{a - x}{a}, & \text{если } c_1 \leq x \leq a \end{cases} \quad (1)$$

Первая строка соответствует состоянию «не подходит», вторая строка – состоянию «подходит», третья и четвертые описывают области «возможно подходит». Коэффициент k четвертой строки – «штрафной» коэффициент недостатка мощности.

Пример:

a = минимальная мощность на винт (рассчитывается системой верхнего уровня).

$$b = 1.1 * a,$$

$$c_1 = 0.95 * a,$$

$$c_2 = 1.3 * a,$$

$$k = 10.$$

В данном случае двигатель минимальной мощности (двиг.1) и двигатель с мощностью, большей минимальной на 8% (двиг.2) будут иметь $\mu_{\text{двиг}} = 1$ (подходит), двигатель с мощностью, большей минимальной на 25% (двиг.3) будет иметь $\mu_{\text{двиг}} = 0.75$ (возможно подходит), двигатель с мощностью, меньшей минимальной на 5% (двиг.4) будет иметь $\mu_{\text{двиг}} = 0.5$ (возможно подходит).

Матрица $\mu_{\text{двиг}}$ будет иметь вид $\mu_{\text{двиг}}(1,2,3,4) = [1, 1, 0.75, 0.5]$.

Раньше для оптимизации в многоуровневых системах в основном использовались различные итеративные методы, так как для нахождения решений нижнего уровня, все решения верхнего уже были найдены. В нашем способе применяется метод инвариантного погружения, т.е. будут рассматриваться задачи с нечетким решением [4]. Это позволяет нам применить для решения задачи аппарат теории нечетких множеств.

Итак, мы получили n вариантов, каждый со своим $\mu_{\text{двиг}}$. Передаем варианты (вместе с $\mu_{\text{двиг}}$) в следующий блок – «Процедура расстановки главных водонепроницаемых переборок». Рассматривая эту процедуру расстановки переборок аналогично предыдущей (вводя нечеткие критерии, к примеру «соответствует требованиям аварийной посадки»), получим несколько вариантов расстановок переборок для каждого двигателя со своими $\mu_{\text{переборок}}$. Матрица $\mu_{\text{переборок}}$ будет в общем случае иметь неравномерный вид (к примеру, для первого двигателя мы получим три варианта переборок с $\mu_{\text{переборок}}_{\text{двиг1}} = 1, 1, 0.7$ соответственно, для второго двигателя – 5 вариантов с $\mu_{\text{переборок}}_{\text{двиг2}} = 1, 1, 1, 0.7, 0.5$ соответственно, для третьего и четвертого – по два варианта переборок $\mu_{\text{переборок}}_{\text{двиг3}} = 0.9, 0.7$ и $\mu_{\text{переборок}}_{\text{двиг4}} = 0.7, 0.6$):

$$\mu_{\text{переборок}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.7 \\ 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.5 \\ 0.9 & 0.7 \\ 0.7 & 0.6 \end{bmatrix}$$

Каждая строка описывает допустимые значения с точки зрения аварийности посадки для одного двигателя. Данную нерегулярную матрицу легко привести в регулярный вид путем добавления незначущих 0 (недопустимых решений):

$$\mu_{\text{переборки}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.7 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.5 \\ 0.9 & 0.7 & 0 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.6 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Тогда итоговая матрица для системы «подходящий двигатель + переборки, соответствующие требованиям аварийной посадки», рассчитываемая по формуле $\mu_{\text{системы}} = \mu_{\text{двиг}} \wedge \mu_{\text{переборки}}$, будет выглядеть следующим образом:

$$\mu_{\text{системы}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.7 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.5 \\ 0.75 & 0.7 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

После того, как получены все варианты, необходимо еще раз проверить их соответствие граничным условиям (пересчитать, к примеру, скорость на основании выбранного двигателя, установленных переборок и т.п., так как первоначальный расчет мощности двигателя брался «по образцу», такой расчет не может гарантировать необходимую точность). Таким образом, осуществляется обратная передача данных на нижележащие уровни и пересчет параметров. Решения, не удовлетворяющие заданным критериям, отбрасываются. В данном примере мы рассмотрели работу двух объектов одного уровня, аналогично работает и процедура согласования объектов разных уровней. Предлагаемый подход позволяет продолжать работу с моделью и принимать решения по дальнейшему совершенствованию системы. Причем данный метод позволяет произвести многоцелевую оценку каждого параметра, более просто и менее трудоемко получить оптимальное решение. При решении задачи, сформулированной в терминах нечетких множеств, нет необходимости точно задавать все границы принимаемых решений. Функции принадлежности первоначально лишь грубо задают систему предпочтений и ограничений, допуская дальнейшее уточнение значений функции лишь в районе предполагаемой точки оптимума.

Список литературы

1. Артюшина Т.Г., Гайкович А.И. Проблема повышения эффективности проектирования судов на исследовательских стадиях с использованием САПР. – "Судостроение", 2007, №5, с. 11 – 14
2. Царев Б.А. Особенности проектной оптимизации судов с доминирующими функциональными подсистемами. – Труды ЛКИ "Проектирование морских судов и плавучих технических средств", 1987, с. 41 – 46.
3. Описание и оптимизация элемента многоуровневой иерархической системы типа «Судно», согласование его с другими элементами и системы в целом на основе теории нечетких множеств - «Морской вестник»; 2010, N 4(36): Санкт-Петербург, с.99-101
4. Zadeh L.A. Fuzzy Sets// Information and Control. –1965. – Vol.8. – P. 338-353.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД

Январь 2017г.

IV Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2017г.

Февраль 2017г.

IV Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2017г.

Март 2017г.

IV Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2017г.

Апрель 2017г.

IV Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2017г.

Май 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2017г.

Июнь 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2017г.

Июль 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук», г. Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2017г.

Август 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2017г.

Сентябрь 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2017г.

Октябрь 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2017г.

Ноябрь 2017г.

IV Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2017г.

Декабрь 2017г.

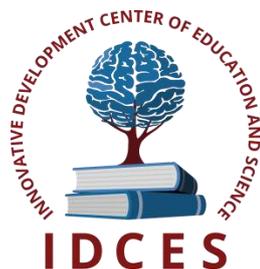
IV Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2018г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные проблемы технических наук в России и за
рубежом**

Выпуск IV

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 февраля 2017г.)**

г. Новосибирск

2017 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.02.2017.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л.8,1.
Тираж 250 экз. Заказ № 023.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.