

402

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобилей и тракторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению заданий по дисциплине
«Принципы инженерного творчества»
для студентов очной, очно-заочной и заочной
форм обучения по специальности 150100
«Автомобиле- и тракторостроение»

Составитель И.С. Константинова

Липецк 2005

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобилей и тракторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению заданий по дисциплине
«Принципы инженерного творчества»
для студентов очной, очно-заочной и заочной
форм обучения по специальности 150100
«Автомобиле- и тракторостроение»

Составитель И.С. Константинова

Липецк 2005

УДК [62 + 658.512.2] (07)

К65

Константинова И.С. Методические указания к выполнению заданий по дисциплине «Принципы инженерного творчества» для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения по специальности 150100 «Автомобиле- и тракторостроение» [Текст]/ сост.: И.С. Константинова. – Липецк: ЛГТУ, 2005. – 35 с.

Методические указания предназначены для выполнения заданий по темам: «Выявление объектов окружающей среды и их взаимодействия с техническим объектом», «Описания технического объекта, морфологического анализа и синтеза технических решений», «Правила составления заявки на выдачу патента на изобретение», дан порядок проведения мозгового штурма.

Рецензент С.П. Баженов

© Липецкий государственный
технический университет, 2005

ЗАДАНИЕ № 1

Выявление объектов окружающей среды и их взаимодействия с техническим объектом

Цель работы: приобретение навыков выявления взаимодействия технического объекта с объектами окружающей среды.

Результатами инженерного творчества являются новые, более совершенные и эффективные технические объекты и технологии или новые устройства и способы.

Техническим объектом (ТО) называется созданное человеком или автоматом реально существующее устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности. К ТО можно отнести отдельные машины, аппараты, приборы, ручные орудия труда, одежду и т.д. К техническим объектам также относятся любой из элементов (агрегат, блок, узел, деталь), из которых состоят машины, аппараты, приборы.

Существует иерархическое соподчинение ТО различных уровней. Так, например, машины могут быть разделены на агрегаты или блоки, которые, в свою очередь, состоят из узлов и деталей.

Каждый ТО находится в определенном взаимодействии с окружающей средой. Для конкретного ТО в качестве окружающей среды (ОС) могут выступать его надсистема, объекты неживой и живой природы и другие ТО, которые находятся в функциональном или вынужденном взаимодействии с рассматриваемым ТО и оказывают влияние на его проектно-конструкторское решение.

Взаимодействие ТО и ОС происходит по каналам связи, которые делятся на две группы. Первая группа включает потоки вещества, энергии и сигналов, передаваемые от ОС к ТО (входные потоки) (рис. 1):

A_{Φ} – функционально обусловленные входные воздействия;

A_B - вынужденные входные воздействия (температура, влажность, пыль, деятельность насекомых и т.д.)

Вторая группа – это потоки, которые передаются от рассматриваемого ТО окружающей среде (выходные потоки):

C_{Φ} - функционально обусловленные выходные воздействия;

C_B - вынужденные выходные воздействия (загрязнения воды, земли и воздуха и т.д.).

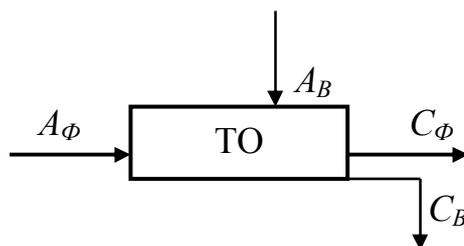


Рис. 1. Взаимодействие ТО с окружающей средой

Порядок выполнения работы

1. Составить описание потребности технического объекта.
2. Выполнить эскизный чертеж или схему заданного технического объекта с указанием позиций входящих в него элементов.
3. Разделить ТО на элементы и определить главный элемент.
4. Выявить объекты окружающей среды, находящиеся в функциональном взаимодействии с техническим объектом.
5. Установить функциональные взаимодействия технического объекта с объектами окружающей среды.
6. Выявить объекты окружающей среды, находящиеся в вынужденном взаимодействии с техническим объектом.
7. Установить вынужденные взаимодействия технического объекта с объектами окружающей среды.
8. Построить схему взаимодействия технического объекта с объектами окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Что называется техническим объектом?
2. Принцип разделения ТО на элементы.
3. Как определяется главный элемент ТО?
4. Что называется неделимым элементом?
5. Что такое потребность и функция ТО?
6. Окружающая среда (ОС) технического объекта.
7. Классификация взаимодействий ТО и ОС.

ЗАДАНИЕ № 2

Описание технического решения технического объекта

Цель работы: практическое освоение описания технического решения технического объекта.

Каждый ТО может быть представлен описаниями, имеющими иерархическую соподчиненность. Описания характеризуются двумя свойствами:

- каждое последующее описание является более детальным и более полно характеризует ТО по сравнению с предыдущим,
- каждое последующее описание включает в себя предыдущее.

Свойства имеют следующее описание: потребность, или функция ТО; техническая функция (ТФ); функциональная структура (ФС); физический принцип действия (ФПД); техническое решение (ТР); проект (рис. 2).

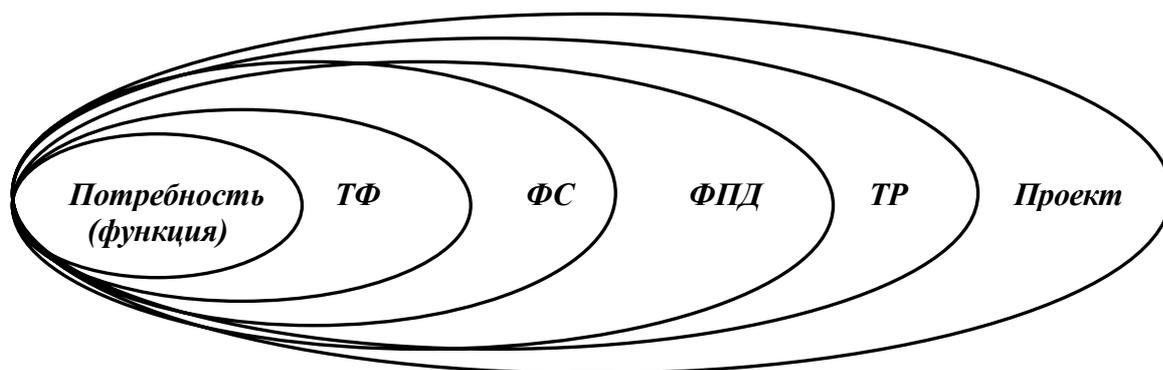


Рис. 2. Иерархия описание технического объекта

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскизный чертеж технического объекта.
2. Составить описание функций элементов технического объекта.
3. Построить конструктивную функциональную структуру технического объекта.
4. Составить описание физических операций элементов технического объекта.
5. Построить конкретизированную потоковую структуру технического объекта.
6. Построить абстрагированную потоковую структуру технического объекта.
7. Составить описание физико-технических эффектов.
8. Составить описание физического принципа действия технического объекта.
9. Составить описание технического решения технического объекта.

Контрольные вопросы

1. Свойства описания технического объекта.
2. Графически изобразить схемы иерархии описания ТО.
3. Что такое потребность ТО и как она описывается?
4. Что такое техническая функция ТО?
5. Что такое структура технического объекта?
6. Как описываются физико-технические эффекты?
7. Описание физического принципа действия ТО.
8. Описание технического решения и проекта ТО.
9. Функциональная конструктивная структура – определение, принцип построения.
10. Потоковая структура – определение, принцип построения, классификация.
11. Физические операции.
12. Операции Колера. Список операций Колера.
13. Определение физико-технических эффектов.
14. Построение физического принципа действия ТО.

ЗАДАНИЕ № 3

Морфологический анализ и синтез технических решений

Цель работы: практическое освоение морфологического метода поиска технических решений (ТР).

Морфологический анализ разработан в 30-х годах швейцарским астрономом Ф. Цвикки и основан на комбинаторике. Суть его состоит в следующем: в совершенствуемой технической системе выделяют несколько характерных для неё структурных, функциональных или других морфологических признаков. Каждый признак может характеризовать, например, какой-то конструктивный узел системы, какую-то её функцию, какой-то режим работы, т.е. параметры или характеристики системы, от которых зависит решение проблемы и достижение основной цели.

По каждому выделенному морфологическому признаку составляют список его различных вариантов, альтернатив, технического выражения. Признаки с их альтернативами располагают в форме таблицы, называемой морфологическим ящиком (морфологической матрицей, картой), что позволяет лучше представить себе поисковое поле. Перебирая всевозможные сочетания альтернативных вариантов выделенных признаков, можно выявить новые варианты решения задачи, в том числе представляющие практический интерес и которые при простом переборе могли быть упущены.

Морфологический анализ создает основу для системного мышления в категориях основных структурных признаков, принципов и параметров, что и обеспечивает высокую эффективность его применения.

Трудность применения метода заключается в том, что пока не существует универсального метода оценки эффективности того или иного варианта решения, так как рабочие характеристики устройства, в основу построения которого положена неизвестная ранее комбинация элементов, являются не достаточно определенными.

Наиболее целесообразно использовать морфологический анализ при решении конструкторских задач общего плана: при проектировании машин и поиске компоновочных или схемных решений.

Алгоритм проведения анализа морфологическим методом:

1) дается точная формулировка проблемы, подлежащей решению (например, создание нового грузового автомобиля с увеличенной производительностью против существующих конструкций автомобилей аналогичного класса);

2) выявляются характерные параметры A_i^k ; от которых зависит решение проблемы (например, тип двигателя);

3) определяется возможное число k ; свойств каждого параметра (например, для типа двигателя; поршневой, газотурбинный, атомный, паровой, электрический и т.д.);

4) параметры и свойства записываются в виде матричной модели - так называемого "морфологического ящика" (табл.5, приложения);

- 5) соединение параметров и свойств A_i^k и исследование вариантов в пределах морфологического ящика;
- 6) определение технической возможности полученного решения;
- 7) определение функциональной ценности полученного решения;
- 8) отбор наиболее функционально ценных решений;
- 9) сравнительный технико-экономический анализ отобранных решений и выбор наиболее экономически эффективного;
- 10) исследование возможных путей реализации решения.

Даже сравнительно несложные матрицы, в основном охватывающие уже изученные свойства параметров, позволяют получить большое число возможных решений. Исследования по пп. 6 и 7 алгоритма существенно сокращает эти числа, но тем не менее, как правило, для сравнительного технико-экономического анализа остается большое количество технически осуществимых и функционально оправданных вариантов.

В комбинаторике используются несложные, но трудоемкие матричные процедуры сокращения числа альтернативных вариантов в столбцах и числа столбцов за счет отбрасывания наименее эффективных и наименее перспективных технических решений, а также сокращение множества возможных вариантов технических решений путем исключения наихудших комбинаций элементов. Упорядочивание производится по критерию качества (удовлетворению главных требований, приводящих к достижению поставленной цели) от лучших к худшим.

Порядок выполнения работы

1. Привести описание проблемной ситуации.
2. Описать функцию технического объекта.
3. Выбрать прототип и составить его описание.
4. Выявить недостатки прототипа.
5. Выбрать критерии качества.
6. Составить таблицу функций элементов данного технического объекта.
7. Составить морфологическую таблицу.

Морфологическая таблица состоит из столбцов – функций, число которых равно числу функциональных элементов. Заглавием столбцов являются описание функций элементов.

В таблицу сначала вносят элементы прототипа. Затем записывают возможные наиболее интересные и эффективные варианты.

Элементы обозначают через A_i^k

i - порядковый номер столбца-функции ($i = 1, 2, 3, \dots$),

k – порядковый номер варианта в i -ом столбце.

В каждом столбце путем объединения двух или более альтернативных вариантов выбираем эффективные (взаимоусиливающие) комбинации. Эти вы-

бренные комбинации должны или устранять какой-либо недостаток, или улучшать критерии качества.

При выборе наиболее эффективных технических решений сначала определяем число возможных технических решений:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot \dots \cdot n_m,$$

где n – число альтернативных вариантов в столбце;

m – число столбцов.

8. Выбор наиболее эффективных технических решений.

Из множества всех возможных вариантов необходимо выбрать наиболее эффективные ТР, для этого путем последовательного сокращения отбрасываем наименее эффективные и наименее перспективные ТР.

Последовательность сокращения:

- 1) сокращение столбцов,
- 2) сокращение вариантов в столбцах,
- 3) сокращение комбинаций элементов.

К наихудшим относят нереализуемые или несовместимые комбинации, трудно реализуемые, наиболее дорогие по затратам, а также комбинации в наименьшей мере устраняющие недостатки ТО.

В морфологической таблице выбираем 2 столбца с наименьшим числом вариантов. Образует из их элементов все возможные парные комбинации. Находим наихудшие и исключаем.

Выбираем из таблицы следующий столбик с наименьшим числом вариантов. Окончательно получаем n -ое количество вариантов. Проводим сокращение по дополнительным наиболее важным показателям (надежность, расход топлива или материалов, трудоемкость).

Полученное множество вариантов ТР упорядочивают по критерию качества от лучшего к худшим. После этого выбирают 3 – 5 наиболее эффективных вариантов ТР для последующей проработки.

9. Выполнить эскиз или схему одного из выбранных технических решений.

Контрольные вопросы

1. Методы прогнозирования.
2. Методы конструирования.
3. Классификация логических методов конструирования.
4. Методы генерирования идей – диаграмма, матрица идей.
5. Метод морфологического анализа и синтеза.
6. Эвристические методы конструирования.
7. Алгоритмические методы.

ЗАДАНИЕ № 4

Составление и подача заявки на выдачу патента на изобретение

Цель работы: приобретение навыков составления и подачи заявки на выдачу патента на изобретение.

Порядок выполнения работы

1. Написать заявление о выдаче патента на изобретение.
2. Составить описание изобретения.
 - 2.1. Область техники, к которой относится изобретение.
 - 2.2. Уровень техники.
 - 2.3. Сущность изобретения.
 - 2.4. Перечень фигур чертежей.
 - 2.5. Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.
3. Составить формулу изобретения.
4. Оформить чертежи.
5. Написать реферат.

Контрольные вопросы

1. Что называется интеллектуальной собственностью?
2. Патент – определение, назначение.
3. Что является объектом изобретения?
4. Перечислить предложения, не признаваемые изобретениями.
5. Условие патентоспособности изобретения.
6. Как определяется уровень техники.
7. Состав заявки.
8. Структура описания изобретения.
9. Классификация изобретений.
10. Международная классификация изобретений (МКИ).
11. МКИ – разделы, классы, подклассы.

ЗАДАНИЕ № 5

Метод контрольных вопросов. Мозговой штурм

Цель работы: освоение методологии и приобретение практических навыков поиска новых технических решений с использованием этих методов.

Метод контрольных вопросов применяется для психологической активизации творческого процесса. Цель его - с помощью наводящих вопросов подвести к решению задачи.

Метод может применяться либо в форме монолога изобретателя, обращенного к самому себе, либо диалога, например, в виде вопросов, задаваемых руководителем мозгового штурма членам группы генераторов идей. Суть метода состоит в том, что изобретатель отвечает на вопросы, содержащиеся в списке, и в связи с ними рассматривает свою задачу. Широко распространены универсальные вопросники, составленные А.Осборном, Т. Эйлоартом, Д.Пирсоном и др. Одним из лучших можно считать список вопросов, составленных английским изобретателем Т. Эйлоартом. В сущности, он дал программу работы талантливого изобретателя, с фантастической настойчивостью пытающегося решить задачу методом проб и ошибок. Некоторые вопросы требуют развитого воображения, другие - глубоких и разносторонних знаний.

Список контрольных вопросов по Т.Эйлоарту

1. Перечислить все качества и определения предполагаемого изобретения. Изменить их.
2. Сформулировать задачи ясно. Попробовать новые формулировки. Определить второстепенные и аналогичные задачи. Выделить главные.
3. Перечислить недостатки имеющихся решений, их основные принципы, новые предположения.
4. Набросать фантастические, биологические, экономические, молекулярные и другие аналогии.
5. Построить математическую, гидравлическую, электронную, механическую и другие модели (они точнее выражают идеи, чем аналогии).
6. Попробовать различные виды материалов и энергии: газ, жидкость, твердое тело, пену, пасту и др.; тепло, магнитную энергию, свет, силу удара и т.д.; различные длины волн, поверхностные свойства и т.п.; переходные состояния - замерзание, конденсация, переход через точку Кюри и т.д.; эффекты Джоуля-Томпсона, Фарадея и др.
7. Установить варианты, зависимости, возможные связи, логические совпадения.
8. Узнать мнение некоторых совершенно неосведомленных в данном деле людей.
9. Устроить сумбурное групповое обсуждение, выслушивая все и каждую идею без критики.
10. Попробовать "национальные" решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское и т.д.
11. Спать с проблемой, идти на работу, гулять, принимать душ, ехать, пить, есть, играть в теннис - все с ней.
12. Бродить среди стимулирующей обстановки (свалка лома, технические

- музеи, магазины дешевых вещей), пробегать журналы, комиксы.
13. Набросать таблицу цен, величин, перемещений, типов материалов и других разных решений проблемы или её частей, искать проблемы в решениях или новые комбинации.
 14. Определить идеальное решение, разрабатывать возможное.
 15. Видоизменить решение проблемы с точки зрения времени (скорее или медленнее), размеров вязкости и т.п.
 16. В воображении залезть внутрь механизма.
 17. Определить альтернативные проблемы и системы, которые изымают определенное звено из цепи и, таким образом, создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужного решения.
 18. Чья это проблема? Почему его?
 19. Кто придумал это первый? История вопроса. Какие ложные толкования имели место.
 20. Кто еще решил эту проблему? Чего он добился?
 21. Определить общепринятые граничные условия и причины их установления.

Задание: используя список контрольных вопросов, усовершенствовать объект (предложить новое техническое решение) согласно заданию по курсовой работе № 1).

Мозговой штурм ("мозговая атака", "брейнсторминг", метод отнесенной оценки и др.) основывается на следующем психологическом эффекте: группа из 5-8 человек при индивидуальном и коллективном высказывании идей выдает соответственно N и N_k идей, причем $N_k > N$ в 5 - 10 раз.

Во время сеанса мозгового штурма происходит как бы цепная реакция идей, приводящая к интеллектуальному взрыву. Мозговой штурм широко используется на различных этапах решения творческой задачи и на различных стадиях разработки и проектирования изделия.

Правила для участников сеанса:

1. Стремитесь высказывать максимальное число идей. Отдавайте предпочтение количеству, а не качеству идей. Свои идеи высказывайте короткими предложениями.
2. Во время сеанса абсолютно запрещена критика предложенных идей, неодобрительные замечания, иронические реплики, ядовитые шутки.
3. Внешне и внутренне одобряйте и принимайте все идеи, даже заведомо непрактичные и, казалось бы, глупые. Оказывайте предпочтение не систематическому логическому мышлению, а озарениям, необузданной и безграничной фантазии.
4. Допускаются дружелюбные шутки, юмор, смех.

5. Стремитесь развивать, комбинировать и улучшать высказанные ранее идеи, получить от них новые ассоциативные идеи.

6. Обеспечивайте между участниками свободные, демократичные, дружественные и доверительные отношения.

Задание: изучить методологию мозгового штурма и правила для участников сеанса, записать в отчете общую формулировку решаемой на занятиях задачи, сущность лично выдвинутых идей задачи, сущность идей, отобранных в результате коллективного редактирования полученного списка идей, и выразить свое отношение к ним.

Проведите индивидуальный мозговой штурм, последовательно генерируя идеи, а затем оценивая их применительно к задаче, поставленной перед группой. Запишите идеи в отчет и свое отношение к ним.

Порядок выполнения работы

1. Привести описание проблемной ситуации.
2. Сформировать творческую группу.
3. Ознакомиться с правилами проведения метода прямой мозговой атаки (МА).
4. Ознакомиться с обязанностями ведущего.
5. Применить метод прямой мозговой атаки для решения творческой инженерной задачи.
 - 5.1. Ознакомиться с регламентом проведения мозговой атаки.
 - 5.2. Установить способ фиксирования идей.
 - 5.3. Провести сеанс мозговой атаки и составить общий список идей.
 - 5.4. Составить отредактированный список идей.
6. Оформить результаты применения метода мозговой атаки.

1. Описание проблемной ситуации

Дать наименование существующей проблеме.

Описать направления рассматриваемой проблемы, указать причины их возникновения и последствия.

2. Формирование творческой группы

Составить список творческой группы в количестве 5-12 человек. Выделить в творческой группе две подгруппы:

- постоянную подгруппу;
- временную подгруппу.

В постоянную подгруппу включить руководителя и сотрудников, легко и плодотворно генерирующих идеи.

В члены временной подгруппы, в зависимости от характера и содержания поставленной проблемы, пригласить:

-специалистов по решаемой проблеме (не более половины от всего количества членов подгруппы);

-специалистов смежников, конструкторов, технологов, экономистов, снабженцев и т.д.;

-специалистов разного профиля, не имеющих никакого отношения к решаемой проблеме: повара, врача, пожарника и т.д.

Определить место и установить обстановку проведения сеанса мозговой атаки. Обеспечить психологический настрой участников сеанса: включить негромко музыку, угостить чаем и т.д.

3. Обязанности ведущего:

3.1. Представить участников творческой группы.

3.2. Огласить правила проведения МА.

3.3. Представить проблемную ситуацию в строгом научном и популярном изложении.

3.4. Обеспечить соблюдение правил проведения МА.

3.5. Поддерживать непрерывность высказывания идей.

3.6. Способствовать широте взглядов участников сеанса МА.

3.7. Соблюдать регламент проведения МА.

4. Применение метода прямой мозговой атаки

4.1. Регламент проведения МА.

Полная продолжительность сеанса МА составляет 1,5-2ч.:

-представление участников друг другу и ознакомление их с правилами проведения сеанса МА - 5-10 мин;

-постановка задачи ведущим с ответами на вопросы - 10-15 мин;

-проведение сеанса МА- 20-30 мин;

-перерыв -10 мин;

-составление отредактированного списка идей - 30-45 мин.

4.2. Способ фиксирования идей.

Фиксирование идей во время сеанса МА проводится одним из 3-х способов:

-одним из участников сеанса МА;

-с помощью магнитофона;

-каждый участник записывает свои идеи.

4.3. Проведение сеанса прямой мозговой атаки и составление общего списка идей.

4.4. Редактирование полученного списка идей.

После сеанса провести быстрое коллективное редактирование полученного списка идей с полукритическим отношением. Отбросить наименее приемлемые, и абсурдные идеи.

Полученные идеи разделить на две группы:

-наиболее приемлемые и легко реализуемые для решения поставленной задачи;

-наиболее эффективные и перспективные.

Усилить и конкретизировать высказанные идеи, дополнить список новыми идеями, возникшими во время редактирования.

5.Оформление результатов применения метода МА

5.1.Представить отредактированный список идей.

5.2.Оформить отдельные идеи в виде рацпредложений, заявок на изобретения, технических предложений и т.д.

5.3.Уточнить и определить список авторов идей.

5.4.Согласовать список авторов со всей творческой группой.

Контрольные вопросы

1. К каким методам конструирования относится МА?
2. Сущность метода мозговой атаки.
3. Возможности применение методов МА.
4. Правила и порядок проведения метода контрольных вопросов.
5. Правила и порядок проведения МА.
6. Формирование творческой группы.
7. Организация проведения МА.
8. Что запрещается, при проведении МА?

Пример решения задач

ЗАДАНИЕ № 1

Выявление объектов окружающей среды и их взаимодействия с техническим объектом

1. Описание потребности дифференциала

Дифференциал предназначен для распределения подводимого к нему крутящего момента между колесами или мостами с обеспечением раздельного качения ведущих колес.

2. Выполнение эскизного чертежа дифференциала

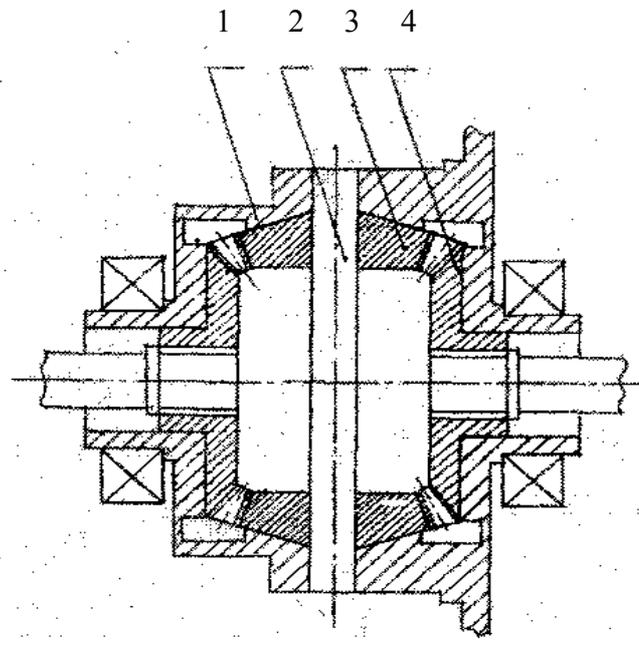


Рис. 1. Простой конический дифференциал:

1 - корпус; 2 - ось сателлитов; 3 - сателлит; 4 - центральная шестерня

3. Разделение ТО на элементы и определение главного элемента
Дифференциал состоит из корпуса, оси сателлитов, сателлита и центральной шестерни. Главный элемент (выполняющий функцию дифференциала) корпус - Э₀;

Э₁ – ось сателлитов;

Э₂ - сателлит;

Э₃ - центральная шестерня.

4. Выявление объектов окружающей среды, находящихся в функциональной связи с дифференциалом

Объекты окружающей среды, находящиеся в функциональной связи с дифференциалом:

V_1 - ведомое колесо главной передачи; V_2 - полуоси.

5. Установление взаимодействия дифференциала с объектами окружающей среды, находящимися в функциональной связи

Входные функциональные воздействия:

$A_{\Phi 1}$ - момент, поступающий на корпус \mathcal{E}_0 дифференциала от ведомого колеса V_1 главной передачи;

$A_{\Phi 2}$ - вращение, передаваемое корпусу дифференциала от ведомого колеса V_2 главной передачи.

Выходные функциональные воздействия:

$C_{\Phi 1}$ - момент, передаваемый на полуоси V_2 от центральной шестерни \mathcal{E}_3 дифференциала;

$C_{\Phi 2}$ - вращение, передаваемое на полуоси V_2 от центральной шестерни \mathcal{E}_3 дифференциала.

6. Выявление объектов окружающей среды, находящихся в вынужденной связи с дифференциалом

Объекты окружающей среды, находящиеся в вынужденной связи с дифференциалом:

V_1 - ведомое колесо главной передачи;

V_2 - полуоси;

V_3 - подшипники, поддерживающие корпус дифференциала;

V_4 - смазка.

7. Установление взаимодействия дифференциала с объектами окружающей среды, находящимися в вынужденной связи

Входные вынужденные воздействия:

A_{B1} - силы, действующие на корпус \mathcal{E}_0 дифференциала со стороны ведомого колеса V_1 главной передачи;

A_{B2} - силы, действующие на корпус \mathcal{E}_0 дифференциала со стороны полуосей V_2 ;

A_{B3} - силы, передаваемые на корпус \mathcal{E}_0 со стороны опорных подшипников V_3 ;

A_{B4} - смазывание трущихся поверхностей дифференциала смазкой V_4 .

Выходные вынужденные воздействия:

C_{B1} - силы, действующие со стороны корпуса \mathcal{E}_0 дифференциала на ведомое колесо V_1 главной передачи;

C_{B2} - силы, действующие со стороны корпуса \mathcal{E}_0 дифференциала на полуоси V_2 ;

C_{B3} - силы, действующие со стороны корпуса \mathcal{E}_0 дифференциала на опорные подшипники V_3 ;

C_{B4} - нагрев смазки V_4 от взаимодействия деталей дифференциала;

C_{B5} - насыщение смазки V_4 материалами износа трущихся поверхностей дифференциала;

C_{B6} - физико-химическое изменение смазки V_4 от взаимодействия деталей дифференциала.

8. Построение схемы взаимодействия дифференциала с объектами окружающей среды

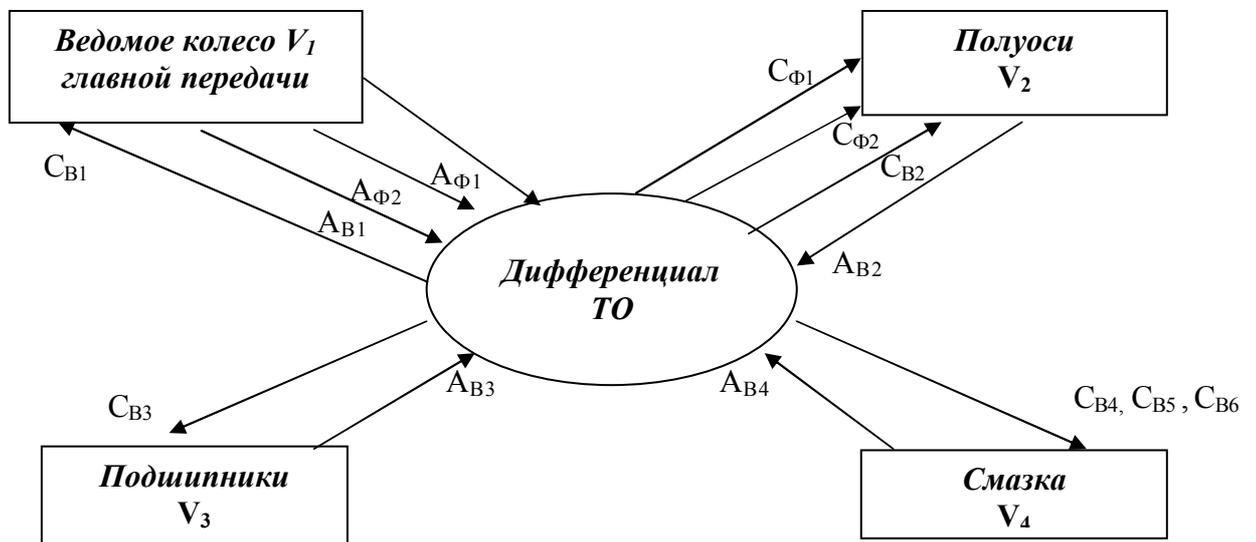


Рис 2. Схема взаимодействия дифференциала с объектами окружающей среды

ЗАДАНИЕ № 2

Описание технического решения ТО

1. Выполнение эскизного чертежа дифференциала (рис.1).
2. Составление описания функций элементов дифференциала.

Таблица 1

Описание функций элементов дифференциала

Наименование элементов ТО	Обозначение элементов ТО	Обозначение функций элементов ТО	Описание функций элементов ТО
1	2	3	4
Корпус дифференциала	\mathcal{E}_0	Φ^1_0 Φ^2_0	Передает вращающий момент от ведомого колеса V_1 * главной передачи на ось сателлитов \mathcal{E}_1 Передает усилие от ведомого колеса V_1 главной передачи на опорные подшипники V_3
Ось сателлитов	\mathcal{E}_1	Φ_1	Передает усилие от корпуса \mathcal{E}_0 на сателлиты \mathcal{E}_2
Сателлит	\mathcal{E}_2	Φ_2	Осуществляет кинематическую связь между центральными шестернями \mathcal{E}_2 и передает на них усилие от оси сателлитов \mathcal{E}_1
Центральная шестерня	\mathcal{E}_3	Φ_3	Передает вращающий момент от сателлитов \mathcal{E}_2 на полуоси V_2

* Объекты окружающей среды (см. работу № 1).

3. Построение конструктивной функциональной структуры дифференциала

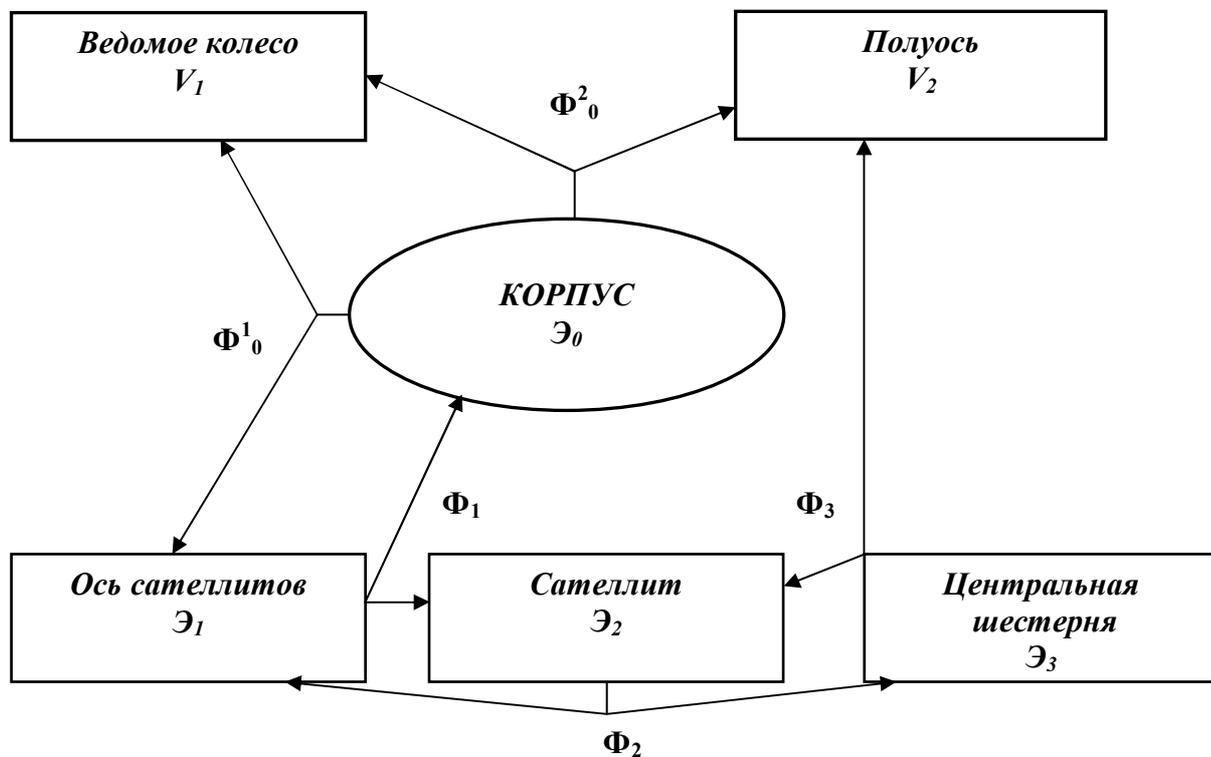


Рис.3. Конструктивная функциональная структура дифференциала

4. Составление описания физических операций элементов дифференциала

Таблица 2

Описание физических операций элементов дифференциала

Наименование объекта ОС, элемента ТО	Номер объекта ОС, элемента ТО	Физическая операция				
		Входной поток, A_{Φ}	Номер источника входного потока	Операция Коллера	Выходной поток, C_{Φ}	Номер приемника выходного потока
1	2	3	4	5	6	7
Ведомое колесо	1_0	-		Проведение	Мех. энергия: M_0, ω_0	1
Корпус	1	Мех. энер.: M_0, ω_0	1_0	Проведение	Мех.энер.: M_0, ω_0	2
		Сила: F_2	1_0	Проведение	Сила: F_2	3_0

1	2	3	4	5	6	7
Ось спутников	2	Мех.энер. M_0, ω_0	1	Проведение	Мех.энер.: M_0, ω_0	3
Подшипник	3_0	Сила:	1	Проведение	-	-
Спутник	3	Мех.энер.: M_0, ω_0	2	Проведение и разделение	Мех.энер.: M_1, ω_1	4
Центральная шестерня	4	Мех.энер.: M_1, ω_1	3	Проведение	Мех.энер.: M_2, ω_2	2_0
Полуось	2_0	Мех.энер.: M_2, ω_2	4	Проведение	-	-

5. Построение конкретизированной потоковой структуры дифференциала

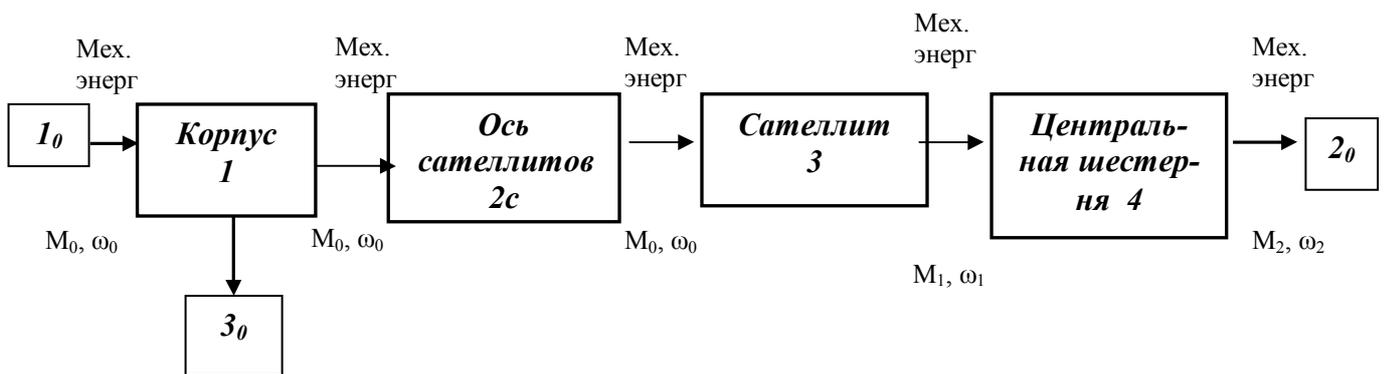


Рис.4. Конкретизированная потоковая структура дифференциала

6. Построение абстрагированной потоковой структуры дифференциала

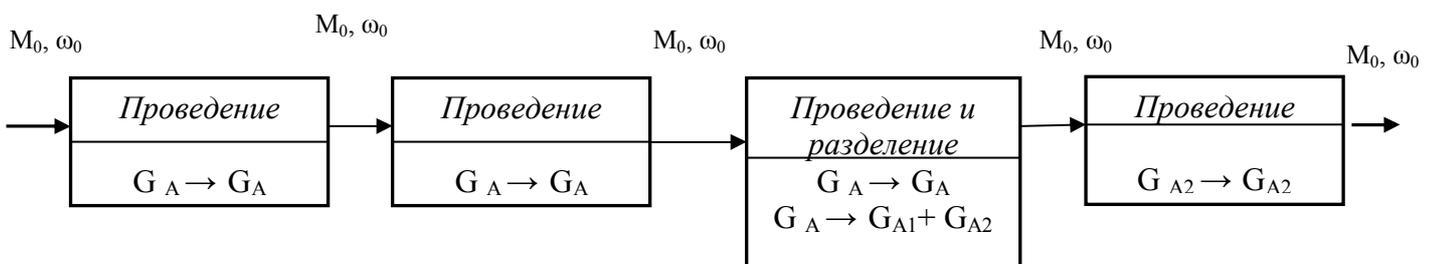


Рис.5. Абстрагированная потоковая структура дифференциала

7. Составление описания физико-технических эффектов

Таблица 3

Описание физико-технических эффектов дифференциала

Номер изиче- ской опера- ции	Физико-технический эффект			
	Входной поток, A_{Φ}	Физический объект, B	Выходной поток, C_{Φ}	Наименование
1	2	3	4	5
1	Механическая энергия Сила	Твердое тело Твердое тело	Механическая энергия Сила	Закон сохранения энергии Закон Гука
2	Механическая энергия	Твердое тело	Механическая энергия	Закон сохранения энергии
3	Механическая энергия	Твердое тело	Механическая энергия	Закон сохранения энергии
4	Механическая энергия	Твердое тело	Механическая энергия	Закон сохранения энергии

8. Физический принцип действия дифференциала

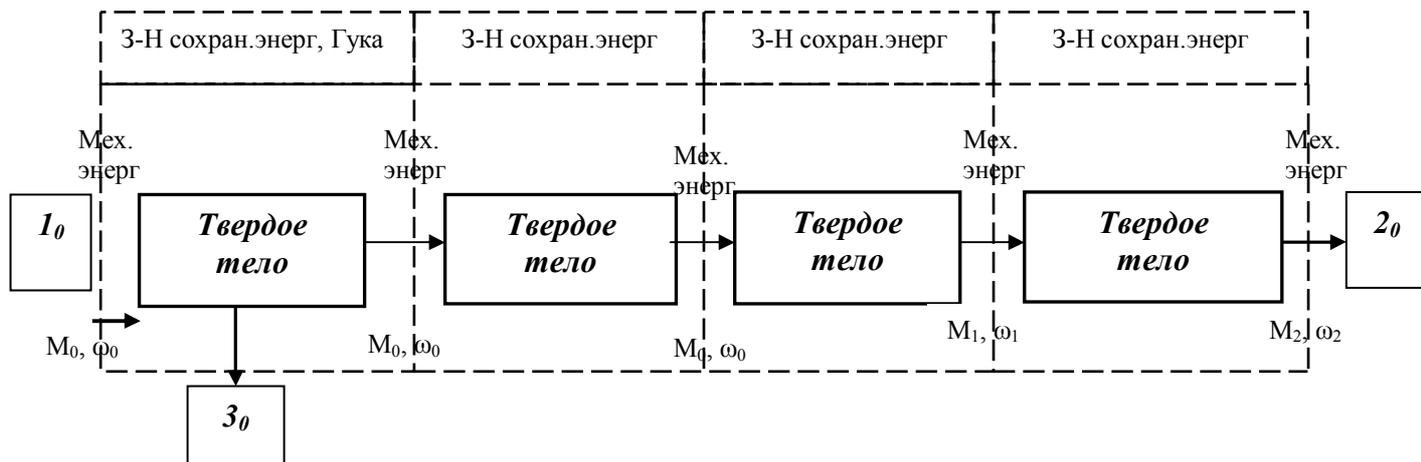


Рис.6. Физический принцип действия дифференциала

9. Составление описания технического решения дифференциала

Описание технического решения дифференциала

Дифференциал состоит из следующих элементов (рис.3):

- корпуса 1, в центральные отверстия которого изнутри вставлены ступицы центральных зубчатых шестерен 4;
- оси 2 с надетыми на нее двумя сателлитами 3.

Каждый сателлит 3 находится в зацеплении сразу с двумя центральными шестернями 4.

Механическая энергия от ведомого колеса главной передачи, закрепленного на корпусе дифференциала, передается через корпус 1, ось 2 и сателлиты 3 на центральные шестерни 4, от которых по полуосям поступает к левому и правому колесам движителя.

Центральные шестерни 4 вращаются с разными угловыми скоростями, сумма которых равна удвоенной скорости корпуса дифференциала 1. При любых соотношениях угловых скоростей шестерен 4, моменты на них всегда равны между собой.

ЗАДАНИЕ № 3

Морфологический анализ и синтез технических решений

1. Описание проблемной ситуации

Простые конические дифференциалы распределяют подводимый крутящий момент по полуосям практически поровну, что приводит к буксованию одного из колес, попавшего на почву со слабыми сцепными свойствами.

Возможность буксования одного из колес при простом дифференциале обусловлена дифференциальной связью с малым трением между полуосями.

Необходимо разработать механизм, препятствующий буксованию одного из колес, но обеспечивающий их раздельное качение.

2. Описание функции дифференциала

Дифференциал обеспечивает подвод крутящего момента к правому и левому ведущим колесам и их раздельное качение на поворотах, при движении по неровностям и кинематическом несоответствии между колесами.

3. Выбор прототипа и его описание

В качестве прототипа выбран простой шестеренчатый дифференциал, описание которого приведено в практической работе № 2.

4.Выявление недостатков прототипа

Основным недостатком простого дифференциала является буксование, которое обусловлено малым внутренним трением.

Тракторы с дифференциалами с моментом трения, зависящим от нагрузки, тяжелее в управлении.

5.Выбор критериев качества

За критерии качества примем коэффициент блокировки $k_b = 2,0 \div 2,5$;

удельную материалоемкость $m_{уд} = \frac{M}{M_{max}}$,

где M – масса дифференциала,

M_{max} – передаваемый дифференциалом максимальный крутящий момент (на корпусе).

6.Составление таблицы функций элементов

Таблица 4

Функции элементов дифференциала

Элемент		Функция	
Обозначение	Наименование	Обозначение	Описание
1	2	3	4
\mathcal{E}_0	Корпус	Φ_0	Передает момент от ведомого колеса (V_1) главной передачи на ось сателлитов (\mathcal{E}_2). Передает усилие от ведомого колеса (V_1) на опорные подшипники (V_3).
\mathcal{E}_1	Ось сателлитов	Φ_1	Передает усилие от корпуса (\mathcal{E}_0) на сателлиты (\mathcal{E}_2)
\mathcal{E}_2	Сателлит	Φ_2	Осуществляет кинематическую связь между центральными шестернями (\mathcal{E}_1) и передает на них усилие от оси (\mathcal{E}_2)
\mathcal{E}_3	Центральная шестерня	Φ_3	Передает вращающий момент от сателлитов (\mathcal{E}_2) на полуоси (V_2)
\mathcal{E}_4	Фрикцион	Φ_4	Повышает внутреннее трение в дифференциале между корпусом (\mathcal{E}_0) и сателлитом (\mathcal{E}_2)
\mathcal{E}_5	Гидроцилиндр	Φ_5	Управляет моментом трения между корпусом (\mathcal{E}_0) и сателлитом (\mathcal{E}_2)

В таблицу вводим дополнительные элементы с целью расширения возможностей ТО: - элемент \mathcal{E}_4 , обеспечивающий дополнительную связь Φ_4 в дифференциале и \mathcal{E}_5 , управляющий этой связью Φ_5 .

Выбираем существенные функции, к которым отнесем $\Phi_2, \Phi_3, \Phi_4, \Phi_5$.

7.Составление морфологической таблицы

Морфологическая таблица

Φ ₂ - соединение между собой центральных шестерен и оси	Φ ₃ - передача моментов от сателлитов на полуоси	Φ ₄ - повышение внутреннего трения в дифференциале	Φ ₅ - управление моментом трения
1	2	3	4
A_1^1 - коническая шестерня	A_2^1 - коническая шестерня	A_3^1 -фрикцион между корпусом и сателлитами	A_4^1 - гидроцилиндр
A_1^2 - цилиндрическая шестерня	A_2^2 - цилиндрическая шестерня	A_3^2 -фрикцион между центральными шестернями	A_4^2 - пневмоцилиндр
A_1^3 - червяки	A_2^3 - червячные колеса.	A_3^3 -фрикцион на полуоси	A_4^3 - эл. магнит
A_1^4 - собачки	A_2^4 - храповые колеса	A_3^4 -порошковый фрикцион	A_4^4 -кулачок, управляемый педалью
A_1^5 - сухари	A_2^5 - кулачковые диски	$A_3^5 = A_3^1 + A_3^3$	
		$A_3^6 = A_3^2 + A_3^3$	

8.Выбор наиболее эффективных технических решений

1) Определение числа возможных технических решений. Число возможных вариантов технических решений (ТР), которые можно получить (синтезировать) на основе морфологической таблицы:

$$N = 6 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 4 = 600.$$

2) Сокращение числа столбцов.

В данном примере число столбцов не сокращаем.

3) Сокращение числа альтернативных вариантов в столбцах.

$A_1^3, A_1^4, A_1^5, A_2^3, A_2^4, A_2^5, A_3^4$, мало применимы и их отбрасываем.

4) Сокращение множества возможных вариантов технических решений.

В морфологической таблице 5 выбираем два столбца, имеющие наименьшее число альтернативных вариантов. Образует из их элементов все возможные парные комбинации. Находим наилучшие комбинации и исключаем.

Таблица 6

	A_2^1	A_2^2
A_1^1	$A_1^1 A_2^1$	$A_1^1 A_2^2$
A_1^2	$A_1^2 A_2^1$	$A_1^2 A_2^2$

Таблица 7

	A_4^1	A_4^2	A_4^3
$A_1^1 A_2^1$	$A_1^1 A_2^1 A_4^1$	$A_1^1 A_2^1 A_4^2$	$A_1^1 A_2^1 A_4^3$
$A_1^2 A_2^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^1$	$A_1^2 A_2^2 A_4^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^3$

Таблица 8

	A_3^1	A_3^2	A_3^3	A_3^5	A_3^6
$A_1^1 A_2^1 A_4^1$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^1 A_3^1$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^1 A_3^2$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^1 A_3^3$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^1 A_3^5$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^1 A_3^6$
$A_1^1 A_2^1 A_4^2$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^2 A_3^1$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^2 A_3^2$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^2 A_3^3$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^2 A_3^5$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^2 A_3^6$
$A_1^1 A_2^1 A_4^3$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^3 A_3^1$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^3 A_3^2$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^3 A_3^3$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^3 A_3^5$	$A_1^1 A_2^1$ $A_4^3 A_3^6$
$A_1^2 A_2^2 A_4^1$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^1 A_3^1$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^1 A_3^2$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^1 A_3^3$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^1 A_3^5$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^1 A_3^6$
$A_1^2 A_2^2 A_4^2$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^2 A_3^1$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^2 A_3^2$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^2 A_3^3$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^2 A_3^5$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^2 A_3^6$
$A_1^2 A_2^2 A_4^3$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^3 A_3^1$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^3 A_3^2$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^3 A_3^3$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^3 A_3^5$	$A_1^2 A_2^2$ $A_4^3 A_3^6$

Получили 30 вариантов. Проводим сокращение по дополнительным наиболее важным показателям (надежность, расход энергии или материалов, трудоемкость и т.п.).

5) Выбор наиболее эффективных вариантов технических решений.

Множество допустимых вариантов технических решений, полученных после сокращения, упорядочивают по критерию качества от лучших к худшим. После упорядочивания выбирают 3-5 наиболее эффективных вариантов техниче-

ских решений для дальнейшей проработки: $A_1^1 A_2^1 A_3^5 A_4^1$, $A_1^1 A_2^1 A_4^1 A_3^3$,
 $A_1^1 A_2^1 A_3^1 A_4^1$, $A_1^1 A_2^1 A_3^2 A_4^1$.

9. Схема лучшего из выбранных технических решений

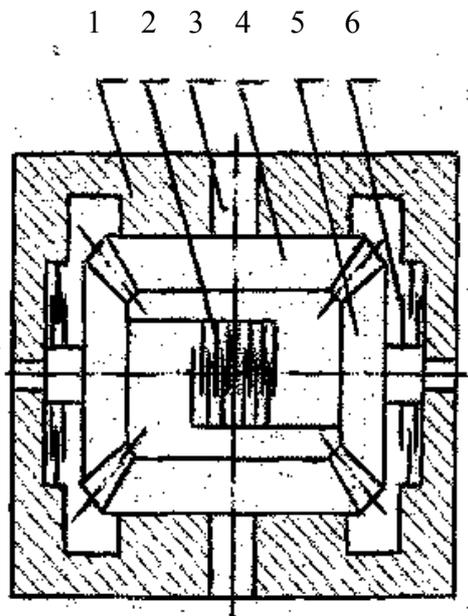


Рис.7. Схема дифференциала (техническое решение $A_1^1 A_2^1 A_3^5 A_4^1$):
 1 – корпус; 2 – фрикционная муфта; 3 – ось сателлитов; 4 – сателлит; 5 – центральная шестерня; 6 – фрикцион.

ЗАДАНИЕ № 4

Составление и подача заявки на выдачу патента на изобретение

1. Заполнение заявления о выдаче патента на изобретение

(22) Дата поступления	Дата перевода международной заявки на национальную фазу	(21) № гос. регистрация
	Приоритет	Входящий №
<input type="checkbox"/> (86) регистрационный номер международной заявки и дата международной подачи, установленные получающим ведомством (регистрационный номер и дата подачи евразийской заявки) (87) номер и дата международной публикации международной заявки (дата публикации евразийской заявки)		
ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента Российской Федерации на изобретение		В Российское агентство по патентам и товарным знакам 121858, Москва, Бережковская наб., 30, к.1 Федеральный институт промышленной собственности
Представляя указанные ниже документы, прошу (просим) выдать патент Российской Федерации на имя		Код организации по ОКПО (если он установлен)
(71) Заявитель(и) <i>Липецкий государственный технический университет</i>		2069867
(указывается полное имя или наименование и местожительство или местонахождение. Данные о местожительстве авторов-заявителей приводятся в графе с кодом 97)		Код страны по стандарту ВОИС ST. 3 (если он установлен)
<input type="checkbox"/> Прошу (просим) установить приоритет изобретения по дате: <input type="checkbox"/> подачи первой(ых) заявки(ок) в стране-участнице Парижской конвенции(п.2 ст.19 Закона) <input type="checkbox"/> поступления наиболее ранней заявки в Патентное ведомство в соответствии с п.4 ст. 19 Закона <input type="checkbox"/> поступления первоначальной заявки в Патентное ведомство в соответствии с п.5 ст.19 Закона <input type="checkbox"/> поступления дополнительных материалов к более ранней заявке (п. 3 ст.. 19 Закона) (Заполняется только при испрашивании приоритета более раннего, чем дата поступления заявки в Патентное ведомство)		
<input type="checkbox"/> № первой, более ранней, первоначальной заявки	<input type="checkbox"/> Дата испрашиваемого приоритета	(33) Код страны подачи по ST. 3 (при испрашивании конвенционного приоритета)
1.		
2.		
3.		
(54) Название изобретения	Дифференциал	
(98) Адрес для переписки (полный почтовый адрес, имя или наименование адресата) <i>г. Липецк, ул. Московская, д. 30;</i> Телефон: _____ Телекс: _____ Факс: _____		
(74) патентный поверенный (полное имя, регистрационный номер, местонахождение)		
Телефон: _____	Телекс: _____	Факс: _____

Перечень прилагаемых документов:	Кол-во л. в 1 экз.	Кол-во экз.	Основание для возникновения права на подачу заявки и получения патента (без представления документа):
<input type="checkbox"/> описание изобретения .	3	3	<input type="checkbox"/> заявитель является работодателем и соблюдены условия п.2 ст.8 закона <input type="checkbox"/> переуступка права работодателем иному лицу <input type="checkbox"/> переуступка права автором иному лицу <input type="checkbox"/> право наследования
<input type="checkbox"/> формула изобретения (кол-во независимых пунктов _____)	1	3	
<input type="checkbox"/> чертеж(и) и иные материалы	1	3	
<input type="checkbox"/> . реферат	1	3	
<input type="checkbox"/> документ об уплате пошлины:	1	1	
<input type="checkbox"/> за подачу заявки			
<input type="checkbox"/> за проведение экспертизы			
<input type="checkbox"/> документ, подтверждающий наличие оснований для:			
<input type="checkbox"/> освобождения от уплаты пошлины			
<input type="checkbox"/> уменьшения размера пошлины			
<input type="checkbox"/> копия(и) первой(ых) заявки(ок) (при испрашивании конвенционного приоритета)			<input type="checkbox"/> переуступка права автором иному лицу
<input type="checkbox"/> перевод заявки на русский язык			
<input type="checkbox"/> доверенность, удостоверяющая полномочия патентного поверенного			
<input type="checkbox"/> другой документ (указать)			<input type="checkbox"/> право наследования
(72) Автор(ы) (указывается полное имя)	(97) Полный почтовый адрес местожительства, включая наименование страны и ее код по стандарту ВОИС ST.3, если он установлен		Подпись(и) автора(ов), переуступившего (их) право на получение патента; дата
Иванов Иван Васильевич	г. Липецк, ул. Советская, д. 5, кв. 34.		
Я (мы) _____ (полное имя)			
прошу (просим) не упоминать меня (нас) как автора(ов) при публикации сведений о заявке, о выдаче патента			
Подпись(и) автора(ов):			
Правопреемник автора, переуступивший право на получение патента (полное имя или наименование, местожительство или местонахождение, и подпись, дата):			
Подпись			
подпись(и) заявителя(ей) или патентного поверенного лица, на чье имя испрашивается патент; дата подписи(ей) (при подписании от имени юридического лица подпись руководителя удостоверяется печатью)			

Дифференциал

Изобретение относится к устройствам для регулирования крутящего момента между колесами или мостами и обеспечения вращения колес с различной угловой скоростью.

Известно устройство [Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет под общ. ред. И.П. Ксеневиича - М: Машиностроение, 1991, с. 393-394/], содержащее корпус, два центральных колеса, сателлиты и фрикцион между центральными колесами.

Недостатком такого устройства является низкая эффективность блокировки.

Известно устройство [пат. Россия № 1837130, МКИ 5P 16 H 1/44], содержащее корпус, два центральных колеса, сателлиты и размещенную между центральными колесами фрикционную муфту (прототип).

Недостатком известного устройства является малая интенсивность его работы и низкая стабильность коэффициента блокировки, так как коэффициент блокировки меняется в значительных пределах в зависимости от момента на дифференциале.

Изобретение направлено на повышение надежности работы дифференциала и увеличение стабильности коэффициента блокировки.

Указанный технический результат достигается тем, что известный дифференциал содержит корпус, два центральных колеса, сателлиты и размещенную между центральными колесами фрикционную муфту.

Достаточным существенным признаком заявляемого устройства является то, что дифференциал снабжен фрикционом, установленным на полуоси для взаимодействия с корпусом.

Проведенный патентный поиск показал отсутствие дифференциалов с предлагаемой совокупностью признаков.

На фигуре показан пример выполнения предлагаемого дифференциала.

Дифференциал состоит из корпуса 1, оси сателлитов 2, сателлитов 3, двух центральных колес 4, фрикционной муфты 5, расположенной между центральными колесами, и фрикционной муфты 6, установленной на полуоси для взаимодействия с корпусом.

Дифференциал работает следующим образом.

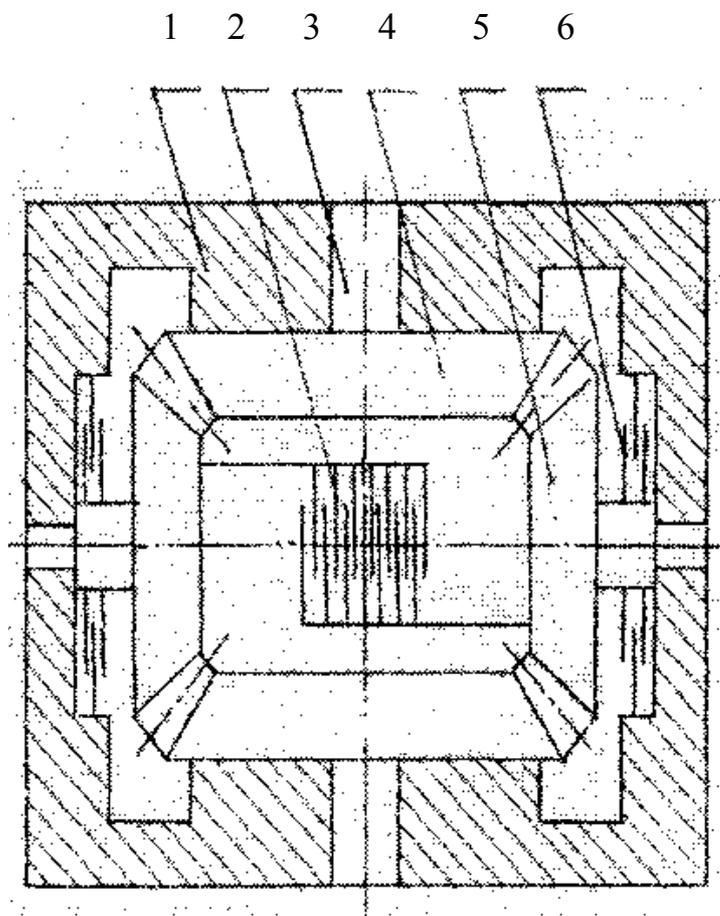
Механическая энергия от ведомого колеса, закрепленного на корпусе дифференциала, передается через корпус 1 на ось 2 и сателлиты 3, и далее на центральные шестерни 4, от которых по полуосям поступает к левому и правому колесам движителя. При буксовании одного из колес включаются фрикционные муфты 5 и 6, обеспечивающие дополнительные связи в дифференциале и устраняющие буксование.

3. Формула изобретения

Формула изобретения

Дифференциал, содержащий корпус, ось сателлитов, сателлиты, два центральных колеса и размещенную между центральными колесами фрикционную муфту, отличающийся тем, что он содержит фрикцион, установленный на полуоси для взаимодействия с корпусом.

4. Чертеж дифференциала



Фигура

5. Составление реферата

РЕФЕРАТ

Дифференциал

Изобретение предназначено для распределения крутящего момента между колесами или мостами с обеспечением отдельного качения ведущих колес.

Дифференциал содержит корпус, ось сателлитов, сателлиты, два центральных колеса и фрикционную муфту, расположенную между центральными колесами. На полуосях установлен фрикцион для взаимодействия с корпусом.

1 ил.

Варианты индивидуальных заданий

1. Кривошипно-шатунный механизм.
2. Механизм газораспределения.
3. Муфта сцепления.
4. Центробежная муфта сцепления.
5. Электромагнитная муфта сцепления.
6. Гидродинамическая муфта сцепления.
7. Привод управления муфтой сцепления.
8. Топливоподкачивающий насос.
9. Топливный насос высокого давления.
10. Масляный насос.
11. Форсунка.
12. Воздухоочиститель.
13. Реактивная центрифуга.
14. Топливный фильтр.
15. Водяной насос.
16. Термостат.
17. Крышка горловины радиатора.
18. Карданный шарнир.
19. Конечная передача.
20. Механизм поворота гусеничного трактора.
21. Подвеска задних колес автомобиля.
22. Амортизатор.
23. Гусеница.
24. Натяжной механизм гусеницы.
25. Балансирная каретка подвески гусеничного трактора.
26. Рулевой привод колесного трактора.
27. Ленточный тормоз.
28. Дисковый тормоз.
29. Колодочный тормоз.
30. Декомпрессионный механизм.
31. Турбокомпрессор.
32. Центробежный регулятор пускового двигателя.
33. Всережимный регулятор.
34. Карбюратор.
35. Свеча зажигания.
36. Рулевая колонка.
37. Колесо (в сборе).
38. Бензобак.
39. Фара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Половинкин, А.Н. Основы инженерного творчества [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов/ А.Н. Половинкин. - М.: Машиностроение, 1988.-368с.
2. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование. Системный подход [Текст]/ Я. Дитрих. -М: Мир, 1981.-456с.
3. Джонс, Дж.К. Методы проектирования [Текст]/Дж.К. Джонс.-М.: Мир, 1986.-226 с.
4. Артемьев, Е.И, Патентоведение [Текст]: Учебник для вузов/ Е.И. Артемьев, М.М. Богуславский, Р.П. Вчерашний. -М.: Машиностроение, 1984.- 426с.
5. Амиров, Ю.Д. Основы конструирования: Творчество-стандартизация-экономика [Текст]: Справочное пособие/ Ю.Д. Амиров. - М. Издательство стандартов, 1991.-392с.
6. Александров, А.В. Методы инженерного творчества [Текст]: Справочник/ А.В. Александров, Н.Н. Карпова. - М.: 1993.-388с.
7. Техническое творчество: Теория, методология, практика [Текст]: Энциклопедический словарь-справочник/под ред. А.Н. Половинкина. М.: 1995.-436с.
8. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 26, 5 октября 1998 [Текст]: Приказ Российского агентства по патентам и товарным знакам от 17 апреля 1998г. № 82.
9. Официальный бюллетень Комитета Российской Федерации по патентам и товарным знакам. № 32 т 1, 1993. [Текст] Патентный закон Российской Федерации от 23 сентября 1992 г., № 3518-1.

Методические указания к выполнению заданий
по дисциплине «Принципы инженерного творчества»
для студентов очной, очно-заочной и заочной
форм обучения по специальности 150100
«Автомобиле- и тракторостроение»

Составитель Ирина Станиславовна
Константинова

Редактор М.Ю. Копытина

Подписано в печать

Корректор Михалева И.Н.

. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная

Ризография. Объем 2,2 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №
Липецкий государственный технический университет.
398600 Липецк, ул. Московская, 30.

Типография ЛГТУ. 398600 Липецк, ул. Московская, 30.