

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.Ю. ВОЛКОВ

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроения»

Курган 2007

В 67

УДК 658.512.2 (07)

Рецензенты

профессор КГСХА им. Т.С. Мальцева, д-р техн. наук В.И. Чарыков; доцент УРГУПС, канд. техн. наук И.А. Вяткин.

Печатается по решению методического совета Курганского государственного университета.

В 67 Волков Г.Ю. Методология проектирования и основы инженерного творчества: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007. – 61 с.

В учебном пособии решаются задачи упорядочения представлений о процессе проектирования технических объектов, полученных студентами на младших курсах. При этом большее внимание оказано первым, концептуальным, творческим этапам проектирования. В максимально сжатом объеме даны сведения об оформлении изобретений, позволяющие студентам сделать первые практические шаги на этом поприще.

Пособие составлено с учетом опыта преподавания одноименного курса студентам специальностей «Автомобиле- и тракторостроение» и «Электроснабжение», однако может быть использовано для широкого круга других технических специальностей.

Табл. – 8, рис. – 10, библиограф. – 7 назв.

ISBN 978-5-86328-867-3

© Курганский
государственный
университет, 2007
© Волков Г. Ю., 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Общие понятия методологии проектирования	4
1.1 Что такое проектирование	4
1.2 Принципы проектирования	6
1.3 Декомпозиция процесса проектирования	6
1.4 Типовой алгоритм процесса проектирования	8
на каждом уровне декомпозиции объекта	
1.5 Прямая и обратная задачи проектирования	9
1.6 Что такое инженерное творчество	10
2 Методы решения концептуальных задач проектирования, основанные на интуиции	10
2.1 Метод мозгового штурма	10
2.2 Метод эвристических приемов	14
3 Методы проектирования, основанные на формализации	17
3.1 Принципы формализации объектов проектирования	17
3.2 Принципы формализации процесса проектирования	19
3.3 Функционально – конструктивный аспект структурирования и метод морфологической комбинаторики	22
3.4 Использование в качестве моделей структурного синтеза математически строгих элементов	25
3.5 Синтез физических принципов действия	27
4 Выявление и оформление изобретений	29
4.1 Формы защиты интеллектуальной собственности в области техники в Российской Федерации	29
4.2 Объекты изобретений и полезных моделей и их существенные признаки	30
4.3 Требования к изобретению и полезной модели	32
4.4 Описание изобретения или полезной модели	32
4.5 Формула изобретения	34
4.6 Состав заявки на изобретение или полезную модель	35
4.7 Типовой порядок действий при составлении заявки на изобретение	36
Список литературы	37
Приложения	38
Приложение А. Межотраслевой фонд эвристических приемов	38
Приложение Б. Примеры составления формул изобретений	48
Приложение В. Примеры описаний изобретения и полезной модели	52
Приложение Г. Контрольные вопросы	59

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие рассчитано на студентов старших курсов технического вуза, которые уже имеют некоторые знания в предметных областях и минимальный опыт решения проектных задач.

Потребность в изучении рассматриваемых в пособии вопросов обусловлена двумя обстоятельствами:

1. Термины: «проектирование», «конструирование», «синтез» и др. встречаются постоянно во многих учебных дисциплинах и смысл этих слов более или менее понятен каждому из контекста. Однако важность стоящих за этими словами понятий, а также значимость общих приемов и методов проектирования требуют более строго и системного их изучения.

2. Помимо приобретения фактического, предметного знания признаков технических объектов, будущий специалист должен научиться отличать новые признаки от общеизвестных, а рутинную часть инженерной работы - от ее творческой составляющей. Необходимо также дать студенту представления о принципах и формах защиты интеллектуальной собственности в области техники и научить оформлению изобретений.

В предлагаемом пособии использованы методологические подходы и терминология, применяемые в литературе по САПР [4], приняты во внимание ГОСТы на конструкторскую документацию и Закон Российской Федерации об изобретениях. При изложении разделов, посвященных инженерному творчеству, автор опирался, главным образом, на монографию А.И. Половинкина [5].

Предполагается, что чтение соответствующего лекционного курса будет сопровождаться выполнением каждым студентом (или небольшой творческой группой) практической работы, включающей решение конкретной творческой инженерной задачи и оформление проекта заявки на изобретение или полезную модель. Имеющий опыт преподавания данной дисциплины показывает, что часть студентов склонна разрабатывать до уровня изобретения свои, заранее выбранные темы. Некоторые развивают идеи, возникшие на занятиях при рассмотрении примеров применения различных методов генерации технических решений, в особенности, мозгового штурма. Наиболее глубокой проработки инженерной задачи удается достичь в той области, специалистом в которой является преподаватель, ведущий курс.

1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Что такое проектирование

Вся деятельность человека представляет собой совокупность познаватель-

ной и производственной форм деятельности.

Познавательная деятельность заключается в получении нового знания. Дифференциация, разделение видов познания зависит от того, к какому субъекту относится слово «новые». В одном случае субъектом познания является индивидум (ребенок, ученик, студент...), а познавательная деятельность представляет собой обучение как передачу информации из общественных массивов знаний данному субъекту. В другом случае субъектом познания является общество в целом или крупный научный коллектив, здесь речь идет о получении знаний, обладающих научной новизной, т.е. о научно-исследовательской работе в различных областях.

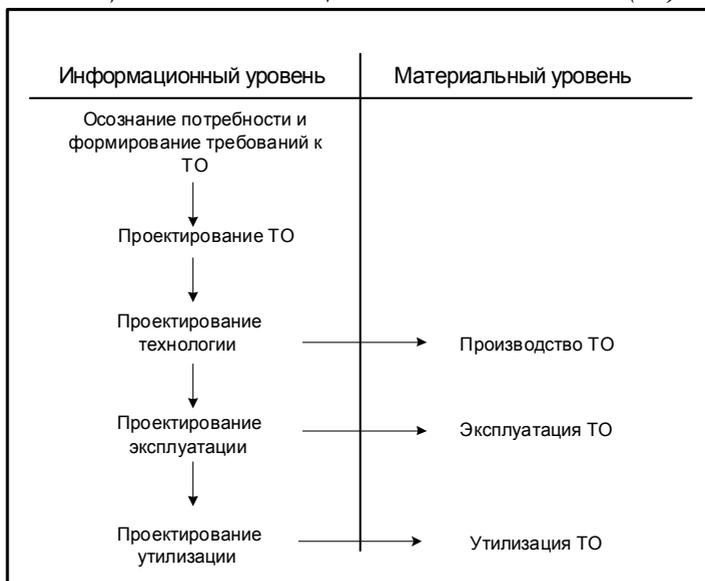
Производственная деятельность включает в себя: собственно производство, преимущественно материальное, и деятельность, направленную на информационную подготовку этого производства – проектирование.

Буквальный перевод слова «проект» с латинского – «брошенный вперед», замысел.

Проектирование – комплекс работ с целью получения описания нового или модернизируемого технического объекта (ТО), достаточных для реализации, в частности, изготовления объекта в заданных условиях.

Объекты проектирования подчинены производству и меняются на различных его стадиях (таблица 1.1).

Таблица 1.1 - *Жизненный цикл технического объекта (ТО)*



Проектирование различных объектов опирается на общие методологические принципы и терминологию.

1.2 Принципы проектирования

Все проблемы в обсуждаемой сфере связаны со сложностью самих проектируемых объектов и еще большей сложностью процессов их проектирования.

Успех выполнения проекта в большой степени зависит от того, насколько рационально удалось поделить работу по этапам между отдельными ее участниками, т.е. выполнить декомпозицию проектной задачи.

Принцип **декомпозиции** относится как к самому объекту, так и к процессу проектирования.

Декомпозиция объектов и задач проектирования осуществляется с учетом принципа **иерархии** систем, т.е. последовательной подчиненности «младших» частей системы «старшим» (подробнее см. в разделе 3).

На любом этапе проектирования действует принцип **итерационности** – последовательного приближения к лучшему проектному решению. Одним из универсальных приемов, подчиняющихся данному принципу, является метод проб и ошибок.

1.3 Декомпозиция процесса проектирования

На первом, наиболее абстрактном уровне декомпозиции процесс проектирования можно разделить на две части:

- концептирование;
- конструирование.

Концепция – основной замысел проекта, система определенных взглядов и замыслов.

Конструкция – это результат развития, конкретизации концепции: строение, устройство; преимущественно, форма и расположение частей объекта.

Общепринятым является деление процесса проектирования на стадии (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - Стадии проектирования

Наименование	Содержание
Техническое задание	Формирование требований к объекту
Техническое предложение	Концепция, принцип действия
Эскизный проект	Основные параметры
Технический проект	Все параметры и конструкторские решения
Рабочий проект	Полная документация

Исходной, нулевой стадией проектирования объекта следует считать возникновение задачи, иначе, **осознание потребности** в данном объекте и фор-

мирование требований к нему в самых общих чертах, что приводит к созданию документа «**Техническое задание**».

Далее следует разработка **технического предложения**, включающего выработку основного принципа действия будущего объекта. На этой стадии обязательно выполняется информационный поиск. Иногда проводятся специальные научные исследования. Желательна многовариантность направлений поиска. Техническое предложение описывает структуру объекта преимущественно на качественном уровне. Количественной оценке на данной стадии подлежат только его параметры, которые обеспечивают основную функцию проектируемого объекта.

Так, например, если идет речь о знакомом студентам по курсу «Детали машин» приводе конвейера, то уровень технического проекта соответствует кинематическая схема привода с ориентировочной разбивкой общего передаточного числа по ступеням.

Стадия технического предложения относится к концептуальному уровню проектирования. Техническое предложение становится основой технического задания на конструкторскую разработку данного объекта.

Далее следуют три конструкторских стадии разработки технического объекта: **эскизный проект, технический проект, рабочий проект**. В самых простых случаях количество этих стадий может сокращаться.

Эскизный проект – комплекс конструкторских документов, дающих представление об устройстве, принципе действия, основных параметрах, в т.ч. габаритных размерах объекта.

В рассматриваемом примере проектирования конвейера стадии эскизного проекта соответствуют 1-й и 2-й компоновкам редуктора с необходимыми расчетами зубчатых колес, валов, подшипников.

Технический проект. В отличие от эскизного, в нем все конструкторские решения должны быть закончены полностью. При этом конструкторская документация проекта должна давать не общее, а полное и окончательное представление об устройстве машины. В рассматриваемом примере проекта привода конвейера уровень технического проекта - это сборочные чертежи редуктора, тягового узла, общий вид привода и расчетно-пояснительная записка.

Рабочий проект предусматривает полную детализацию конструкции объекта путем разработки чертежей на каждую деталь, входящую в него и подлежащую изготовлению.

Различаются уровни рабочего проекта, предназначенного для изготовления опытного образца объекта, и рабочего проекта для серийного производства. Последний включает в себя результаты корректировки, выполненной на основании испытаний опытного образца.

1.4 Типовой алгоритм процесса проектирования на каждом уровне декомпозиции объекта

Процесс проектирования любого объекта и каждой его части в отдельности на первых стадиях происходит по одному и тому же итерационному алгоритму (рисунок 1.1).

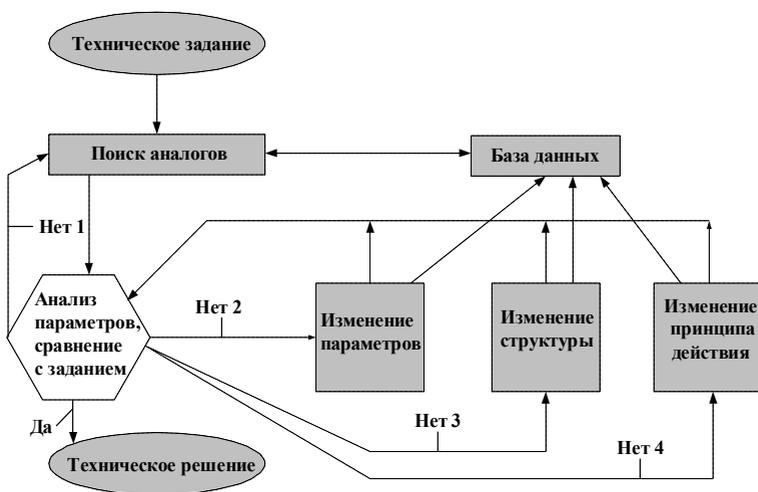


Рисунок 1.1 - Типовой алгоритм процесса проектирования

Получив техническое задание, разработчик приступает к поиску **аналогов**. При этом он многократно обращается к «**базе данных**». Под условным термином «База данных» понимаются все доступные разработчику источники информации. Это, прежде всего, личные знания данного человека, которые можно привлечь быстрее всего. Далее идет изучение технической и патентной литературы, знакомство с опытом коллег и конкурентов. Кстати заметим, что для проектанта этот процесс является обучением, но не как в учебном заведении - «впрок», а конкретно, применительно к поставленной задаче.

Каждое найденное подходящее по качественным признакам решение – аналог, поступает в блок **анализа параметров и оценки** варианта технического решения.

В случае положительного результата анализа – «Да» - техническое решение получено.

При отрицательном результате оценки варианта – «Нет 1» - возобновляется поиск аналогов. Снова идет обращение в «базу данных» и ищутся новые аналоги. Если подобрать полностью готовые решения не удастся, то процесс

идет по маршруту «Нет 2» и производится изменение параметров объекта без изменения его структуры. Если изменение параметров одного аналога не обеспечило требуемые параметры объекта, то целесообразно произвести варьирование параметров других аналогов. Если оптимизация параметров известных аналогов не приводит к получению необходимого результата, то включаются маршруты «Нет 3» и «Нет 4», которые предполагают изменение структуры (уровень изобретения) и даже физического принципа действия (крупное изобретение или открытие) проектируемого объекта (подробнее см. раздел 4).

При получении в ходе проектирования новых технических решений, в особенности существенно новых, отличающихся от уже известных не только параметрами, но и структурой («Нет 3» и «Нет 4»), они попадают в «базу данных», т.е. становятся достоянием мировой цивилизации.

1.5 Прямая и обратная задачи проектирования

Описанный в предыдущем разделе типовой алгоритм процесса проектирования относится к так называемой **прямой задаче** проектирования, решаемой по конкретно сформулированной цели. Однако по такому алгоритму решаются не все задачи.

На практике никогда не бывает так, чтобы один инженер, получив техническое задание на разработку конкретного узла конкретной машины, прошел все маршруты его проектирования, сделал научное открытие и внедрил его в машину, проект которой нужно сдать к намеченному сроку.

Более того, подобное нереально и для конструкторского бюро средних размеров. Максимум, что оно может сделать: «Нет 2» и иногда «Нет 3».

Проектирование на уровне «Нет 4» доступно только крупнейшим научно – промышленным комплексам, таким как, например, «КБ Сухого», освоившему производство истребителей с отклоняемым вектором тяги реактивного двигателя.

На практике чаще бывает так, что банк новых научно – технических решений пополняют не инженеры- проектировщики, а научные работники, ученые. Это люди, профессией которых является познание, получение новых знаний, но в достаточно конкретной области, относящейся к фундаментальным или прикладным наукам.

Конкретные темы научной работы зависят от заказов общества, но в большей степени подчинены своей, внутренней логике познания.

Обратная задача проектирования – это задача поиска применения уже имеющегося эффекта или устройства, обладающего определенными свойствами. Подобную задачу пытаются решить и часто решают ученые, которые и получили данный результат. В большинстве же случаев информация об их разработках попадает в «Базу данных» в достаточно абстрактной форме и извлекается из нее для дальнейшего использования другими людьми, которые действуют по алгоритму прямой задачи.

1.6 Что такое инженерное творчество

Новые знания получают научные работники, ученые. Непосредственно материальное производство осуществляют рабочие и машины. Функция инженера – проектирование.

Признаком уровня творчества в инженерных профессиях служит уровень новизны решений поставленных задач, применяемых методов и полученных результатов.

Противоположность работе творческой – работа рутинная или техническая, которая не связана с решением новых задач.

В процессе проектирования творчество возможно, главным образом, на первых, концептуальных этапах. Однако место творчеству есть не только в высших иерархических уровнях декомпозиции объекта (например машина в целом), но и при проектировании отдельных его элементов (механизм, деталь, технология...). Далее речь пойдет об общих приемах и методах решения концептуальных задач проектирования.

2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА ИНТУИЦИИ

2.1 Метод мозгового штурма

Мозговой штурм (или атака) относится к методам, активизирующим подсознание, интуицию человека [5].

...Говорят, что мозговой штурм придумали древние викинги. Когда во время плавания команда корабля попадала в трудную ситуацию, на палубе собирались все — начиная с капитана и заканчивая юнгой. Все они поочередно предлагали свой способ решения проблемы, причем начинал юнга, а заканчивал капитан. Именно такой порядок исключал влияние авторитета старших на высказывания младших. Принятие решений оставалось прерогативой вождя...

Во время второй Мировой войны английский офицер Алекс Осборн как-то раз собрал на палубе весь экипаж и предложил каждому высказаться по поводу жизненно важной проблемы: как можно защитить корабль от немецких торпед? В ряду прочих матросами была выдвинута свежая гипотеза: что, если выстроиться всем у борта и дружно подуть на торпеду — может быть, она свернет в сторону. Смешно? Глупо? Но Осборн запатентовал изобретение, состоящее в том, что на борт корабля монтируется небольшой дополнительный винт, который гонит вдоль борта струю воды. Тем самым снижается уязвимость судна — торпеда может изменить курс и скользнуть вдоль борта... Психолог А. Осборн считается отцом классического мозгового штурма. В 1953 году вышла книга А. Осборн

на «Управляемое воображение», в которой были раскрыты принципы и процедуры творческого мышления.

2.1.1 Принципы мозгового штурма

Мозговой штурм основан на двух психологических эффектах:

1. Эффект коллективного обсуждения. В группе легче решать какие-либо вопросы, предлагать новые варианты решения. Если взять группу в 5-8 человек и каждому предложить независимо и индивидуально высказать идеи и предложения по решению поставленной изобретательской или рационализаторской задачи, то за 15 – 30 минут в сумме можно получить 10 - 20 идей. Если предложить этой группе коллективно высказывать идеи по этой же задаче, то получится 50 - 150 идей.

2. Метод мозгового штурма представляет собой двухэтапную процедуру решения задачи: на первом этапе генерируются идеи, а на втором они анализируются, развиваются. Эти этапы реализуются разными группами участников и в разное время. Таким образом «автор» и «критик» искусственно разводятся. На первом этапе в условиях отсутствия критики легче происходит преодоление стереотипов мышления и психологических барьеров. В каждом творце сидит неутомимый внутренний критик — опыт, специальные знания, конформизм... Чем больше новая идея не совпадает с представлениями внутреннего критика — тем больше у нее шансов погибнуть в зародыше. Как правило, все шаблонные идеи лежат на поверхности сознания, они всегда под рукой, так как востребованы в повседневной жизни чаще всего. Известен опыт с «быстрыми аналогиями»: «Фрукт? — Яблоко! Поэт? — Пушкин!». Как правило, в самом начале процесса генерации участники штурма активно выдают именно шаблонные идеи. Одна из частных задач мозгового штурма — как можно быстрее снять «пласт стереотипов», дать людям возможность высказать их и забыть.

Второй этап мозгового штурма – анализ, критика и развитие идеи. Способность к творчеству у различных людей присутствует в различной степени - многим гораздо проще и естественнее заниматься разбором, развитием, экспертизой идей.

Интересно, что подход к решению проблем «в два приема» описан еще Тацитом, исследовавшим быт германцев [1]: «На пиршествах они толкуют и о примирении враждующих между собой, и о заключении браков, о выдвигании вождей, полагая, что ни в какое другое время душа не бывает столь расположена к откровенности и никогда так не воспламеняется для помыслов о великом. На следующий день возобновляется обсуждение тех же вопросов. И то, что это делается в два приема, покоится на разумном основании: вопросы обсуждаются, когда люди не способны к притворству, а решения принимаются, когда ничто не препятствует их здравомыслию». Этому свидетельству две тысячи лет!

На языке китайской философии мозговой штурм – это взаимодействие энергий Инь и Янь [1]:

1. ЯНЬ – активная, агрессивная сторона – атакует проблему множеством новых, порой диких идей (фаза дивергентного мышления).

2. ИНЬ – пассивная, принимающая сторона – анализирует и оценивает предложенные решения, приходя к наилучшему (фаза конвергентного мышления).

2.1.2 Методика проведения мозгового штурма

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ГРУППЫ. Наиболее эффективное число участников в творческой группе для проведения сеанса мозгового штурма составляет 5 – 12 человек. Творческая группа состоит из двух подгрупп: ядро (руководитель и специалисты в обсуждаемой области) и временные члены (люди со стороны, которые не имеют никакого отношения к решаемой задаче). В творческую группу нельзя включать прирожденных скептиков и критиканов.

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ. Этот этап необходим в том случае, если проблема, требующая решения, не обозначена с самого начала. Постановка задачи перед творческой группой – участниками мозгового штурма может иметь самую различную форму и содержание. Но в ней должны быть четко сформулированы два момента: что в итоге желательно получить и что мешает получению желаемого.

ПРАВИЛА ДЛЯ УЧАСТНИКОВ МОЗГОВОГО ШТУРМА: 1) стремитесь высказать максимум идей (короткими предложениями), отдавая предпочтение их количеству, а не качеству; 2) абсолютно запрещаются: критика, неодобрительные замечания, иронические реплики, консервативные мысли, ядовитые шутки по отношению к предложенным идеям; 3) принимайте (внешне и внутренне) **все** идеи (даже заведомо непрактичные и глупые); 4) продуктивному мышлению способствуют шутки, каламбуры, юмор и смех (создавайте и поддерживайте такую обстановку); 5) стремитесь развивать, комбинировать и улучшать высказанные ранее идеи, получать от них новые ассоциативные идеи; 6) обеспечивайте между участниками свободные, демократичные, дружественные и доверительные отношения.

ОБЯЗАННОСТИ ВЕДУЩЕГО (РУКОВОДИТЕЛЯ) В СЕАНСЕ МОЗГОВОГО ШТУРМА: 1) поддержание непринужденной обстановки; 2) четкое и эмоциональное изложение. Формулировка задачи как в специальном, так и общедоступном изложении; 3) умение обеспечить соблюдение участниками всех правил мозгового штурма, не пользуясь приказами или критическими замечаниями; 4) обеспечение непрерывности высказывания идей (паузы заполняются поощрительными репликами); 5) расширение сферы поиска (своими идеями или репликами); 6) слежение за временем проведения сеанса.

Ведущий должен ненавязчиво управлять процессом выдвижения идей. Для этого подходит, в частности, **метод контрольных вопросов и аналогий** [1]. Контрольные вопросы — это своего рода наводящие вопросы, которые позволяют ведущему дать новое направление мыслям участников, проскочить период «зацикливания» на круге схожих между собой идей. Вот некоторые из них:

* **попробовать «национальные» решения.** Как бы решил проблему английский лорд? Предложите изящное французское решение, расточительное американское. Что бы сказал по этому поводу горячий испанский мачо? Как бы решили вопрос трудолюбивые китайцы?..;

* **метод эмпатии.** Эмпатия — вживание, представление себя на месте другого. В нашем случае мы должны сказать себе: «Я и есть объект, о котором идет речь». Например, если мы придумываем новую упаковку для кефира, мы говорим: «Я и есть кефир. Я стою на полке в магазине. Я холодный, белый, вкусный. Как я выгляжу? Что мне сделать, чтобы эта симпатичная девушка обратила на меня внимание? Что будет, если я вдруг свалюсь с полки?» и т. д.;

* **прямая аналогия.** Рассматриваемый объект, часть нашей проблемы, сравнивается с аналогичным объектом в природе, технике и т. д. Например, для решения вопроса повышения прочности автопокрышек можно рассмотреть копыта лошади, подушечки на лапах кошки и т. п.;

* **символическая аналогия.** Суть проблемы или ее возможные решения предлагается сформулировать в виде метафор, например, для бутылки прохладительного напитка — «удобная прохлада», «прозрачный призрак», «пенный овал»...;

* **фантастическая аналогия.** Предложим участникам сформулировать главное неустранимое препятствие, которое мешает решению задачи, а затем — на время «отменим» его! Допустим на какое-то время существование в природе материала с немыслимыми свойствами, отсутствие силы трения, гравитации или наличие волшебных эльфов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОЗГОВОГО ШТУРМА. При возможности желательно собрать участников на совещание за 2-3 дня для изложения сути задачи, чтобы они могли подумать и настроиться. На сеансе:

- 1) представление участников друг другу и ознакомление их с правилами проведения сеанса (5-10 мин);
- 2) постановка задачи ведущим (с ответами на вопросы 10-15 мин);
- 3) собственно мозговой шторм (20-30 мин);
- 4) перерыв (10 мин);
- 5) составление отредактированного списка идей (30-45 мин).

Рекомендуется проводить мозговой шторм за круглым или П-образным столом, чтобы все друг друга видели. Благоприятно повлияют на эффективность проведения сеанса показ перед мозговым штормом короткометражного фильма, заставляющего забыть заботы дня, или наоборот, фильма, акту-

ализирующего постановку задачи, включение негромкой фоновой музыки во время сеанса, угощение чаем или кофе.

ЗАПИСЬ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОЗГОВОГО ШТУРМА.

Фиксация идей в процессе сеанса выполняется письменно (стенограмма) или в форме аудиозаписи. Кроме того, желательно, чтобы каждый участник сам записал свои идеи. В конце сеанса проводится быстрое коллективное редактирование списка идей с полукритическим отношением. Идеи, возникающие в процессе редактирования, также заносятся в список.

АНАЛИЗ ИДЕЙ. Основной задачей этого этапа является глубокая обработка, критика, шлифовка высказанных предложений. В группу людей, проводящих анализ, должны входить специалисты. Неплохо, если по своему психологическому типу они будут скептиками. Правила этого этапа следующие.

1. Самая лучшая идея — та, которую ты рассматриваешь сейчас. Анализируй ее так, как будто других идей нет вообще. Указанное правило подразумевает предельно внимательное отношение к каждой идее. Хотя критика уже не возбраняется, но она не должна быть огульной.

2. Необходимо найти рациональное зерно в каждой идее. Это означает, что нужно сосредоточиться на поиске конструктива в любой идее. Отбрасывать идеи без анализа нельзя.

Удивительная универсальность методов мозговой атаки позволяет с их помощью рассматривать почти любую проблему или любое затруднение в сфере человеческой деятельности. Это могут быть как научные или инженерные задачи, так и задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса, экономики, социологии, военных операций и т.д., если они достаточно просто и ясно сформулированы.

2.2 Метод эвристических приемов

Этот метод, подобно предыдущему, опирается на интуицию [5]. Один из основных принципов проектирования - его итерационность. Простейшим применением этого принципа является «метод проб и ошибок». Выдвигается гипотеза (вариант решения), затем она проверяется и, возможно, отвергается, выдвигается другая гипотеза... и т.д. Причем, характерно, что процесс выдвижения гипотезы происходит чисто интуитивно, без какой бы то ни было системы. Иногда гипотеза рождается под влиянием внешних обстоятельств.

Задача Микулина . В начале XX века, когда началось активное освоение самолетов с двигателями внутреннего сгорания, большинство катастроф было связано с отказом магнето, «исчезновением искры» зажигания. В связи с этим возникла задача повышения надежности работы магнето.

Задачу эту после долгих мучительных поисков методом «проб и ошибок» решил юный А. Микулин, будущий академик, известный конструктор авиационных двигателей. Он шел по улице и увидел огромного мужика с сильно подбитым, заплывшим и ничего не видящим левым глазом. В это время и пришла догадка! Микулин сразу бросился бежать в гостиницу к

знаменитому авиатору С. И. Уточкину, и между ними состоялся следующий разговор:

— У людей по два глаза, подбейте левый — правый будет видеть.

— Я никому не собираюсь подбивать глаза, — сказал Уточкин.

— На Вашей машине одно магнето — поставьте два!

— Прекрасная мысль! — сказал Уточкин. — За каждый благополучный показательный полет я буду платить тебе по 10 рублей.

Показательные полеты тогда были платные. И Уточкин сдержал свое слово, посылая после каждого полета переводы.

Изобретатель «электрической свечи» (прозванной парижскими газетами «русским светом») П. Яблочков долго не мог найти способа упростить ее с тем, чтобы удешевить производство. Дело заключалось в том, что угли располагались в свече наклонно друг к другу. Поэтому в процессе их сгорания вольтова дуга растягивалась и лампочка гасла. Для их сближения необходимо было вмонтировать сложное, стоящее немалых денег устройство.

...Как-то в ресторане П. Яблочков в ожидании гарсона машинально перекалывал с места на место нож и вилку. Но вот он положил их строго параллельно. Положил и не поверил — это же решение! Угли надо ставить не под углом, как обычно делали, собирая вольтову дугу, а параллельно. И чтобы они не расплавились, можно проложить между ними изолирующее вещество, способное выгорать при расходе электродов. В этом случае их не надо сближать по мере сгорания. Значит, отпадает и необходимость в дорогостоящем приспособлении.

Трудность решения была сосредоточена как раз в том, что задача осознала узко, в рамках лишь заданного условия. А оно диктовало наклонное положение углей. Почему именно наклонное, над этим как-то не задумывались. Привыкли. Возможно, это узаконил сам А. Вольта, который действительно располагал их под углом, а возможно, и кто-то другой, уже позднее. Стоило видоизменить условие и подойти к задаче с точки зрения более широкой, общей, как обнаружилась перспектива для неожиданных решений.

В 40-50-х годах XX века люди сообразили, что «подсказки», которые предоставляет жизнь, можно собрать вместе и систематизировать. Это и есть **эвристические приемы** (ЭП).

Метод эвристических приемов реализуется в 2-х формах:

1) индивидуальный фонд ЭП, который создается самим изобретателем, к которому он обращается интуитивно. При успешном решении творческой инженерной задачи начинающий изобретатель всегда получает два результата: во-первых, методический результат, т.е. изобретенный способ решения задачи; во-вторых, искомое техническое решение, полученное изобретателем. Когда изобретатель встречается с новой технической задачей, в первую

очередь он использует изобретенный им способ решения. В случае неудачи изобретатель придумывает другие способы, т.е. идет по пути проб и ошибок. Затем находит необходимый способ и использует его для решения поставленной задачи. Со временем у изобретателя скапливается банк способов, который он использует в процессе повседневной работы. После каждого удачного решения творческой инженерной задачи изобретатель обобщает свой опыт и добавляет в копилку своего индивидуального фонда ЭП еще несколько приемов;

2) если решение творческой инженерной задачи не найдено, то изобретатель может обратиться к межотраслевому фонду эвристических приемов, в котором обобщен опыт многих изобретателей. Межотраслевой фонд включает 12 групп ЭП (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Межотраслевой фонд эвристических приемов

№ группы	Наименование группы
1	Преобразование формы
2	Преобразование структуры
3	Преобразование во времени
4	Преобразование в пространстве
5	Преобразование движения и силы
6	Преобразование материала и вещества
7	Приемы дифференциации
8	Количественные изменения
9	Использование профилактических мер
10	Использование резервов
11	Преобразование по аналогии
12	Повышение технологичности

Межотраслевой фонд, содержащий 180 эвристических приемов, приведен в приложении А.

Метод использования межотраслевого фонда ЭП – последовательный просмотр приемов, входящих в предварительно выбранные группы, и попытки использования каждого пункта в качестве «подсказки» к решаемой задаче.

В качестве примера [5] рассмотрим, как решалась бы задача Микулина с помощью межотраслевого фонда ЭП. Подсказку дают сразу три ЭП: 8.2. Увеличить в объекте число одинаковых или подобных элементов; 9.15. Разделить объект на части так, чтобы при выходе из строя одного элемента объект в целом сохранял работоспособность; 11.2. Использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов (пчелиные соты, клетки, листья, кристаллы и т. п.).

Решение задачи Яблочкова могло бы быть приближено использованием следующих ЭП: 3.1. Изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве: горизонтальное положение на вертикальное или наклонное; положить на бок; 3.4. Размещение по одной линии заменить размещением по нескольким линиям или по плоскостям. Инверсия приема; 3.9. Приблизить рабочие органы объекта к месту выполнения ими своих функций без передвижения самого объекта.

Следует заметить, что у межотраслевого фонда ЭП есть одно сильное свойство, которое называется **эвристической избыточностью**. Во-первых, многие задачи могут быть решены независимо, разными ЭП. Во-вторых, одновременное использование нескольких ЭП облегчает нахождение улучшенного технического решения.

3 МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА ФОРМАЛИЗАЦИИ

3.1 Принципы формализации объектов проектирования

Формализация любого объекта основывается на представлении этого объекта в виде некоторой системы.

Система – это совокупность взаимосвязанных элементов.

Система характеризуется структурой и параметрами.

Структура – это строение, состав (перечень) элементов объекта с указанием связей.

Понятие «система» – это инструмент познания. Выделение элементов объекта, его структурирование (иначе декомпозиция) – субъективный процесс, характеризующийся **аспектом** и глубиной (уровнем).

Аспект – точка зрения. Зависит, прежде всего, от субъекта познания, человека, в частности, от его профессии.

Понятие «глубина структурирования» связано с представлениями о многоуровневой **иерархической** системе (рисунок 3.1)

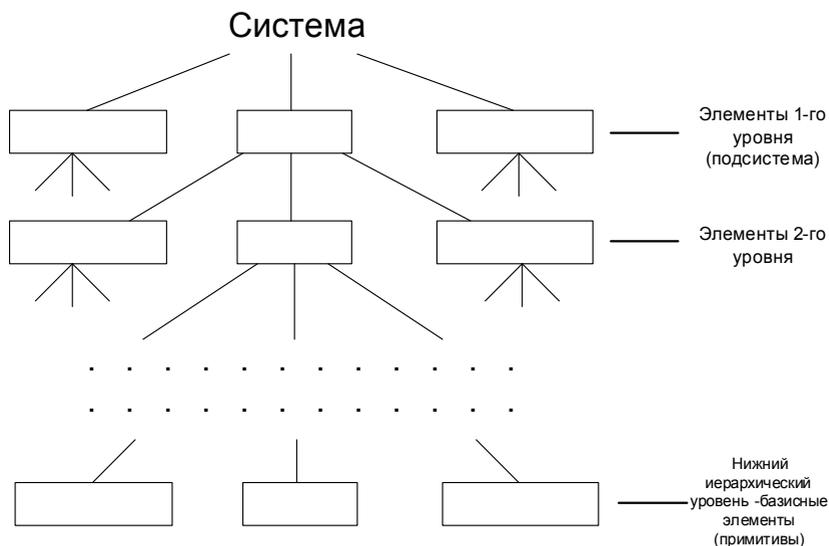


Рисунок 3.1 - Многоуровневая иерархическая система

Базисные элементы – это тот уровень, ниже которого невозможно или нецелесообразно дробить объект в рамках данного аспекта структурирования. Так, например, если речь идет об административной структуре, то базисный элемент не может быть «мельче», чем один человек.

Из каких частей состоит машина, в частности, автомобиль? Оказывается, ответ на этот вопрос зависит от того, с какой точки зрения (в каком аспекте) мы ее структурируем (таблица 3.1).

Структурирование (декомпозиция) объекта в **функциональном** аспекте предполагает выделение элементов по принципу: каждый элемент «что–то делает».

Например, в этом аспекте элементами 1-го уровня автомобиля являются: кузов, двигатель, трансмиссия, ходовая часть, система электрооборудования...

Элементы 2-го уровня, входящие в подсистему «трансмиссия»: сцепление, коробка передач, карданный привод, редуктор заднего моста.

3-й уровень - и т.д., пока не дойдем до базисных элементов функции, которых описывать не представляется разумным (например, до атомов).

При структурировании машины в **технологическом** аспекте на первый план выходит то, как будет изготавливаться данный элемент. Этому аспекту соответствуют понятия: агрегат, узел, деталь. Детали классифицируются по технологическим типам: вал, втулка, зубчатое колесо...

С точки зрения чистой механики машина состоит из механизмов; механизм - из звеньев; звенья могут быть представлены в форме тех или иных математических абстракций, например, в виде системы материальных точек.

Автомобиль можно структурировать также и в других аспектах: в электротехническом, экологическом и т.д.

Таблица 3.1 - Структура машины

Уровни структурирования	Аспекты структурирования		
	Функциональный	Технологический	Принципиально-механический
I	функциональные элементы 1 уровня ↓	агрегаты ↓	механизмы ↓
II	функциональные элементы 2 уровня ↓	узлы ↓	механизмы ↓
III ↓	подузлы ↓	звенья ↓
Базисные элементы		детали	материальные точки

3.2 Принципы формализации процесса проектирования

3.2.1 Процедуры проектирования

Проектные процедуры – это элементы процесса проектирования.

Выделяют следующие их виды:

1. **Анализ** - расчленение и исследование свойств.
2. **Синтез** – буквально – составление. В более узком смысле, используемом в сфере проектирования, синтез – это составление описания по заданным свойствам.
3. **Верификация** - сравнение с образцом, в частности с техническим заданием.

Подробнее рассмотрим синтез. Различают синтез параметрический и структурный.

Параметрический синтез заключается в определении параметров систе-

мы, обеспечивающих ее заданные свойства.

В свою очередь, различают прямой и итерационный параметрический синтез.

При прямом синтезе оптимальный результат получают сразу, в частности, по одной формуле (пример - ориентировочный расчет диаметра вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{\pi T}{16[\tau]}}$$

Итерационный синтез происходит по следующему алгоритму (рисунок 3.2):

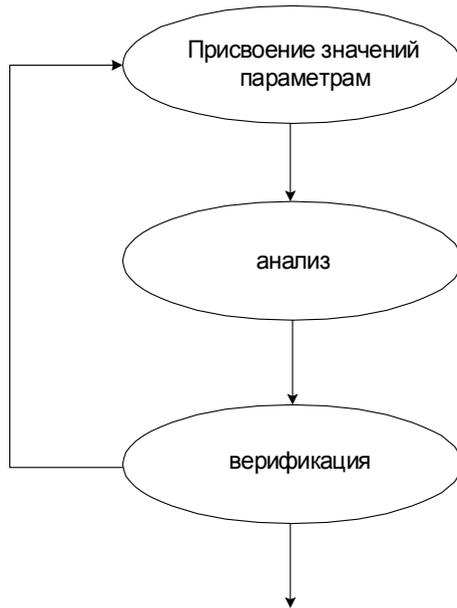


Рисунок 3.2 - Алгоритм итерационного синтеза

Итерационный синтез – это метод проб и ошибок. Однако существуют методики, которые для уменьшения числа итераций регламентируют предварительный выбор значений параметров и порядок их варьирования. Это различные алгоритмы параметрической оптимизации.

Структурный синтез, как процедура составления структуры, отвечающей заданным требованиям, предъявляемым к конечному объекту – это так называемый прямой структурный синтез. Он возможен только в очень редких, хорошо изученных случаях, когда структурные варианты выбираются по конкретной методике.

Обычный процесс структурного синтеза – процесс генерации структур с

последующим присвоением значений параметрам, анализом и верификацией.

Подготовка решения задачи структурного синтеза делится на две части:

- 1) выбор структурных элементов (зависит от аспекта структурирования);
- 2) выбор принципа (метода) генерации структур.

3.2.2 Подходы к алгоритмизации синтеза структур

Многообразие типов структурных элементов, которые могут быть использованы при синтезе, неограниченно. Принципиально различных методов генерации структур немного [4] - это: перебор законченных структур, наращивание структуры, трансформация описаний, выделение варианта из обобщенной структуры.

Перебор законченных структур

Этот метод предполагает генерацию, составление из элементов определенного вида по определенным правилам структур законченного объекта для

последующего их анализа. Полный перебор всех возможных вариантов реален только для систем с небольшим числом элементов.

Считается, что количество N вариантов возрастает пропорционально экспоненте количества m элементов:

$$N = K \exp(m),$$

где K -коэффициент пропорциональности, зависящий от конкретной задачи.

Наращивание структуры

Этот метод характеризуется последовательным добавлением элементов к некоторой первоначальной структуре с возможностью оценки промежуточных структур. При наращивании происходит целенаправленная генерация варианта, причем первый вариант, отвечающий заданным требованиям, чаще всего становится окончательным результатом синтеза.

Трансформация описаний

Применяется в случаях, когда известно исходное описание структуры, соответствующее некоторому иерархическому уровню и аспекту проектирования, и необходимо получить описание, соответствующее другому иерархическому уровню или аспекту.

Выделение варианта из обобщенной структуры

См. раздел 3.3.

3.2.3 Уровни сложности задач синтеза

По трудности формализации процедур синтеза выделяют пять уровней сложности [4].

1 уровень. Структура проектируемого объекта задана. Синтез сводится к выбору числовых значений параметров для заданной структуры. Задачи 1-го уровня - это задачи параметрического синтеза.

2 уровень. Выбор структуры из конечного множества вариантов при условиях: а) все варианты заранее известны либо их можно легко получить; б) мощность множества вариантов настолько мала, что возможен полный перебор при их сравнительной оценке.

3 уровень. Выбор структурного варианта из конечного множества, мощность которого превышает возможности их полного перебора. В подобных случаях применяют выборочный перебор до получения приемлемого результата.

4 уровень. Выбор варианта структуры из множества, мощность которого априори неизвестна и не исключена возможность, что она неограниченна.

5 уровень. Поиск решений, основанных на новых, ранее неизвестных идеях и принципах. Если в задачах предыдущих уровней существование решений не подвергалось сомнению и требовалось найти наилучшее или приемлемое решение, то в задачах пятого уровня достижение решения равноценно получению принципиально нового типа технических объектов.

3.3 Функционально – конструктивный аспект структурирования и метод морфологической комбинаторики

Наиболее распространен подход к проектированию технического объекта, в котором элементы рассматриваются как конструктивно-функциональные модули. При этом более перспективным является подчеркивание функциональных свойств. В практике структурирования присутствует большая доля искусства – «Как корабль назовешь, так он и поплывет».

Рассмотрим пример – таблица 3.2.

Таблица 3.2 - Аспекты структурирования мясорубки

	Конструктивный	Функционально-конструктивный	Функциональный
1	рукоятка	рукоятка для	устройство ручного привода
2	шнек	шнек для	система подачи массы
3	корпус	корпус для	основание и бункер
4	ножи	ножи для	устройство для измельчения

Последний (функциональный) вариант интерпретации строения (морфологии) объекта примем в качестве основы для построения его обобщенной структуры.

Обобщенная структура имеет иерархическую организацию. Она включает в себя элементы многих частных структур, как существующих, так и еще не реализованных.

Удачной формой представления обобщенной структуры является И – ИЛИ дерево (рисунок 3.3).

Уровни «И» отображают составные части объектов, выделенные по функциональному признаку.

Уровни «ИЛИ» – варианты технической реализации составных частей объектов.

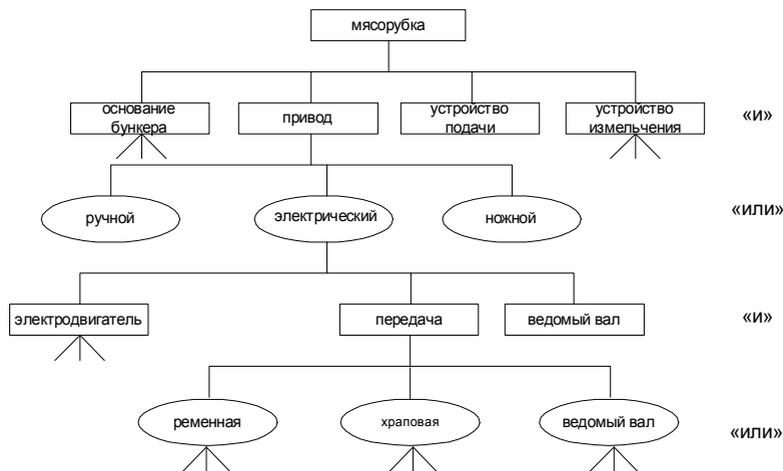


Рисунок 3.3 - И-ИЛИ дерево

На рисунке 3 ввиду ограниченности пространства показана лишь часть обобщенной структуры мясорубки. Очевидно, что наличие ‘ИЛИ’ – уровень позволяет максимально обобщить имеющиеся прототипы, а также задействовать дальнейшие аналоги и даже фантазию.

Комбинируя между собой варианты реализации элементов проектируемого объекта, можно получить множество вариантов технических решений, в том числе представляющих практический интерес.

Если рассматриваемая обобщенная структура является достаточно простой, то для получения всех возможных комбинаций ее признаков не нужно привлекать какие-либо формализованные методы и вычислительную технику. Это пример задачи синтеза 2-го уровня.

При увеличении сложности обобщенной структуры задача синтеза выходит на 3-й или даже 4-й уровень. Для обобщения структур, характеризующихся большим числом альтернативных признаков элементов, удобно использовать так называемые «морфологические таблицы».

**Таблица 3.3 - Морфологическая таблица на изделие
«Нож для резания пищевых продуктов» [5]**

Номер строки	Признаки	Альтернативные варианты (номер столбца)				
		1	2	3	4	5
1	Материал лезвия	Металл	Камень	Кость	Пластмасса	Луч электронов
2	Материал рукоятки	Дерево	Кость	Пластмасса	Металл	Металл и кожа
3	Форма лезвия	Удлиненный прямоугольник	Кривая вытянутая	Треугольник	Круглая	-
4	Безопасность хранения	Открытое лезвие	Лезвие в чехле	Лезвие в рукоятке	-	-
5	Выполняемые дополнительные функции	Распиливает твердые тела	Открывает металлические пробки бутылок	Выворачивает шурупы	Отворачивает гайки М12	Открывает замок

Суть его состоит в том, что в интересующем изделии или объекте выделяют группу основных конструктивных или других признаков. Для каждого признака выбирают альтернативные варианты, т.е. возможные варианты его исполнения или реализации. Комбинируя их между собой, можно получить множество различных решений, в том числе представляющих практический интерес.

Например, для изделия «нож» в таблице 3.3 приведен перечень признаков и альтернативных вариантов. Если из каждой строки этой таблицы взять по одному варианту, то получим некоторую конструкцию ножа. Так, для сочетания вариантов (1.1; 1.2; 3.3; 4.2; 5.1), где в каждой паре первая цифра обозначает номер строки, а вторая – номер столбца, получим конструкцию ножа: «лезвие из металла, рукоятка - пластмассовая, форма лезвия треугольная, лезвие в чехле, дополнительная функция ножа – распиливание твердых тел».

Число возможных конструкций ножа в таблице 3.3 нетрудно подсчитать. Оно будет равно произведению чисел вариантов в каждой строке, т.е. $5 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 5 = 1500$.

Из рассмотренного примера видно, что суть метода заключается в построении морфологической таблицы, заполнении ее возможными альтернативными вариантами и в выборе из всего множества получаемых комбинаций наиболее подходящих и наилучших решений.

В рассмотренном выше случае морфологическая таблица составлена

для одного иерархического уровня структурирования проектируемого объекта. На практике решаются и гораздо более сложные комбинаторные задачи, когда учитывается альтернатива на каждом уровне декомпозиции объекта [5].

3.4 Использование в качестве моделей структурного синтеза математически строгих элементов

Для примера рассмотрим методы генерации структур (структурного синтеза) кинематических схем простейших плоских рычажных механизмов.

3.4.1 Метод перебора законченных структур

В качестве структурного модуля примем «материальную точку» [3], которую, впрочем, в геометрических и кинематических задачах корректнее называть «индицирующей». Зададимся числом таких точек $m=3$.

В рычажных механизмах могут присутствовать только так называемые «жесткие» связи вида: $l_{ij} = \text{const}$ и $\varphi_{kl}^{ij} = \text{const}$, где l_{ij} - расстояние между двумя точками i и j ; φ_{kl}^{ij} - угол между двумя прямыми ij и kl (см. рисунок 3.4).

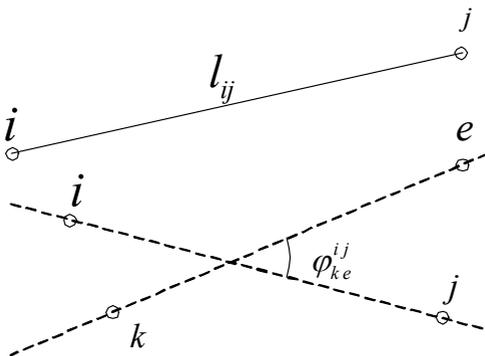


Рисунок 3.4 - l, φ - координаты

Зададимся подвижностью синтезируемой кинематической цепи $W=1$. Учитывая, что для плоских систем материальных точек $W=2m-3-S$, где S - число связей, получаем $S=2m-3-W=2*3-3-1=2$. Таким образом, синтезируемая система точек должна иметь две жесткие связи $S=2$.

Рассматриваемую (достаточно простую) задачу синтеза можно решить методом **полного перебора законченных структур**. Он предусматривает получение всех возможных (не противоречащих принятым ограничениям) комбинаций наложения S связей на m элементов.

В нашей задаче получается только 4 неповторяющихся варианта «точечной» структуры кинематической цепи (рисунок 3.5):

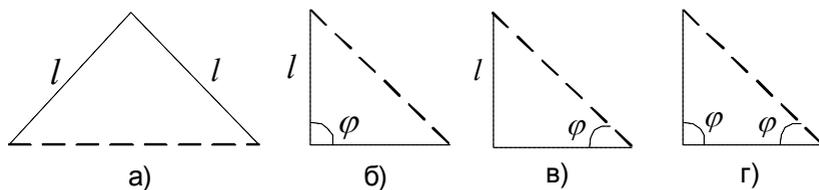


Рисунок 3.5 - Точечные структуры кинематических цепей

3.4.2 Трансформация структуры

Далее нужно произвести трансформацию «точечных» структур на другой, менее абстрактный уровень кинематических схем.

В данном случае речь идет лишь об иной форме изображения кинематических цепей, показанных на рисунке 3.5. – см. рисунок 3.6.

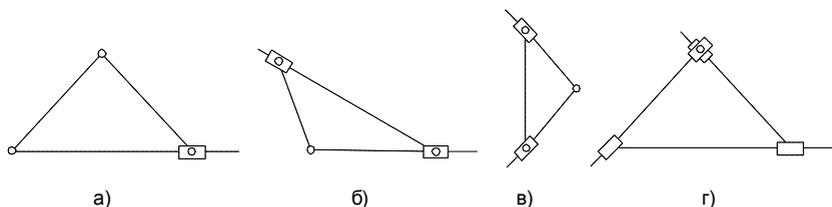


Рисунок 3.6 - Кинематические схемы кинематических цепей

Следующим шагом в направлении конкретизации будущего проектного решения станет переход с иерархического уровня «кинематической цепи» на уровень «механизма», на кинематической схеме которого указываются ведущее звено и стойка. Это снова задача комбинаторики.

Рассмотрим механизмы, порождаемые кинематической цепью, изображенной на рисунке 3.6.а, при различных остановленных звеньях. Их всего три (рисунок 3.7)

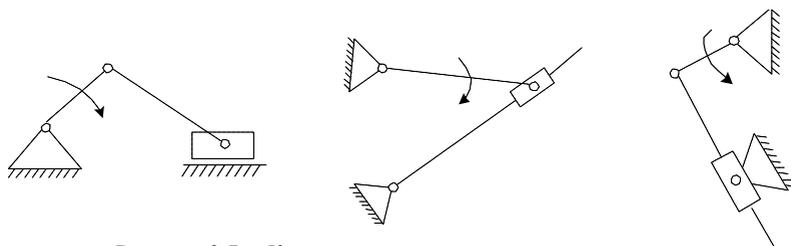


Рисунок 3.7 - Кинематические схемы механизмов

Вся задача синтеза структурных схем рычажных механизмов на базе трех индицирующих точек относится ко второму уровню сложности.

3.4.3 Метод наращивания структуры

В ТММ в качестве структурного модуля кинематических схем рычажных механизмов используются группы Ассура – кинематические цепи, не меняющие подвижность того механизма, к которому они добавляются. Если структурная схема с одним подвижным звеном не позволяет получить требуемый закон движения, то к ней добавляется группа Ассура. Далее выполняется параметрический синтез. В случае получения приемлемого результата проектирование кинематической схемы заканчивается. Если нет, то добавляется следующая группа Ассура и снова выполняется параметрический синтез уже более сложного механизма (см. рисунок 3.8).

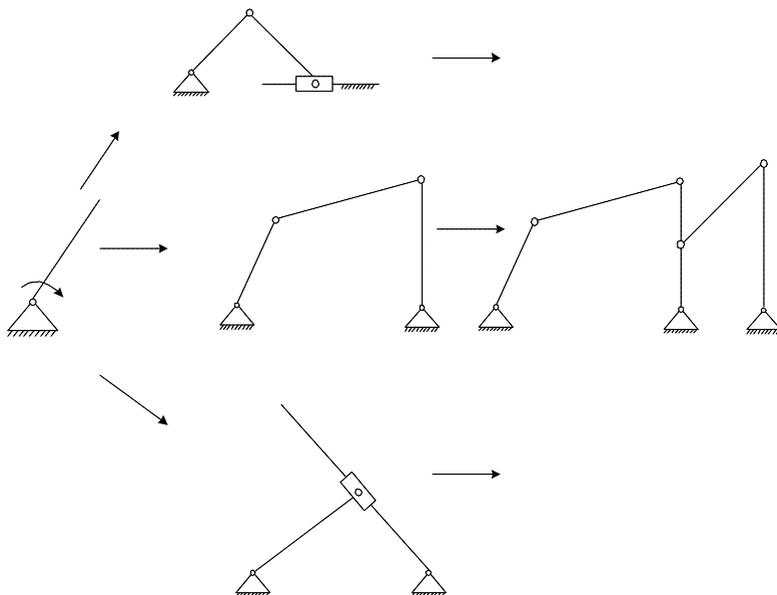


Рисунок 3.8 - «Наращивание структуры» механизма путем присоединения новых групп Ассура

«Наращивание структуры» может сочетаться с комбинаторикой, обусловленной, в частности, возможностью добавления групп Ассура разных классов и видов.

В целом задачи синтеза механизма с определенными кинематическими свойствами имеют уровни сложности от второго до четвертого.

3.5 Синтез физических принципов действия

Применение формализованных методов структурного синтеза возможно и на самых верхних, наиболее абстрактных иерархически уровнях проектирования.

Для большинства технических объектов верхним уровнем является **физический принцип действия** (ФПД) [5]. Оказывается, что ФПД можно представить в виде системы, элементами которой будут **физико-технические эффекты** (ФТЭ). ФТЭ – это физические законы, закономерности и явления, представленные в четкой унифицированной форме: «физическая величина на **входе**» – «**объект**» – «физическая величина на **выходе**» (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Фрагмент фонда физико-технических эффектов ФТЭ

№	Наименование	Вход	Объект	Выход	Краткая сущность ФТЭ
1	Закон Ома	Напряжение электрической цепи	Проводники	Величина тока	$I=U/R$
2	Закон Джоуля-Ленца	Сила тока	Проводники	Количество теплоты	$Q=i^2Rt$
3	Эффект Зеебека	Градиент температуры	Контакт разнородных проводников	ЭДС	$E=k\Delta t$
...

Простейший принцип действия технического объекта может состоять из одного ФТЭ. В более сложных случаях выход одного ФТЭ соединяется с одноименным входом другого ФТЭ... и получается новый принцип действия.

Таблица 3.5. иллюстрирует получение структуры двух принципов действия датчика для измерения давления ударной волны. Разумеется, пока речь идет не о готовом техническом решении, а об очень «сырой» гипотезе, которая нуждается в осмыслении и количественной проверке.

Инженер обычно имеет представление о 200 ФТЭ, а свободно использует не более 100. В научной литературе описано около 3000 ФТЭ, которые составляют единый фонд ФТЭ.

С синтезом структур физических принципов действия и оценкой количественной совместимости ФТЭ успешно справляется компьютер.

Таблица 3.5 - Датчик давления ударной волны

	Наименование	Вход	Объект	Выход
Вариант 1				
1	Тепловые действия ударной волны	Давление	Твердое тело	Температура
2	Термопара	Температура	Контакт проводников	ЭДС
3	Эффект Ганна	ЭДС	Полупроводник	Переменный электрический ток
Вариант 2				
1	Силовое действие	Давление	Твердое тело	Сила
2	Закон Гука	Сила	Упругое тело	Деформация
3	Тензорезисторный эффект	Деформация	Металлы	Сопrotивление
4	Закон Ома	Электрическое сопротивление	Проводник	Электрический ток

4 ВЫЯВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

4.1 Формы защиты интеллектуальной собственности в области техники в Российской Федерации

Техника – это совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания производственных процессов общества.

Изобретение – это новое, обладающее существенными отличиями (иначе, изобретательским уровнем), промышленно применимое техническое решение, дающее положительный эффект.

Вопрос о регистрации изобретений, а также полезных моделей, промышленных образцов и товарных знаков рассматривает государственное учреждение Роспатент.

Документ, подтверждающий авторские права на изобретение, называется «**патент**».

В Российской Федерации ежегодно выдаются десятки тысяч патентов.

Полезная модель – это новое, промышленно применимое техническое решение, относящееся только к конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления. На выдачу соответствующего охранного документа – «**патента**» установлен упрощенный порядок выдачи. В частности, не проводится экспертиза «по существу», а только предварительная экспертиза по форме поданной заявки.

Промышленный образец – это новое, промышленно применимое художественно – конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид, иначе – дизайнерское решение. Охранной документ – патент.

Товарный знак – это зарегистрированное в установленном порядке словесное, изобразительное или другое обозначение, служащее для отличия товаров данного предприятия от других.

Законом РФ об авторском праве защищены также результаты творческих работ нетехнического содержания: **программы для ЭВМ, проекты зданий и сооружений**. Охранной документ называется «**свидетельство**».

Современным российским законодательством **не защищаются** как интеллектуальная собственность:

рационализаторское предложение - техническое решение, являющееся новым, полезным для той организации, которой оно подано;

открытие – установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания.

4.2 Объекты изобретений и полезных моделей и их существенные признаки

Объектами изобретений являются: **продукт** (устройство, вещество, штамм микроорганизмов, культуры клеток растений и животных), **способ**, а также применение известных ранее продуктов и способов по **новому назначению**.

Объект полезной модели – только устройство.

4.2.1 Устройство

Устройство – конструктивный элемент или комплекс таких элементов, находящихся между собой в функциональных и иных связях. Это машины, аппараты, установки, приборы, инструменты, агрегаты, приспособления и их детали. Устройство характеризуется пространственными измерениями, конструктивными признаками.

Наиболее существенными признаками устройства считаются структурные признаки:

- 1) совокупность конструктивных элементов, деталей, блоков, находящихся

во взаимосвязи;

2) взаимосвязь элементов устройства, т.е. наличие связей между деталями и блоками и их форма. Эта связь может быть конструктивной, функциональной или конструктивно – функциональной;

3) среда, выполняющая функцию элемента.

Далее следуют параметрические признаки:

4) форма выполнения элементов;

5) количественные соотношения между отдельными параметрами устройства, выраженные, например, в виде математических формул;

6) материал, из которого выполнено устройство или его детали.

4.2.2 Способ

Способ – это процесс осуществления действий над материальными объектами с помощью материальных средств (процесс обработки сырья, материала, изготовления химических и других веществ, лечения болезней и т.д.). Способ состоит в установлении нового порядка, очередности операций, необходимых для достижения искомого результата.

Существенными признаками способа могут быть:

1) наличие или совокупность действий (операций);

2) условия, при которых совершаются действия, режим;

3) порядок выполнения действий во времени;

4) использование определенных устройств, без которых нельзя осуществить способ с достижением цели;

5) применение определенных веществ (исходного сырья, катализаторов и т.д.).

4.2.3 Вещество

Вещество – искусственно созданное материальное образование, являющееся совокупностью взаимосвязанных элементов, ингредиентов.

Вещество характеризуется указанием на способ его получения и всеми входящими в его состав ингредиентами, как новыми, так и ранее известными, и их количественным составом.

4.2.4 Новое применение

Применение известных ранее устройств, способов и веществ по новому назначению состоит в том, что известное техническое средство предлагается использовать для решения задачи, которая не имела в виду ни автором, ни другими специалистами. Например, изобретением на применение является предложение использовать синтетическое красящее вещество в качестве сильнейшего яда для вредных бактерий.

4.3 Требования к изобретению и полезной модели

Из приведенного выше определения понятия изобретения следует, что оно должно обладать: 1) новизной; 2) существенными отличиями или, иначе, изобретательским уровнем; 3) давать положительный эффект (технический результат). 4) быть промышленно применимым.

4.3.1 Новизна

Техническое решение (ТР) считается новым, если до момента подачи заявки оно не было известно из уровня техники, т.е. не опубликовано в РФ и за ее границами. Порочат новизну раскрытие сущности ТР в печати, электронными СМИ, сведения об открытом применении аналогичных решений... Всякого рода закрытая, секретная, служебная информация новизны не порочит. Экспертиза на новизну проводится для изобретений. В случае полезной модели ответственность за новизну лежит на заявителе.

4.3.2 Изобретательский уровень (существенность отличий, неочевидность)

Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники. В частности, подобная совокупность признаков не применялась при решении близких задач. Это требование, с помощью которого охраноспособное изобретение отграничивается от обычных инженерных разработок. Следует констатировать, что данное требование неизбежно несет элемент субъективности. Изобретатель и эксперт «чувствуют» неочевидность на интуитивном уровне.

Заявка на полезную модель по критерию изобретательского уровня экспертизой не оценивается и, соответственно, не отклоняется.

4.3.3 Другие требования

Положительный эффект – технический результат. Предлагаемое техническое решение должно что-то улучшать, устранять какие-то недостатки. Именно с такой установкой подается заявка на изобретение и полезную модель. Изобретение не может быть направлено на достижение негуманных и вообще не этических целей.

Работоспособность – предложения, содержащие принципиальные ошибки, не могут быть признаны изобретениями.

Промышленная применимость. Изобретение не должно быть заведомо неосуществимым.

4.4 Описание изобретения или полезной модели

Вся техническая информация об изобретении (как и полезной модели) излагается в его описании. Описание составляется автором по утвержденным Роспатентом правилам. Публикуемый вариант описания часто значи-

тельно короче первоначального. Редактирует и сокращает описание эксперт Роспатента.

4.4.1 Название

Название должно быть кратким и точным. Оно не должно содержать элементов новизны. Название указывает на назначение объекта и ставится в единственном числе. Часто название изобретения совпадает с названием соответствующей рубрики в международной патентной классификации (МПК) («Планетарная передача», «Роликовый подшипник качения», «Способ коммутации электрических цепей»...). Одновременно с названием выбирается класс МПК.

4.4.2 Область техники

Указывается область техники, к которой относится изобретение, и более узкая область применения. Например: «Изобретение (или полезная модель) относится к области машиностроения (или к области управления электрическими цепями; или к механическим передачам зацеплением...) и может быть использовано в приводах транспортных машин (или в электрических аппаратах с жидкометаллическим контактом...)»

4.4.3 Уровень техники (основные признаки и критика аналогов)

Аналоги – это технические решения, имеющие с предлагаемым общие признаки. Первая фраза часто начинается со слова «Известно...». Далее приводятся существенные признаки аналога, обычно в выражениях, взятых из формулы соответствующего изобретения или описания. Затем идет анализ его недостатков: «Недостатками данного устройства (способа, технического решения) являются:...». Указываются только те недостатки, которые мы собираемся исправить. Если аналогов несколько, то они характеризуются последовательно каждый или по представительным группам.

4.4.4 Характеристика прототипа

Прототип – это наиболее близкий аналог, на усовершенствование которого направлено новое изобретение. Для прототипа, как и для аналогов, указываются существенные признаки и недостатки.

4.4.5 Сущность изобретения

Этот раздел может начинаться со слов: «Для устранения указанных недостатков (прототипа)...», или «Сущность изобретения состоит в том, что...».

В данном разделе приводится совокупность признаков, обеспечивающих решение поставленной задачи и объясняется, за счет чего достигается положительный эффект. По форме изложения это может выглядеть, например, так: «В устройстве (название изобретения), содержащем... (признаки, общие с прототипом) такой-то элемент выполнен в виде..., а устройство дополни-

тельно снабжено...». Обязательным является указание всех признаков, содержащихся в первом пункте формулы изобретения, причем в тех же выражениях (желательно текстуальное совпадение). Затем о достижении эффекта: «Такая форма элемента обеспечивает...».

Далее последовательно приводятся признаки дополнительных пунктов формулы (если они имеются) с краткими пояснениями их значимости.

4.4.6 Краткое описание чертежей

Приводится перечень всех фигур графических изображений (если они имеются) с указанием того, что на них изображено.

4.4.7 Описание примеров реализации изобретения

Описание **устройства** должно быть изложено так, чтобы конструктивное выполнение указанных признаков не нуждалось в догадках и предположениях. Детали и связи между ними должны быть показаны на чертежах или схемах. Устройство должно быть сначала описано в статическом состоянии: «Планетарная передача, изображенная на фигуре 1, содержит...». После отдельно описывается его работа: «Устройство работает следующим образом...».

Описание примера осуществления **способа** включает: перечисление приемов, операций, которые нужно выполнить; последовательность таких приемов; условия осуществления способа; реальные параметры его режимов; применяемые приспособления и материалы (если это важно).

4.4.8 Положительный эффект от применения изобретения (или полезной модели)

Указывается технический, экономический и т.д. эффект не только по сравнению с прототипом, но и по сравнению с аналогами, вообще с уровнем техники.

4.5 Формула изобретения

Формула изобретения (или полезной модели) предназначается для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом. Она в сжатой форме выражает техническую сущность изобретения и очерчивает его границы, выделяет круг объектов, на которые распространяются права заявителя в связи с выдачей патента.

4.5.1 Требования к формуле

В формулу должны быть включены **все** признаки, необходимые и достаточные для достижения технического результата.

Исключение какого – либо элемента (признака) из характеристики прототипа не может являться изобретением.

Использование в формуле выражений типа «длинный», «короткий», «до-

статочно прочный», допускающих произвольное толкование сущности изобретения, запрещено.

Следует избегать также слишком конкретных выражений, сужающих область применения патента: «привинчен, припаян...» - следует сказать: «прикреплен, присоединен...». Не нужно указывать слишком точное значение параметра - предпочтительнее задать диапазон.

В формуле устройства для характеристики связей между элементами и других пояснений используют преимущественно краткие страдательные причастия совершенного вида: «выполнен, прикреплен, связан...».

В формуле способа используют множественные формы глаголов: «обрабатывают, используют, осуществляют...».

4.5.2 Структура формулы

Формула может состоять из одного или нескольких пунктов (см. приложения). Первый пункт (или единственный) является определяющим в правовом отношении. Дополнительные пункты характеризуют различные частные модификации объекта (обычно оптимальные, по мнению автора) и содержат в себе признаки, которые конкретизируют или дополняют существенные признаки по первому пункту формулы.

Заявитель, заинтересованный в защите своих интересов, стремится максимально расширить число дополнительных пунктов, чтобы конкуренты не запатентовали дополнения к его изобретению в форме самостоятельных изобретений.

Роспатент принимает заявки с числом дополнительных пунктов формулы до 24 без дополнительной оплаты.

Первый пункт формулы начинается с названия изобретения, которое является родовым понятием по отношению к объекту изобретения и прототипу. Затем идут признаки, общие для объекта изобретения и прототипа. Далее следует слово: **отличающийся** (в соответствующем роде), после чего указываются новые признаки объекта. Первая часть пункта (формулы) называется ограничительной, вторая – отличительной.

Каждый пункт формулы составляется как единое предложение (нет точек).

Дополнительные пункты формулы начинаются так: название изобретения (иногда сокращенно), по п.1 (или п.2...), отличающийся тем, что...

4.6 Состав заявки на изобретение или полезную модель

Заявка должна содержать:

- 1 Заявление о выдаче патента.
- 2 Описание изобретения или полезной модели.
- 3 Формулу изобретения или полезной модели.
- 4 Чертежи или иные материалы, если они необходимы.
- 5 Реферат.

Все документы предоставляются в 3-х экземплярах.

К заявке прилагается документ, подтверждающий уплату патентной пошлины в установленном размере.

4.7 Типовой порядок действий при составлении заявки на изобретение

Момент составления заявки наступает, когда в процессе проектирования некоторого технического объекта получено техническое решение, обладающее, по мнению автора, существенной новизной. Для составления заявки нужно:

1 Выделить существенные признаки предполагаемого изобретения. Если автор обладает достаточным опытом, попытаться составить первый вариант формулы изобретения, опираясь на аналоги, удерживаемые памятью.

2 Выполнить поиск аналогов по всем доступным источникам информации.

3 Построить **«стратегию»** заявки на изобретение: название - аналоги и их недостатки - прототип и его недостатки - формула изобретения.

4 Написать текст заявки с примерами и графическими материалами.

5 Уточнить текст формулы.

6 Написать реферат изобретения.

Совершенно аналогично составляется заявка на полезную модель.

Более подробные сведения об оформлении и правовой защите изобретений можно найти в специальной литературе, например [2, 6, 7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейников В. Мозговой штурм-история, мифы, правила // Форум IT – Бизнес - 2003.- №12. - С. 15 – 39.
2. Архипов А. С., Дунченко Н. И., Лапшин И. Л. Основы патентно-правовой защиты интеллектуальной собственности.- Курган: Зауралье, 2004. – 294с.
3. Волков Г.Ю. Структура и метрика механизмов: Учебное пособие.- Курган: Изд-во КГУ 1998. - 35с.
4. Норенков И. П., Маничев В. Б. Основы теории и проектирования САПР. – М.: Высш. шк., 1990. – 335с.
5. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества. - М.: Машиностроение, 1988. – 368с.
6. Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение // Патенты и лицензии. - 2003. - №11. - С. 27-85.
7. Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на полезную модель // Интеллектуальная собственность. - 2003. - №9. - С. 30-77.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ [5]

1 Преобразование формы

1.1 Использовать круговую, спиральную, древовидную, сферическую или другую компактную форму.

1.2 Сделать в объекте (элементе) отверстия или полости. Инверсия приема.

1.3 Проверить соответствие формы объекта законам симметрии. Перейти от симметричной формы и структуры к асимметричной. Инверсия приема.

1.4 Перейти от прямолинейных частей, плоских поверхностей, кубических и многогранных форм (особенно в местах сопряжений) к криволинейным, сферическим и обтекаемым формам. Инверсия приема.

1.5 Объекту (элементу), работающему под нагрузкой, придать выпуклую (более выпуклую) форму.

1.6 Компенсировать нежелательную форму сложением с обратной по очертанию формой.

1.7 Выполнить объект в форме другого технического объекта, имеющего аналогичное название или назначение; животного, растения или их органа; человека или его органов.

1.8 Сделать объект (элемент) приспособленным к форме человека или его органов.

1.9 Использовать в аналогичных условиях работы природный принцип формирования в живой или неживой природе.

1.10 Сделать рациональный (оптимальный) раскрой листового или объемного материала; внести изменения в форму деталей для более полного использования материала.

1.11 Выбрать конструкцию деталей, в наибольшей мере приближающуюся к форме и размерам выпускаемого проката и других профильных заготовок.

1.12 Найти глобально-оптимальную форму объекта.

1.13 Найти наиболее цельную форму объекта (зрительное выделение главного функционального элемента, устранение или прикрытие многих ненужных деталей и т. д.).

1.14 Использовать различные виды симметрии и асимметрии, динамические и статические свойства формы, ритма (чередования одинаковых или схожих элементов), нюансов и контраста.

1.15 Осуществить гармоническую увязку форм различных элементов (выбор масштабов и соотношений между объектами и окружающей предмет-

ной средой, использование эстетически предпочтительных пропорций).

1.16 Выбрать (придумать) наиболее красивую форму объекта и его элементов.

2 Преобразование структуры

2.1 Исключить наиболее напряженный (нагруженный) элемент.

2.2 Исключить элемент при сохранении объектом всех прежних функций. Один элемент выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других элементах. Убрать «лишние детали» далее при потере «одного процента эффекта».

2.3 Присоединить к объекту новый элемент в виде жестко или шарнирно соединенной пластины (стержня, оболочки или трубы), находящейся в рабочей среде или в контакте с ней.

2.4 Присоединить к базовому объекту дополнительное специализированное орудие труда, инструмент и т. п.

2.5 Заменить связи (способ или средства соединения) между элементами; жесткую связь сделать гибкой или наоборот.

2.6 Заменить источник энергии, тип привода, цвет и т. д.

2.7 Заменить механическую схему электрической, тепловой, оптической или электронной.

2.8 Существенно изменить компоновку элементов; уменьшить компоновочные затраты.

2.9 Сосредоточить органы управления и контроля в одном месте.

2.10 Объединить элементы единым корпусом, станиной или изготовить объект цельным.

2.11 Ввести единый привод, единую систему управления или энергоснабжения.

2.12 Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.

2.13 Объединить в одно целое объекты, имеющие самостоятельное назначение, которое сохраняется после объединения в новом комплексе.

2.14 Использовать принцип агрегатирования. Создать базовую конструкцию (единую раму, станину), на которую можно «навесить» различные (в различных комбинациях) рабочие органы, агрегаты, инструменты.

2.15 Совместить или объединить явно или традиционно несовместимые объекты, устранив возникающие противоречия.

2.16 Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей и обработки заготовок.

2.17 Использовать раздвижные, раскладные, сборные, надувные и другие конструкции, обеспечивающие значительное уменьшение габаритных размеров при переводе объекта из рабочего состояния в нерабочее.

2.18 Найти глобально-оптимальную структуру.

2.19 Выбрать (придумать) наиболее красивую структуру.

3 Преобразования в пространстве

3.1 Изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве: горизонтальное положение на вертикальное или наклонное; положить на бок; повернуть низом вверх; повернуть путем вращения.

3.2 Использовать пустое пространство между элементами объекта. Один элемент проходит сквозь полость в другом элементе.

3.3 Объединить известные порознь объекты (элементы) с размещением одного внутри другого по принципу «матрешки».

3.4 Размещение по одной линии заменить размещением по нескольким линиям или по плоскостям. Инверсия приема.

3.5 Заменить размещение по плоскости размещением по нескольким плоскостям или в трехмерном пространстве; перейти от одноэтажной (однослойной) компоновки к многоэтажной (многослойной). Инверсия приема.

3.6 Изменить направление действия рабочей силы или среды.

3.7 Перейти от контакта в точке к контакту по линии; от контакта по линии к контакту по поверхности; от контакта по поверхности к объемному (пространственному). Инверсия приема.

3.8 Осуществить сопряжение по нескольким поверхностям.

3.9 Приблизить рабочие органы объекта к месту выполнения ими своих функций без передвижения самого объекта.

3.10 Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку.

3.11 Перейти от последовательного соединения элементов к параллельному или смешанному. Инверсия приема.

3.12 Разделить объект на части так, чтобы приблизить каждую из них к тому месту, где она работает.

3.13 Разделить объект на две части — «объемную» и «необъемную»; вынести «объемную» часть за пределы, ограничивающие объем.

3.14 Вынести элементы, подверженные действию вредных факторов, за пределы их действия.

3.15 Перенести (поместить) объект или его элемент в другую среду, включающую действие вредных факторов.

3.16 Выйти за традиционные пространственные ограничения или габаритные размеры.

4 Преобразования во времени

4.1 Перенести выполнение действия на другое время. Выполнить требуемое действие до начала или после окончания работы.

4.2 Перейти от непрерывной подачи энергии (вещества) или непрерывного действия (процесса) к периодическому или импульсному. Инверсия приема.

4.3 Перейти от стационарного во времени режима к изменяющемуся.

4.4 Исключить бесполезные («вредные») интервалы времени. Использовать паузу между импульсами (периодическими действиями) для осу-

ществления другого действия.

4.5 По принципу непрерывного полезного действия осуществлять работу объекта непрерывно, без холостых ходов. Все элементы объекта должны все время работать с полной нагрузкой.

4.6 Изменить последовательность выполнения операций.

4.7 Перейти от последовательного осуществления операций к параллельному (одновременному). Инверсия приема.

4.8 Совместить технологические процессы или операции. Объединить однородные или смежные операции. Инверсия приема.

5 Преобразование движения и силы

5.1 Изменить направление вращения.

5.2 Заменить поступательное (прямолинейное) или возвратно-поступательное движение вращательным. Инверсия приема.

5.3 Устранить или сократить холостые, обратные и промежуточные ходы и движения.

5.4 Существенно изменить направление движения, в том числе на противоположное.

5.5 Заменить традиционную сложную траекторию движения прямой или окружностью. Инверсия приема.

5.6 Заменить изгиб растяжением или сжатием. Заменить сжатие растяжением.

5.7 Разделить объект на две части — «тяжелую» и «легкую», передвигать только «легкую» часть.

5.8 Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать обрабатываемый объект.

5.9 Заменить трение скольжения трением качения. Инверсия приема.

5.10 Перейти от неподвижного физического поля к движущемуся. Инверсия приема.

5.11 Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга. Сделать движущиеся элементы неподвижными, а неподвижные — движущимися.

5.12 Изменить условия работы так, чтобы опасные или «вредные» моменты осуществлялись на большой скорости. Инверсия приема.

5.13 Использовать магнитные силы.

5.14 Компенсировать действие массы объекта соединением его с объектом, обладающим подъемной силой.

6. Преобразование материала и вещества

6.1 Рассматриваемый элемент и взаимодействующие с ним элементы сделать из одного и того же материала или близкого ему по свойствам. Инверсия приема.

6.2 Выполнить элемент или его поверхность из пористого материала. За-

полнить поры каким-либо веществом.

6.3 Разделить объект (элемент) на части так, чтобы каждая из них могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала.

6.4 Убрать лишний материал, не несущий функциональной нагрузки.

6.5 Изменить поверхностные свойства объекта (элемента); упрочить поверхность объекта; нейтрализовать свойства материала на поверхности объекта.

6.6 Заменить жесткую часть элементами из материала, допускающего изменение формы при эксплуатации; вместо жестких объемных конструкций использовать гибкие оболочки и пленки. Инверсия приема.

6.7 Изменить физические свойства материала, например, изменить агрегатное состояние.

6.8 Заменить некоторые объекты среды на объекты с другими физико-механическими и химическими свойствами.

6.9 Использовать другой материал (более дешевый, новейший и т. д.).

6.10 Использовать детали из материала с последующим отверждением.

6.11 Отделить вредные или нежелательные примеси от вещества.

6.12 Заменить традиционную окружающую среду. Рассмотреть возможность использования вакуума, инертной, водной, космической или какой-либо другой среды.

6.13 Заменить объекты их оптическими копиями (изображениями); использовать изменение масштаба изображения. Перейти от видимых оптических копий к инфракрасным, ультрафиолетовым и другим изображениям.

6.14 Дорогостоящий долговечный элемент заменить дешевым, недолговечным.

6.15 Заменить разнородные по материалу и форме элементы одним унифицированным или стандартным элементом.

6.16 Выполнить элементы из материалов с различающимися характеристиками, дающими нужный эффект (например, с разным термическим расширением).

6.17 Вместо твердых частей использовать жидкие или газообразные (надувные, гидронаполняемые, воздушные подушки, гидростатические, гидрореактивные). Инверсия приема.

6.18 Выбрать материалы, обеспечивающие снижение отходов при изготовлении деталей. Например, перейти от применения деталей, изготавливаемых обработкой резанием, к деталям из пластмассы (изготавливаемым формовкой) или металлокерамики.

6.19 Перейти к безотходным технологиям, например, получить отходы материалов в более ценном виде, позволяющем использовать их для изготовления других деталей.

6.20 Осуществить упрочнение материалов механической, термической, термохимической, электрофизической, электрохимической, лазерной и другими видами обработки.

6.21 Использовать материалы с более высокими удельными проч-

ностными, электрическими, теплофизическими и другими характеристиками.

6.22 Использовать армированные, композиционные, пористые и другие новые перспективные материалы.

6.23 Использовать материал с изменяемыми во времени характеристиками (жесткостью, прозрачностью и т. д.).

7 Приемы дифференциации

7.1 Разделить движущийся поток (вещества, энергии, информации) на два или несколько.

7.2 Разделить сыпучий, жидкий или газообразный объект на части.

7.3 Сделать элемент съемным, легко отделяемым.

7.4 Дифференцировать привод и другие источники энергии; приблизить их к исполнительным органам и рабочим зонам.

7.5 Сделать автономным управление и привод каждого элемента.

7.6 Провести дробление традиционного целого объекта на мелкие однородные элементы с аналогичной функцией. Инверсия приема.

7.7 Разделить объект на части, после чего изготавливать, обрабатывать, грузить и т. п. каждую часть отдельно, а затем выполнять сборку.

7.8 Разделить объект на части так, чтобы их можно было заменять при изменении режима работы.

7.9 Разделить объект на части: «горячую» и «холодную»; изолировать одну от другой.

7.10 Представить объект в виде составной конструкции; изготовить его из отдельных элементов и частей.

7.11 Придать объекту блочную структуру, при которой каждый блок выполняет самостоятельную функцию.

7.12 Выделить в объекте самый нужный элемент (нужное свойство) и усилить его или улучшить условия его работы.

8 Количественные изменения

8.1 Резко изменить (в несколько раз, в десятки и сотни раз) параметры или показатели объекта (его элементов, окружающей среды).

8.2 Увеличить в объекте число одинаковых или подобных друг другу элементов (или сделать наоборот). Изменить число одновременно действующих или обрабатываемых объектов (элементов), например, рабочих машин, их рабочих органов, двигателей и т. д.

8.3 Изменить габаритные размеры, объем или длину объекта при переводе его в рабочее или нерабочее состояние.

8.4 Увеличить степень дробления объекта (или сделать наоборот).

8.5 Допустить незначительное снижение требуемого эффекта.

8.6 Использовать идею избыточного решения (если трудно получить 100% требуемого эффекта, задаться целью получить несколько больше).

8.7 Изменить (усилить) вредные факторы так, чтобы они перестали быть

вредными.

8.8 Уменьшить число функций объекта и сделать его более специализированным, соответствующим только оставшимся функциям и требованиям.

8.9 Гиперболизировать, значительно увеличить размеры объекта и найти ему применение. Инверсия приема.

8.10 Повысить интенсивность технологических процессов с рабочей зоной в виде площадки или замкнутого объекта.

8.11 Создать местное локальное качество; осуществить локальную концентрацию сил, напряжения и т. п.

8.12 Найти глобально-оптимальные параметры ТО по различным критериям развития.

9 Использование профилактических мер

9.1 Предусмотреть прикрытие и защиту легко повреждающихся элементов. Экранировать объект.

9.2 Ввести предохранительные устройства или блокировку.

9.3 Разделить хрупкий и часто повреждающийся объект на части.

9.4 Выполнить объект (элемент) разборным так, чтобы можно было заменить отдельные поврежденные части.

9.5 Для уменьшения простоев и повышения надежности создать легко используемый запас рабочих органов или элементов. Предусмотреть в ответственных частях объекта дублирующие элементы.

9.6 Защитить элемент от воздушной или другой агрессивной среды.

9.7 Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.

9.8 Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным изменениям, возникающим в процессе работы.

9.9 Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).

9.10 Обеспечить автоматическую подачу смазочных материалов к трущимся частям.

9.11 Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок (поместить объект в оболочку, капсулу, гильзу). Инверсия приема.

9.12 Придать объекту новое свойство, например, обеспечить его плавучесть, герметизацию, самовосстановление, сделать его прозрачным, электропроводным и т. д.

9.13 Сделать объект (элементы) взаимозаменяемым.

9.14 Предусмотреть компенсацию неточностей изготовления объекта.

9.15 Разделить объект на части так, чтобы при выходе из строя одного элемента объект в целом сохранял работоспособность.

9.16 Для повышения надежности заранее подготовить аварийные средства.

9.17 Обеспечить снижение или устранение вибрационных, ударных нагрузок и инерционных перегрузок.

9.18 Использовать объекты живой и неживой природы в формировании зоны эстетического воздействия.

9.19 Исключить из окружающей предметной среды объекты, вызывающие отрицательные эмоции (создание зеленой изгороди из деревьев и кустарников, маскировка, мимикрия под предметы, вызывающие положительные эмоции и т. д.).

9.20 Исключить шумы и запахи, вызывающие отрицательные эмоции; трансформировать их в более эстетичные звуки и ароматы.

9.21 Создать замкнутые безотходные технологии с утилизацией и возвращением в производство загрязняющих веществ в виде сырья и материалов.

9.22 Осуществить разработку новых устройств и технологий, обеспечивающих резкое снижение загрязнения и изменения среды (например, геотехнология, приливные гидроэлектростанции и т. д.).

10 Использование резервов

10.1 Использовать массу объекта (элемента) или периодически возникающие усилия для получения дополнительного эффекта.

10.2 Компенсировать чрезмерный расход энергии получением какого-либо дополнительного положительного эффекта.

10.3 Исключить подбор и подгонку (регулировку и выверну) деталей и узлов при сборе объекта.

10.4 Устранить вредный фактор (например, за счет компенсации его другим вредным фактором).

10.5 Использовать или аккумулировать тормозную и другую попутно получаемую энергию.

10.6 Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).

10.7 Выполнивший свое назначение или ставший ненужным элемент, отходы (энергия, вещество) использовать для других целей.

10.8 Использовать вредные факторы (в частности, вредные воздействия среды) для получения положительного эффекта.

10.9 Выбрать и обеспечить оптимальные параметры (температуру, влажность, освещение и др.).

10.10 Уточнить расчетные напряжения в элементах на основе использования более точных математических моделей и ЭВМ.

10.11 Перейти на другие физические принципы действия с более дешевыми или доступными источниками энергии или более высоким КПД.

10.12 После конструктивного улучшения какого-либо элемента определить, как должны быть изменены другие элементы, чтобы эффективность объекта в целом еще более повысилась.

11 Преобразования по аналогии

11.1 Применить объект, предназначенный для выполнения аналогичной функции в другой отрасли техники, пользуясь классификаторами патентов.

11.2 Использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов (пчелиные соты, клетки, листья, кристаллы и т. п.).

11.3 Использовать в качестве прототипа искомого технического решения объект неживой или живой природы, близкие или отдаленные области техники.

11.4 Применить решение, аналогичное имеющемуся:

в ведущей отрасли техники или в древних и прошлых технических объектах; в неживой природе: физика, химия, биохимия и др.; в современных или вымерших живых организмах; в экономике или общественной жизни людей; в научно-фантастической литературе.

Ответить на вопрос, как решаются подобные задачи в указанных областях?

11.5 Использовать аналоги свойств других объектов; использовать свойства без самого объекта.

11.6 Применить принцип имитации, заключающийся в создании таких объектов, которые по форме, цвету, внешнему виду и другим необходимым свойствам аналогичны другому объекту.

11.7 Использовать эмпатию: мысленно превратить себя в объект (элемент), с помощью своих ощущений найти наиболее целесообразное решение.

11.8 Использовать в качестве прототипа детские игрушки.

11.9 Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии, модели, макеты.

12 Повышение технологичности

12.1 Упростить форму и конструкцию деталей путем сокращения числа обрабатываемых поверхностей, неплоских и некруговых поверхностей, рабочих ходов при обработке.

12.2 Выбрать форму и конструкцию элементов, обеспечивающие применение наиболее производительного технологического оборудования, приспособлений и инструмента.

12.3 Выбрать конструкцию деталей узлов, обеспечивающую максимальное совмещение и одновременное выполнение операций обработки и сборки.

12.4 Снизить или исключить пригоночные работы при сборке, использовать средства компенсации неточности изготовления.

12.5 Осуществить технологическую унификацию конструкций, формы и размеров деталей.

12.6 Заменить механическую обработку способом обработки без снятия стружки.

12.7 Использовать саморегулирующиеся, восстанавливающиеся, самозатягивающиеся элементы, и инструменты, сокращающие трудоемкость про-

филактического ухода и ремонта.

12.8 Максимально применять стандартные элементы, имеющие весьма широкую область применения.

12.9 Использовать модульный принцип конструирования, когда из небольшого числа стандартных элементов (универсального набора) можно собрать любое изделие в заданном классе (например, универсально-сборные приспособления, универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики).

12.10 Максимально использовать в проектируемом объекте освоенные в производстве узлы и детали.

12.11 Максимально использовать заготовки с размерами, близкими к размерам готовой детали. Использовать точное литье, штамповку, сварку.

12.12 Выбрать наиболее целесообразное расчленение объекта на блоки, узлы и детали.

12.13 Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей.

Приложение Б

ПРИМЕРЫ СОСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Пример 1 (2006121878 А1, 19.06.2006)

Храповая передача

1 Храповая передача, содержащая стойку, ведомое храповое колесо, ведущий вал с кулачками, спрофилированными по кривой, близкой к спирали Архимеда, и установленными в противофазе, толкатели с закрепленным подшипником качения, внутреннее кольцо которого охватывает соответствующий кулачок, собачки, шарнирно связанные с толкателями и взаимодействующие с храповым колесом, **отличающаяся** тем, что оси ведущего и ведомого валов скрещиваются под прямым углом, толкатели выполнены в виде ползунов, постоянно опирающихся своими плоскостями на плоскость, перпендикулярную оси ведущего вала.

2 Храповая передача по п. 1, **отличающаяся** тем, что толкатели постоянно контактируют с плоскостями, перпендикулярными оси ведомого вала.

3 Храповая передача по п. 1, **отличающаяся** тем, что толкатели прижаты к плоскости, перпендикулярной оси ведомого вала, в фазе рабочего хода и имеют свободу отхода от этой плоскости в фазе холостого хода.

4 Храповая передача по п. 1, **отличающаяся** тем, что ее ведущий вал содержит два кулачка, расположенные по одну сторону от его середины, а обе собачки толкают храповое колесо, то есть работают на сжатие.

5 Храповая передача по п. 1, **отличающаяся** тем, что ее ведущий вал содержит два кулачка, расположенные по его краям, одна собачка толкает храповое колесо, а другая тянет его, то есть работает на растяжение.

6 Храповая передача по любому из п.п. 1, 2, **отличающаяся** тем, что ведущий вал содержит три кулачка и три собачки, две из которых работают на сжатие, а третья - на растяжение.

7 Храповая передача по п. 1, **отличающаяся** тем, что ведущий вал содержит два кулачка, расположенные по одну сторону от его середины, а обе собачки тянут храповое колесо, то есть работают на растяжение.

8 Храповая передача по любому из п. 1, 7, **отличающаяся** тем, что содержит пружины растяжения, связывающие свободные концы собачек со стойкой, одновременно прижимающие собачки к храповому колесу и толкатели к кулачкам) а направляющие плоскости, перпендикулярные оси ведущего вала, выполнены на фланце ведущего вала.

9 Храповая передача по любому из п.п. 1, 5, 7, **отличающаяся** тем, что тянущая собачка содержит две тяги, несущие ее зуб и охватывающие храповое колесо с двух сторон.

10 Храповая передача по любому из п.п. 1, 5, 7, **отличающаяся** тем, что храповое колесо состоит из двух отдельных венцов, а тянущая собачка выполнена в виде стержня, проходящего между венцов.

Пример 2 (RU 2241628 C2, 22.04.2002)

Складной велосипед

1 Складной велосипед, содержащий заднее приводное колесо и его привод, переднее управляемое колесо, установленное на поворотной вилке, седло, руль, ось поворота которого приближена к подседельной трубе, раму, включающую шарнирно сочлененные части: заднюю часть, связанную с задним колесом и седлом, переднюю часть и нижнюю часть, соединяющую переднюю и заднюю части на уровне колес, соединение передней и нижней частей является разъемным, а нижняя и задняя части соединены шарниром, ось вращения которого параллельна оси заднего колеса, передняя часть рамы имеет возможность в процессе движения велосипеда быть жестко соединенной с поворотной вилкой, *отличающийся* тем, что шарнирные соединения передней части с задней и нижней частями имеют по три степени свободы вращательного движения, руль выполнен состоящим из двух отдельных половин, каждая из которых шарнирно закреплена на раме и связана с поворотной вилкой отдельным передаточным механизмом, включающим поводок, шарнирно закрепленный относительно половины руля и выступа передней части рамы, причем центры шарниров поводков расположены выше центра шарнира, образуемого передней частью рамы с задней частью рамы.

2 Складной велосипед по п. 1, *отличающийся* тем, что жесткое, в процессе движения велосипеда, соединение поворотной вилки с передней частью рамы осуществляет шарнир, ось которого параллельна оси переднего колеса, снабженный ограничителем поворота, на поворотной вилке закреплен кронштейн, обращенный назад, на котором установлен разъемный шарнир для соединения с нижней частью рамы.

3 Складной велосипед по п. 1, *отличающийся* тем, что он снабжен двухплечим кронштейном, несущим две педали и ведущую звёздочку цепной передачи привода заднего колеса, ось вращения которого фиксирована в середине нижней части рамы, а ось шарнира, соединяющего нижнюю часть рамы с ее задней частью, расположена вблизи оси заднего колеса.

4 Складной велосипед по п. 1, *отличающийся* тем, что он снабжен рычагами в виде коромысел, несущими педали, совершающим возвратно-вращательное движение, общая ось качания которых расположена в задней части рамы впереди заднего колеса, рядом с ней размещена ось шарнира, соединяющего нижнюю часть рамы с задней, а педали снабжены шарнирами для складывания, допускающими их перевод в положение, соответствующее минимальной ширине велосипеда.

Пример 3 (RU 2025277 C1, 19.06.1990)

Электромагнитный пресс

1 Электромагнитный пресс, содержащий корпус с плитой, выполненной

со сквозным отверстием, два соосных электромагнита с неподвижно закрепленными в корпусе магнитопроводами с внешней и внутренней цилиндрическими частями и катушками и общим якорем в виде диска и двух оппозитно закрепленных на якоре штоков, размещенных каждый в отверстии внутренней цилиндрической части одного из магнитопроводов, причем один из штоков расположен в сквозном отверстии плиты корпуса, **отличающийся** тем, что, корпус снабжен дополнительной плитой со сквозным отверстием, другой шток расположен в сквозном отверстии дополнительной плиты, каждый шток якоря выполнен ступенчатым с примыкающей к диску цилиндрической ступенью большего диаметра, а внутренняя цилиндрическая часть каждого магнитопровода выполнена в виде стопа.

2 Пресс по п.1, **отличающийся** тем, что электромагниты установлены в положении, исключающем перемещение якоря под действием силы тяжести.

3 Пресс по пп.1 и 2, **отличающийся** тем, что примыкающие к диску цилиндрические ступени якорей выполнены высотой 0,5 - 0,8 длины соответствующих катушек.

Пример 4 (SU 678588 A1, 05.12.1977)

Устройство для защиты от неполнофазного режима четырёхпроводной сети

1 Устройство для защиты от неполнофазного режима четырёхпроводной сети), содержащее три реле напряжения, первое и второе из которых подключены между соответствующими фазами и нулевым проводом, первый однофазный коммутирующий аппарат, подключенный последовательно в цепь первой фазы, замыкающий контакт пуска, размыкающий контакт останова, **отличающееся** тем, что оно дополнительно снабжено вторым и третьим однофазными коммутирующими аппаратами, каждый из которых подключён последовательно в цепь соответствующей фазы, блоком выделения наибольшего напряжения, при этом один из входов указанного блока выделения через замыкающий контакт пуска присоединен к третьей фазе до третьего коммутирующего аппарата, другой вход блока выделения присоединен к третьей фазе за третьим коммутирующим аппаратом, вход третьего реле напряжения присоединен между выходом блока выделения и нулевым проводом, выход третьего реле напряжения подключен к цепям управления первого коммутирующего аппарата, выход первого реле напряжения подключен к цепям управления второго коммутирующего аппарата, выход второго реле напряжения через размыкающий контакт. останковки подключен к цепям управления третьего коммутирующего аппарата.

Пример 5 (SU 1540286 A1 , 11.04.1988)

Способ поверхностного упрочнения стальных деталей

Способ поверхностного упрочнения стальных деталей с помощью электрической дуги, возбуждаемой между неподвижным или вращающимся графитовым электродом и поверхностью детали, **отличающийся** тем, что процесс упрочнения производят дугой постоянного тока обратной полярности (минус на детали) в среде раствора солей высших жирных кислот при зазоре между электродом и поверхностью детали 0,08...0,2 мм и токе дуги 20...50 А.

Пример 6 (US 1269928 A1, 17.10.1984)

Способ чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с арочными зубьями

Способ чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с арочными зубьями в условиях непрерывного деления инструментом со спиральной формообразующей поверхностью, ось вращения которой перекрещивается в пространстве под углом с осью вращения обрабатываемого колеса, **отличающийся** тем, что обработку осуществляют в условиях постоянного межосевого расстояния и подачи инструмента вдоль оси его вращения, при этом режущие кромки инструмента выполняют в виде многовинтовой пространственной спиральной линии, параметры которой для расчетной точки зуба колеса удовлетворяют зависимости $R = (\cos^2 \alpha / K^2 + m^2 / 4)^{1/2}$,

где R - расчетный радиус инструмента; K- продольная кривизна зубьев;

α - угол профиля исходного контура; m - модуль зацепления.

Приложение В

ПРИМЕРЫ ОПИСАНИЙ ИЗОБРЕТЕНИЯ И ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Пример 1 (SU 550528 A1, 23.04.1975)

МПК G 01B 11/16, G 01L 1/24

Способ измерения контактных напряжений в изделиях

Изобретение относится к оптическим методам измерения напряжений и может быть использовано для измерения контактных напряжений, возникающих в сопряжениях деталей машин.

Известен способ измерения контактных напряжений в изделиях, заключающийся в том, что в зону контакта помещают прокладку из оптически активного материала, прикладывают усилие, затем освещают прокладку поляризованным светом и по измеренному углу поворота плоскости поляризации определяют величину контактных напряжений [1].

Недостатком известного способа является его сложность, поскольку для измерения угла поворота плоскости поляризации необходимо использовать компенсаторы.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ измерения контактных напряжений в изделиях, заключающийся в том, что на поверхность изделия в зоне контакта наносят пластическую прокладку, прикладывают усилие, затем освещают белым светом деформированную прокладку, измеряют интенсивность света, прошедшего через материал прокладки, определяют оптическую плотность материала прокладки, по которой судят о величине контактных напряжений [2].

Недостатком этого способа является его невысокая точность, поскольку выдавливание материала из зоны контакта приводит к искажению картины распределения напряжений.

Для повышения точности измерений по предлагаемому способу прокладку изготавливают из пористого материала, например, осаждают на поверхности изделия слой сажи, а величину контактных напряжений определяют по интерференционным полосам равной окраски.

Способ осуществляется следующим образом.

В зоне контакта осаждают из пламени газовой горелки слой сажи на поверхность изделия, нагретого выше точки росы насыщенного водяного пара. Толщина покрытия должна составлять в спрессованном состоянии $0,1 - 0,5$ средней длины волны используемого света. Затем прикладывают усилие, приводящее к спрессовыванию слоя сажи, и интерференционным методом по интерференционным полосам равной окраски, получающимся при наложении световых волн, отраженных от граничных поверхностей слоя сажи, определяют толщину слоя и величину контактных напряжений.

Отсутствие пластического течения и малая толщина пластической прокладки приводит к повышению точности измерений.

Формула изобретения

Способ измерения контактных напряжений в изделиях, заключающийся в том, что на поверхность изделия в зоне контакта наносят пластическую прокладку, прикладывают усилие, затем освещают белым светом деформированную прокладку и по интенсивности света, прошедшего через материал прокладки, определяют величину контактных напряжений, **отличающийся** тем, что прокладку изготавливают из пористого материала, например, осаждают на поверхности изделия слой сажи, а величину контактных напряжений определяют по интерференционным полосам равной окраски.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Авторское свидетельство СССР № 249025, М. Кл.² G 01L 1/24, 1965.
2. Авторское свидетельство СССР № 311154, М. Кл.² G 01L 1/24, 1968 (прототип).

Пример 2 (RU 63476 U1, 18.12.2006)

Эксцентрикковый подшипник качения

МПК F16 C 27/00

Полезная модель относится к машиностроению, а именно к механизмам, преобразующим вращательное движение в колебательное.

Известны эксцентрикковые подшипники качения с гладкими рабочими поверхностями (например, А.с. 314048 СССР). Такой подшипник содержит наружное и внутреннее кольца, тела качения разного диаметра и сепаратор. Он работает следующим образом. При движении внутреннего кольца, вращающегося с угловой скоростью w_1 , тела качения, увлекаемые силами трения, катятся по наружному кольцу. При этом водило – сепаратор вращается относительно наружного кольца с угловой скоростью w_h . Передаточное число U механизма: $U = w_1/w_h = 1 + d_2/d_1$, где d_1 и d_2 – рабочие диаметры внутреннего кольца 1 и наружного кольца 2. В данном механизме, как в любой фрикционной передаче, присутствует упругое скольжение, делающее передаточное число непостоянным. Особенностью эксцентриккового подшипника является то, что в кинематических парах, образуемых телами качения и сепаратором, действуют значительные усилия. При скорости скольжения, равной окружной скорости тел качения, эти усилия вызывают быстрый износ сепаратора и тел качения. В результате тела качения смещаются в окружном направлении, и в подшипнике возникает люфт. Кроме того, существует ограничение по величине эксцентриситета, обусловленное значением коэффициента трения между телами качения и кольцами. Таким образом, недостатком данного вида подшипников является повышенное трение тел качения о сепаратор и скорый износ подшипника, а также малый эксцентриситет и непосто-

янное передаточное число механизма.

Известны подшипники качения (А.с. 1719749 СССР, А.с.1581896 СССР), содержащие наружное и внутреннее кольца, роликовые тела качения разного диаметра, разделительные ролики и охватывающие их кольца. Указанные подшипники, так же как и предыдущий, имеют малый эксцентриситет, непостоянное передаточное отношение и высокую конструктивную сложность системы тел качения, заменяющей сепаратор. Известны концентрические бессепараторные роликовые подшипники (например, А.с. 188231 СССР), содержащие наружное и внутреннее кольца с находящимися между ними роликами. При этом кольца и ролики снабжены зубчатыми венцами с профилем, выполненным в виде винтовых каналовых выпукло-вогнутых рабочих поверхностей, либо в виде шевронных каналовых выпукло-вогнутых рабочих поверхностей. Недостаток данной конструкции – сложность получения канальной винтовой поверхности зубьев на внутреннем венце наружного кольца. В изобретениях (А.с. 1548545 СССР, А.с. 1153131 СССР) для устранения этих недостатков использованы вставные элементы (зубья), что привело к существенному усложнению конструкции. В целом, концентрические подшипники с каналовыми винтовыми зубчатыми рабочими поверхностями необоснованно сложны по сравнению с обычными подшипниками качения. Это обстоятельство делает неперспективным их практическое использование.

Существуют концентрические подшипники качения, которые наряду с гладкими рабочими поверхностями имеют и зубчатые венцы на кольцах и роликах. Примером такого подшипника является радиальный, роликовый, бессепараторный подшипник качения (А.с. 2135851 РФ), содержащий внутреннее и наружное кольца и ролики. При этом на буртах колец и торцевых участках удлинённых роликов нарезаны эвольвентные прямозубые венцы, находящиеся в зацеплении друг с другом, выполняющие функцию сепаратора и имеющие диаметры начальных окружностей, равные соответственно диаметрам беговых дорожек колец и роликов. Подобно предыдущему рассмотренному концентрическому зубчатому подшипнику, недостатком данного вида подшипников является сложность конструкции.

В качестве прототипа выбран эксцентриковый подшипник (Полезная модель 59174 РФ, 05.07.20066), содержащий наружное и внутреннее кольца, тела качения разного диаметра и водило – сепаратор с шарнирами в центрах тел качения, причём оси шарниров одного или нескольких тел качения выполнены в виде эксцентрика, угловое положение которого относительно водила – сепаратора зафиксировано в процессе сборки подшипника. Подобно всем фрикционным механизмам, данный эксцентриковый подшипник имеет малый эксцентриситет, ограничиваемый величиной коэффициента трения, и характеризуется непостоянством передаточного числа, связанным с упругим скольжением.

Для устранения этих недостатков в эксцентриковом подшипнике качения, содержащем наружное и внутреннее кольца и тела качения разного диаметра, кольца и тела качения снабжены зубчатыми венцами, находящимися в

зацеплении.

Наличие зубчатых зацеплений в эксцентриковом подшипнике обеспечивает значительное увеличение эксцентриситета по сравнению с эксцентриковыми фрикционными подшипниками и гарантирует постоянство передаточного числа механизма. Достижение указанного эффекта делает оправданным, в отличие от концентрических подшипников, некоторое увеличение сложности изготовления эксцентрикового подшипника.

Для обеспечения большей нагрузочной способности зубчатые венцы имеют зубья с каналовыми винтовыми выпуклыми и вогнутыми или выпукло-вогнутыми рабочими поверхностями.

Для устранения осевого смещения тел качения каналовые винтовые выпуклые и вогнутые или выпукло-вогнутые рабочие поверхности зубьев колец и тел качения расположены шевронно.

Для упрощения изготовления подшипника тела качения и кольца помимо зубчатых венцов содержат цилиндрические беговые дорожки, имеющие диаметры, равные соответственным начальным окружностям зубчатых венцов. Зубчатый венец расположен между цилиндрическими беговыми дорожками колец и тел качения, для чего кольца подшипника и тела качения выполнены составными. При этом наружное кольцо подшипника содержит втулку с внутренним зубчатым венцом и два пристыкованных к ней кольца с беговыми дорожками, а внутреннее кольцо и ролики содержат зубчатое колесо и посаженные на его хвостовики кольца с беговыми дорожками.

На фигуре 1 показан эксцентриковый подшипник качения с зубчатыми венцами, расположенными шевронно; на фигуре 2 – его разрез по А-А; на фигуре 3 – эксцентриковый подшипник, звенья которого содержат зубчатые венцы и дорожки качения; на фигуре 4 – его разрез по Б-Б.

Подшипник, изображённый на фигурах 1,2, содержит внутреннее кольцо 1, наружное кольцо 2, три тела качения разного диаметра 3,4,5. Зубчатые венцы колец 1,2 и тел качения 3,4,5 выполнены с каналовыми винтовыми выпукло-вогнутыми рабочими поверхностями зубьев, расположенными шевронно. Тела качения 3,4,5 состоят из двух полушевронов, соединённых между собой осями 6 с помощью гаек 7. Внутреннее кольцо 1 подшипника шарнирно связано со стойкой 8. Наружное кольцо 2 подшипника жёстко связано с кронштейном 9, образуя совместно с ним шатун, который шарнирно связан с ползуном 10, взаимодействующим со стойкой 8.

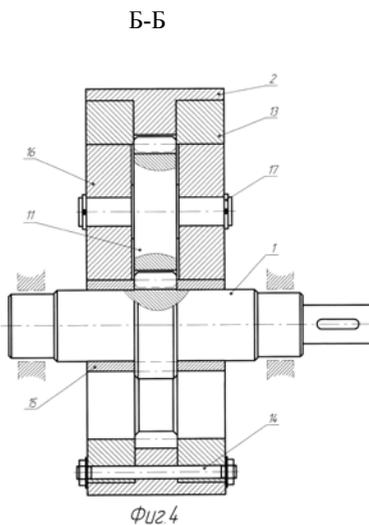
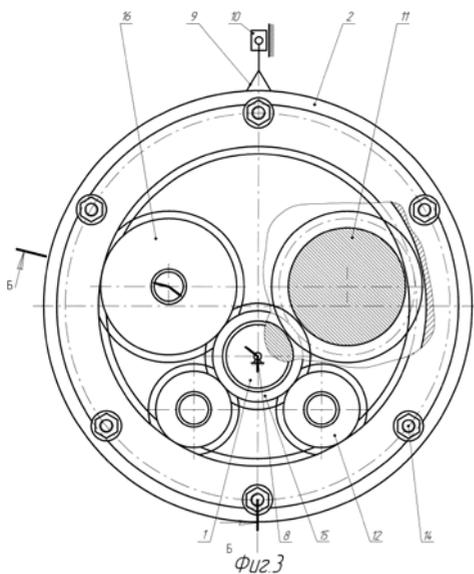
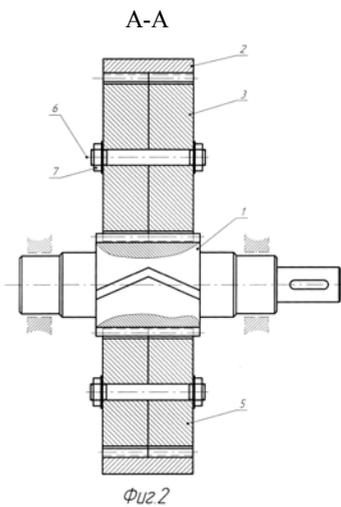
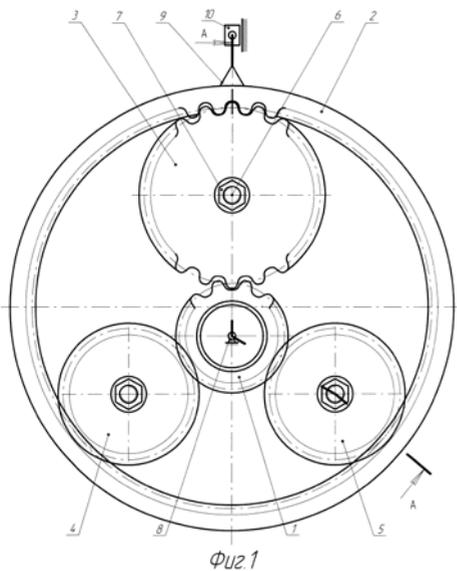
Эксцентриковый подшипник работает следующим образом. При движении внутреннего кольца 1, вращающегося с угловой скоростью w_1 , тела качения 3,4,5 катятся по наружному кольцу 2. При этом их оси совершают в пространстве такое движение, как если бы они были объединены водилом, средняя угловая скорость которого w_h .

$$w_h = w_1 / U_{cp}$$

$$U_{cp} = 1 + z_2 / z_1, \text{ где } z_2 - \text{число зубьев венца наружного кольца 2;}$$

$$z_1 - \text{число зубьев венца внутреннего кольца 1.}$$

Эксцентрикый подшипник качения



Ползун 10 совершает возвратно-поступательное движение с частотой $\omega_H/2\pi$.

Подшипник, изображённый на фигурах 3,4 отличается от предыдущего количеством тел качения и тем, что тела качения и кольца помимо зубчатых венцов содержат цилиндрические беговые дорожки, имеющие диаметры равные соответственным начальным окружностям зубчатых венцов. Зубчатые венцы колец 1,2 и тел качения 11,12 выполнены эвольвентными, причём венец каждого звена расположен между двумя цилиндрическими беговыми дорожками. Так наружное кольцо 2 содержит втулку с внутренним зубчатым венцом и два кольца 13 с беговыми дорожками, пристыкованных к ней с помощью шпилек 14, а внутреннее кольцо 1 и тела качения 11,12 содержат зубчатое колесо и посаженные на его хвостовики кольца 15,16 с беговыми дорожками. При этом кольца 15 напрессованы на вал, а кольца 16 фиксируются от выпадения стопором 17.

Данное устройство работает аналогично изображённому на фигурах 1,2, но менее сложно в изготовлении.

Предложенный эксцентриковый подшипник выполняет функции редуктора и эксцентрика одновременно, что значительно упрощает конструкцию и технологию изготовления привода. При этом, в отличие от фрикционных подшипников, он имеет значительно больший эксцентриситет и обладает постоянным передаточным числом. Данный подшипник может применяться в приводах насосов, в различных механизмах сельскохозяйственной техники, а также в любых других механизмах для получения возвратно-поступательного движения.

Формула полезной модели

1 Эксцентриковый подшипник качения, содержащий наружное и внутреннее кольца, тела качения разного диаметра, **отличающийся** тем, что тела качения и кольца снабжены зубчатыми венцами, находящимися в зацеплении.

2 Эксцентриковый подшипник качения по п.1, **отличающийся** тем, что зубчатые венцы колец и тел качения выполнены с канальными винтовыми выпуклыми и вогнутыми или выпукло-вогнутыми рабочими поверхностями зубьев.

3 Эксцентриковый подшипник качения по п.2, **отличающийся** тем, что канальные винтовые рабочие поверхности зубьев колец и тел качения расположены шевронно.

4 Эксцентриковый подшипник качения по п.2, **отличающийся** тем, что тела качения и кольца помимо зубчатых венцов содержат цилиндрические беговые дорожки, имеющие диаметры, равные соответственным начальным окружностям зубчатых венцов.

5 Эксцентриковый подшипник качения по п.4, **отличающийся** тем, что зубчатый венец расположен между цилиндрическими беговыми дорожка-

ми колец и тел качения.

6 Эксцентриковый подшипник качения по п.5, **отличающийся** тем, что кольца подшипника и тела качения выполнены составными, при этом наружное кольцо подшипника содержит втулку с внутренним зубчатым венцом и два пристыкованных к ней кольца с беговыми дорожками, а внутреннее кольцо и ролики содержат зубчатое колесо и посаженные на его хвостовики кольца с беговыми дорожками.

Приложение Г

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

По разделу 1:

- 1 Каково значение терминов: «проектирование», «конструирование», «декомпозиция», «итерация»?
- 2 Каково содержание проектных работ на стадиях: технического задания, технического предложения, эскизного проекта, технического проекта, рабочего проекта?
- 3 Типовая последовательность процедур при решении «прямой» задачи проектирования.
- 4 Что такое «обратная» задача проектирования?
- 5 Какие проектные работы можно отнести к техническому творчеству?

По разделу 2:

- 1 Какие два психологических эффекта положены в основу «мозгового штурма»?
- 2 Оптимальный состав творческой группы для «мозгового штурма».
- 3 Каковы правила для участников «мозгового штурма»?
- 4 Каковы обязанности ведущего в сеансе «мозгового штурма»?
- 5 Что такое: эмпатия, прямая аналогия, символическая аналогия, фантастическая аналогия?
- 6 Особенности организации завершающего этапа «мозгового штурма» - анализа идей.
- 7 Что такое «эвристические приемы»?
- 8 Из каких разделов состоит «Межотраслевой фонд эвристических приемов»?

По разделу 3:

- 1 Каково значение терминов: «система», «структура», «аспект», «подсистема», «элемент», «базисный элемент»?
- 2 В чем состоят процедуры: анализ, синтез, верификация?
- 3 Чем отличаются прямой и итерационный параметрический синтез?
- 4 В чем различия следующих методов структурного синтеза: «перебор законченных структур», «наращивание структуры», «трансформация описаний», «выделение варианта из обобщенной структуры»?
- 5 Характеризуйте 5 уровней сложности задач синтеза.

- 6 В чем различия конструктивного, функционального и расчетного аспектов структурирования?
- 7 Что такое И- ИЛИ дерево?
- 8 Что такое «морфологическая таблица»?
- 9 Что такое «физический принцип действия» и «физико-технический эффект»?

По разделу 4:

- 1 Каково значение понятий: «изобретение», «патент», «полезная модель», «промышленный образец», «товарный знак», «открытие», «рационализаторское предложение»?
- 2 Что может стать объектом изобретения, «полезной модели»?
- 3 Какими существенными признаками характеризуются: «устройство», «способ», «вещество»?
- 4 Какие требования предъявляются к изобретению и к «полезной модели»?
- 5 Какие технические решения считаются «новыми»?
- 6 Что такое «изобретательский уровень»?
- 7 Что означают слова: «аналог» и «прототип»?
- 8 Из каких частей состоит формула изобретения?
- 9 Какие документы входят в состав заявки на изобретение?

Учебное издание

Волков Глеб Юрьевич

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСНОВЫ
ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА**

Учебное пособие

Редактор Н.А. Леготина

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 3,81	Уч.-изд. л. 3,81
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.