

В.А. Горский

Техническое конструирование

В. А. Горский

Техническое конструирование

**Для руководителей технических кружков
школ и внешкольных учреждений**

**МОСКВА
ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР
1977**

602.5
Г 67

Горский В. А.
Г 67 Техническое конструирование. Для руководителей технических кружков школ и внешкольных учреждений. М., ДОСААФ, 1977.

128 с. с ил.

Учебно-методическое пособие для кружков технического конструирования содержит рекомендации по изготовлению действующих моделей различных машин, приборов и аппаратов.

Пособие предназначено для работников внешкольных учреждений, станций и клубов юных техников, руководителей технических кружков в школах, Домах и Дворцах пионеров.

Г $\frac{60700-029}{073(02)-77}$ 110-77

602.5

Цель данной книги — помочь работникам школ и внешкольных учреждений развивать техническое творчество школьников, готовить учащихся к творческому труду на современном производстве.

Одним из путей подготовки учащихся к техническому творчеству на современном производстве является целенаправленное обучение школьников основам методики конструирования технических устройств в процессе разработки и изготовления действующих моделей машин, приборов, аппаратов.

Успешному обучению школьников в процессе внеклассной работы в наибольшей степени способствуют учет их интересов, добровольность в выборе объектов конструирования и общественно полезная направленность работы учащихся в кружке.

В предлагаемой книге общая методика конструирования показана на моделях транспортных машин в силу следующих соображений:

1. Модели транспортных машин пользуются большой популярностью у школьников всех возрастов, так как этими моделями можно играть, их можно постоянно совершенствовать, их можно дарить друзьям.

2. Конструирование моделей транспортных машин открывает широкие возможности для различного рода доступных детям аналогий с большой техникой.

3. Конструирование этих моделей позволяет наиболее полно и в доступной форме показать школьникам логику технического творчества в процессе конструирования.

4. В процессе конструирования моделей транспортных машин находит наиболее полное отражение содержание общей методики конструирования технических устройств.

5. Процесс конструирования подобных моделей допускает использование как алгоритмических, так и эвристических приемов в процессе решения технических задач.

6. При конструировании транспортных машин можно постоянно показывать учащимся действие основных законов природы, помогать им глубже осознать необходимость использования этих законов (т. е. знаний, получаемых в школе на уроках) в решении практических технических задач.

7. Поскольку процесс конструирования в кружке включает в себя решение конструкторских, технологических и организационных задач с последующим изготовлением и испытанием модели (устройства), руководитель получает возможность формировать у учащихся общепроизводственные навыки (например, навыки планирования работы, организации рабочего места, ручной и механизированной обработки различных материалов, составления технической документации и пользования ею, творческой работы в

коллективе, общие навыки культуры труда и некоторые другие).

В книге наиболее подробно рассмотрены вопросы общей методики конструирования, так как вопросы технологии изготовления простых изделий в достаточном объеме даются в школе на уроках труда. Вопросы технологии изготовления отдельных деталей, сборки и подгонки их в узлах и механизмах достаточно широко освещены в специальной литературе.

Как изготавливать детали, как собирать техническое устройство, неплохо знают сами руководители технических кружков.

Поэтому в книге основное внимание уделено начальным этапам осознания и формулировки возникающих технических задач на каждом этапе разработки моделей.

При конструировании технических устройств разработчик постоянно попадает в ситуации путника, стоящего на развилке многих дорог. В книге подчеркивается роль знаний, которые являются компасом при выборе верного и более короткого пути к сформулированной цели. Приведенные в книге иллюстрации могут служить пособиями на отдельных этапах конструирования.

В ходе предварительного обсуждения рукописи с методистами станций и клубов юных техников выяснилась необходимость включения в книгу некоторых исторических сведений о двигателях и движителях, о возникновении той или иной конкретной конструкции. Эти сведения приводятся в ограниченном количестве, но с указанием соответствующих источников.

В целом в книге предпринята попытка в логической последовательности ознакомить читателя с одним из возможных подходов к обучению школьников основам общей методики конструирования технических устройств, не вдаваясь в область специальных дисциплин (сопротивление материалов, теоретическая механика, теория машин и механизмов, материаловедение и др.).

В книгу включено большое количество задач, заимствованных из задачников В. Г. Зубова, Н. И. Гольдфарба, М. Е. Тульчинского, из периодической печати, в частности, из журналов «Моделист-конструктор», «Юный техник», «Наука и жизнь».

Существенную помощь автору оказали сотрудники сектора трудового воспитания и технического творчества Научно-исследовательского института трудового обучения и профессиональной ориентации АПН СССР, а также журнала ЦК ВЛКСМ «Моделист-конструктор». Руководство Ногинского научного центра АН СССР и коллектив лаборатории естественно-научных факультативов при экспериментальной школе № 82 АПН СССР создали все необходимые условия для завершения работы над книгой.

Автор считает необходимым также выразить свою признательность кандидату физико-математических наук В. И. Шевцову, оказавшему значительную помощь при обработке материала для методического пособия, и работникам Центральной станции юных техников РСФСР, которые в ходе обсуждения внесли ряд ценных предложений.

ГЛАВА I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА КРУЖКА

Помещение

Помещение для работы кружка должно отвечать требованиям санитарно-гигиенических норм и правил техники безопасности, установленным для помещений, где работают дети. В наиболее удачном варианте оно состоит из трех комнат (рис. 1), в которых размещаются:

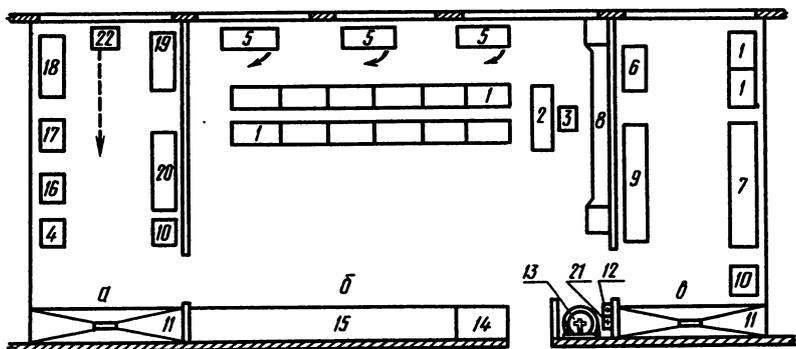


Рис. 1. Размещение оборудования в помещении для работы конструкторского кружка:

а — мастерская; *б* — рабочая комната; *в* — лаборантская; 1 — рабочие столы; 2 — стол учителя; 3 — стул; 4 — заточной станок ЭГ-62; 5 — чертежные столы; 6 — книжный шкаф; 7 — испытательный стенд; 8 — встроенная стенка с классной доской; 9 — стол для настройки и проверки аппаратуры; 10 — ящик для мусора; 11 — вытяжной шкаф; 12 — электросушитель для рук; 13 — умывальник; 14 — шкаф для рабочей одежды; 15 — встроенные шкафы для хранения моделей и материалов; 16 — сверлильный станок НС-16; 17 — фрезерный станок НГФ; 18 — муфельная печь; 19 — токарный станок ТВ-16 (ТВШ-4); 20 — шкаф для инструмента; 21 — аптечка; 22 — комбинированная пила-фуганок КСФШ-4

мастерская механической обработки материалов; здесь же выполняют окрасочные работы, хранят различный электрифицированный инструмент и часть материалов;

рабочая комната для теоретических занятий, изготовления и сборки технических устройств;

лаборантская для экспериментальных исследований на испытательном стенде и т. п.

Во внешкольных учреждениях занятия организуют в одной-

двух комнатах, а в школах — в учебных мастерских. Школьные кабинеты имеют лаборантские, где можно хранить материалы и готовые изделия.

Рабочую комнату оформляют наглядными пособиями, готовыми изделиями кружковцев, фотографиями ученых.

Оборудование и инструмент

Оборудование конструкторского кружка комплектуют так, чтобы обеспечить выполнение всех видов работ. Перечень его определяет руководитель кружка с учетом возможностей учреждения, при котором работает кружок, и утверждает руководитель этого учреждения.

Можно рекомендовать следующий необходимый минимум оборудования для конструкторского кружка:

станки для механической обработки материалов: токарный ТВ-16 или ТВ-4 (2 шт.), фрезерный НГФ (1 шт.), сверлильный НС-12 (1 шт.), комбинированный для обработки древесины КСФШ-4 (1 шт.), заточный ЭГ-62 (1 шт.);

муфельную печь для термообработки различных материалов. Окрасочные работы желательно проводить в вытяжном шкафу. Чаще всего их выполняют пульверизатором (иногда кисточкой), а надписи на моделях — с помощью трафаретов;

рабочие столы, в качестве которых можно использовать лабораторные столы из унифицированных деталей. В рабочей комнате следует иметь два-три места для слесарных и столярных работ. Наиболее целесообразно применять комбинированные верстаки (рис. 2).

Для чертежных работ устанавливают два-три кульмана или столько же чертежных столов. Вдоль глухих стен размещают шкаф-стенку, который можно изготовить из древесно-волоконистых плит.

Обычно в кружке постепенно накапливается различное самодельное оборудование (испытательный стенд, устройства и приборы для замера различных параметров разрабатываемых технических устройств), поэтому необходимо предусмотреть место для его хранения. Постоянное место отводят библиотечке.

Инструмент для работы должен быть предметом повседневной заботы руководителя и кружковцев. Одна из главнейших задач руководителя кружка — научить школьников ценить хороший инструмент, приспособление, станок, понимать насколько они облегчают работу, дают выигрыш в затратах труда и времени. Хороший инструмент делает труд приятным.

Руководитель обязан в совершенстве владеть приемами работы всеми видами инструмента и оборудования, имеющегося в кружке. Больше того, говоря словами физика Франклина, — обязан «уметь пилить сверлом и сверлить пилой».

Организуя конструкторский кружок, необходимо иметь началь-

ный (минимальный) запас инструмента, который в дальнейшем будет пополняться.

Инструмент для работы на станках: резцы по металлу и стамески по дереву, сверла дисковые, пальчиковые и фигурные фрезы, зенкеры и развертки, машинные тиски, делительная головка, люнеты.

Слесарный инструмент: молотки, ножовки и ножницы по металлу, электрические паяльники (желательно на 36 В), ручная дрель, зубило, кернер, крейсмесель, шаберы, щупы, резьбонарезной инструмент, плоскогубцы, круглогубцы, комплекты напильников, ножовочные полотна по металлу, отвертки, надфили, металлические линейки, кусачки и другое.

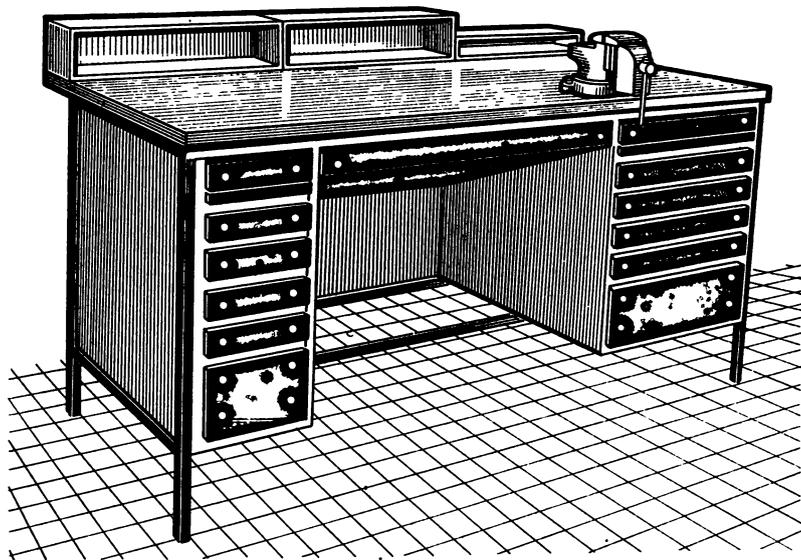


Рис. 2. Слесарно-сборочный верстак. Материал — фанерованная столлярная плита, листовой алюминий, стандартная стальная труба квадратного сечения. Каркас стола цельносварной, остальные элементы сборно-разборные

Столярный инструмент: ножовки по дереву, лучковые пилы, коловорот, перки, стамески, рубанки разных размеров, ножи и скальпели, киянки, шило, лобзики и полотна к ним, буравчики.

Измерительный инструмент: линейки, штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмас, микрометры, радиусомеры, щупы.

Электрифицированный инструмент: электродрель, электролобзик, электрокраскопульт.

Хранят инструмент в зависимости от конкретных условий рабо-

ты кружка в специальных шкафах, ящиках, кассетах, пеналах или на специально изготовленных досках.

Материалы

В кружке должны быть: ватманская бумага, калька, клей (казеиновый, силикатный, № 88, ЭД-5 и др.), жель, проволока, угловая сталь разных размеров, древесина различных пород, картон, пресс-шпан, наждачная бумага, пластмасса в листах, оргстекло толщиной 1—1,5 мм, монтажный провод диаметром 1—3 мм, листовой дюралюминий толщиной 3 мм, металлические трубы диаметром до 5 мм, а также наборы типа «Конструктор» в количестве, достаточном для работы (15—20 шт.). Для наборов «Конструктор» желательно сразу же заготовить прочные деревянные ящики с ячейками для хранения деталей, так как картонные коробки, в которых продаются эти наборы, непригодны для длительного их использования.

Желательно приобрести такие наборы, в которых имеются полосу различной длины и ширины с круглыми отверстиями в них, уголки с одинаковыми и различными (по ширине) полками с отверстиями; плоские и уголковые накладки с продолговатыми и круглыми отверстиями; металлические стержни различной длины диаметром до 4 мм, с резьбой на концах и без резьбы; колеса различных размеров и форм, с отверстиями и без отверстий, но обязательно с приливчиком (фланцем), в котором имеется резьбовое отверстие; цилиндрические и конические шестерни различных размеров, но с одинаковым шагом и с фланцем для крепления на валу; червячные пары, которые можно было бы закреплять на металлических стержнях (на валу); соединительные муфты и шарнирные соединения (например, шарнир Гука); детали крепежа (винты, гайки, стопорные кольца и т. п.).

Для школьного кружка многие из этих деталей можно изготовить в школьных мастерских на уроках труда или во время внеклассной работы.

Детали наборов «Конструктор» целесообразно широко использовать не только для сборки катающихся тележек, подъемного крана, автомобиля и т. п., но главным образом для конструирования демонстрационных приборов и моделей, поясняющих действие известных школьникам законов природы.

Из таких деталей можно быстро собрать, например, весы различных конструкций (блочные, десятичные, Роберваля). Десятичные весы можно использовать в опытах и лабораторных работах, связанных с определением тягового усилия, развиваемого двигателями или движителями разного типа.

Используя колеса и шестерни, можно продемонстрировать работу различных видов передач (фрикционной, зубчатой, ременной, дифференциальной и т. д.), а также некоторые способы преобразо-

вания формы движения, например, вращательного в поступательное и наоборот, получение прерывистого движения и т. д.

Из деталей набора «Конструктор» легко собрать модели некоторых механических двигателей, например, ветряное колесо, флюгер, водяной двигатель, турбину. Эти двигатели, в свою очередь, можно использовать в опытных и в лабораторных работах.

Кроме наборов «Конструктор» желательно иметь наборы типа «Электрон» или «Радиоконструктор». Из деталей этих наборов можно быстро собрать электронные датчики разных типов, приемники, усилители и другие устройства, которые применяются для контроля и управления техническими моделями. Эти наборы дают возможность провести многочисленные опыты по электричеству, радиотехнике, электронике и позволяют ознакомить учащихся с устройством деталей, встречающихся в различных приборах контроля и управления (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, полупроводниковые диоды и триоды). С помощью деталей наборов «Электрон» или «Радиоконструктор» можно ознакомить учащихся с основными приемами сборки, регулировки и наладки радиоэлектронной аппаратуры.

В конструкторском кружке желательно иметь универсальный источник питания. Он избавит руководителя от необходимости постоянно покупать батареи для питания микродвигателей.

Для проверки, настройки и отладки собранных учащимися электронных схем необходимо иметь настроенную и контрольную аппаратуру. В связи с тем что эта работа требует специальной подготовки как руководителя, так и школьников, ее целесообразно выполнять при помощи консультанта-специалиста. Здесь возможна кооперация с кружком электроники или радиотехники, в котором может быть и соответствующее оборудование.

Во многих внешкольных учреждениях имеются самодельные автотрассы, которые позволяют проводить не только соревнования по моделям с электродвигателями, но и ставить интересные опыты, эксперименты, испытания движущихся моделей с электроприводом.

Сведения по технике безопасности

Необходимо соблюдать следующие правила:

поддерживать чистоту в помещении;

установку для испытания двигателей располагать в месте, обеспечивающем безопасность для окружающих;

испытательное оборудование, станки и все дополнительные устройства надежно заземлять, чтобы все металлические части имели одинаковый электрический потенциал;

не хранить в помещении горючие вещества.

Для обогрева комнаты должно применяться только центральное отопление.

В помещении желательно установить телефон и необходимо

иметь противопожарное оборудование и соответствующую инструкцию, а также аптечку, которую хранят в небольшом (примерные размеры 30×18×8 см) настенном шкафчике, расположенном на видном месте. Руководитель кружка лично заботится о пополнении аптечки по мере израсходования.

Шкафчик должен запираяться, ключ от него находится у руководителя.

СОСТАВ АПТЕЧКИ

Борная кислота (2%-ный раствор)	1 флакон
Йод (5%-ная настойка) в склянке с притертой пробкой	1 склянка
Марганцевокислый калий (навеска, готовая к разведению водой)	1 флакон
Марганцевокислый калий	10—15 г
Спирт нашатырный	1 флакон
Капли валериановые (или эфирно-валериановые)	1 —»—
Сода двууглекислая (питьевая) в растворе	1 —»—
То же в порошке	50 г
Мазь от ожогов	1 склянка
Вазелин борный	1 тюбик
Пакеты перевязочные индивидуальные	2 пакета
Вата гигроскопическая	1 пачка
Бинты марлевые стерильные двух- и трехвершковые	2—3 шт.
Салфеточки марлевые стерильные	2 пакета
Бумага компрессная	1 пачка
Градусник медицинский	1 шт.
Пинцет	1 —»—
Пипетки капельные	3 —»—
Ванночка глазная	1 —»—
Жгут резиновый	1 —»—
Булажки безопасные	6 —»—

Целесообразно ввести в кружке рабочую форму, которая может состоять из нарукавников, халатов или форменных рубашек. При работе на станках и с клеями нужно иметь головной убор.

В кружке должен быть журнал по технике безопасности, в котором школьник расписывается после получения инструктажа. В журнал записывают фамилии ребят, допущенных к тем или иным работам: механической обработке на станках, термообработке и т. д.

Наглядные пособия

Наглядные пособия для занятий в кружке руководитель, как правило, разрабатывает сам и изготавливает их в кружке вместе с учащимися.

Реальные (натуральные) объекты — двигатели разных типов, реле и переключатели, иногда разрезы различных узлов и механизмов, наборы механизмов, передач разных типов и другие технические объекты, которые могут восприниматься школьниками непосредственно.

Макеты (технические модели), изготовленные ранее в кружке.

На этих моделях можно показать школьникам особенности устройства различных деталей и узлов, сравнить их с прототипами, показать их в работе, объяснить технологию их изготовления и т. п. Модели эти, как правило, действующие.

Таблицы, в которых дается систематизированная характеристика различных технических устройств. Таблицы классификации технических моделей помогут учащимся правильно сформулировать назначение выбираемых ими моделей.

Фотомонтажи и рисунки, на которых реальные объекты представлены в одной плоскости. Содержанием фотомонтажей может быть, например, систематизированная картина развития советского автомобилестроения, тракторостроения, судо- и авиастроения.

На занятиях кружка широко используются фантастические рисунки детей. Содержанием этих рисунков обычно бывает изображение техники, которой еще нет, фантастические проекты и т. д.

Чертежи желательно иметь в масштабе 1 : 1, если технические модели транспортных машин небольшие. В этом случае школьник сверяет размеры деталей путем наложения на чертеж, ему легче сделать сборку модели. Необходимо, чтобы чертежи отвечали требованиям ГОСТов.

Графики и диаграммы используются на занятиях в кружке при объяснении режима работы двигателей, при показе динамики роста производства различных видов техники в нашей стране и т. д.

Схемы представляют собой систему знаков, символов, которые замещают реальные объекты и помогают более четко понять принцип действия какой-либо машины или аппарата. В работе конструкторского кружка к схемам (кинематическим, электрическим) приходится обращаться очень часто.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Албычев П. В. Механика и «конструктор Меккано». М.—Л., Изд. ОНТИ, 1937, 72 с.
- Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике, т. 1. М., «Наука», 1973, 608 с.
- Горячкин Е. Н. Основные детали самодельных и упрощенных приборов. М., Учпедгиз, 1953, 840 с.
- Зубов В. Г., Шальнов В. П. Задачи по физике. М., «Наука», 1972, 272 с.
- Клуб молодых изобретателей. М., «Молодая гвардия», 1962, 416 с.
- Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления. М., «Педагогика», 1975, 304 с.
- Марголис А. А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Просвещение», 1968, 390 с.
- Машина. Под общ. ред. И. И. Артоболевского. М., «Молодая гвардия», 1959, 510 с.
- Общетехнический справочник. Под ред. проф. А. Н. Малова. М., «Машиностроение», 1971, 464 с.
- Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике. М., «Просвещение», 1972, 240 с.

ГЛАВА II. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ В КРУЖКЕ

Цели и задачи

Наиболее распространенной организационной формой развития технического творчества учащихся является кружок. Технический кружок — это добровольное объединение учащихся на основе общего интереса к конкретной отрасли техники или направлению научно-технического творчества.

Кружки все чаще создаются по проблемному принципу. Этот принцип постепенно идет на смену предметному принципу, на котором часто еще базируются технические кружки. Основным направлением в работе технических кружков является техническое творчество.

Известно, что любая творческая деятельность предполагает получение новых, ранее неизвестных данных. Но получение результатов, обладающих объективной новизной, как правило, характерно для творческой личности с высоким уровнем общекультурного развития.

Поскольку общее развитие школьников находится в стадии становления, а результаты их творчества чаще обладают новизной субъективной и проявляются как оригинальность в решении известных задач, то техническое творчество учащихся можно рассматривать как творчество учебное.

Вместе с тем принципы обучения творчеству разработаны еще крайне недостаточно. Но известно, что активная творческая деятельность возникает при наличии познавательной или практической задачи. Поэтому основой педагогического руководства техническим творчеством учащихся является постановка перед ними последовательного ряда постепенно усложняющихся технических, конструкторских и технологических задач и обучение рациональным способам их решения.

Отсюда основным содержанием работы в кружке должна быть конструкторская разработка технических устройств с последующим их изготовлением. Наиболее целесообразным, эффективным методом работы в кружке является метод решения конструкторских и технологических задач.

Сама по себе, даже наиболее прогрессивная и перспективная форма работы еще не обеспечивает высоких результатов воспитания и обучения школьников. Для достижения успеха необходимо

прежде всего ясное понимание основной цели и задач кружка, четкое определение критериев оценки работы.

Ценность работы в кружке правильнее всего определять исходя из того, какие навыки, умения (приобретенные в кружке) переносит школьник на свою практическую деятельность. Если говорить об узкопрофессиональных (слесарные, монтажные, работа с приборами и т. д.), так эти навыки учащиеся могут получить на уроках труда, на практикуме, на лабораторных занятиях и факультативах по физике, химии, а после школы — в ПТУ, техникуме. Овладение такими навыками само по себе еще не обеспечивает творческого подхода к работе.

Главную цель занятий в техническом кружке можно сформулировать так: научить целенаправленно применять имеющиеся знания и практические навыки при разработке и изготовлении технических устройств, т. е. научить решать практические производственные задачи.

Отсюда общественно полезная направленность работы технических кружков определяется не количеством поделок и даже не количеством сэкономленных рублей, но главным образом ростом активности школьников в изучении конкретных предметов (физика, химия, математика), более осознанным приобретением навыков труда, повышением интереса к конкретным профессиям, необходимым сегодня в конкретной отрасли, на конкретном производстве.

При этом желательно, чтобы сами объекты работы имели общественно полезную значимость, были нужны школе, внешкольному учреждению или могли быть использованы на шефствующем предприятии, в сельскохозяйственном производстве.

Здесь необходимо отметить, что имеются определенные различия в понятиях «общественно полезная направленность технического творчества школьников» и «общественно полезный труд в кружке».

Общественно полезная направленность должна быть всегда. Общественно полезный труд организуется на определенных этапах работы кружка. Например, учащиеся разработали и изготовили усовершенствованное наглядное пособие — их работа носила ярко выраженную общественно полезную направленность. Другие школы изъявили желание приобрести такие наглядные пособия. В кружке организуется изготовление данного образца (игротека, прибор, модель). Творчество проявляется теперь уже в организации изготовления: принципы разделения труда, разработка приспособлений, повышающих производительность труда и его качество. Общественно полезным труд кружковцев становится тогда, когда его используют при оборудовании школьных кабинетов техническими средствами обучения, при оборудовании школы различными автоматическими устройствами, например, для подачи звонков, для продажи карандашей, резинок, тетрадей и т. д.

Такой подход к техническому творчеству дает возможность привить школьнику не только навыки и умения модельщика, но поднять его до уровня конструктора-разработчика технических

устройств, организатора общественно полезных дел. Такой подход позволяет и более точно определить критерии оценки результатов работы в технических кружках. Он помогает организовать более четкую связь с учебными предметами политехнического цикла школьной программы.

Эту связь целесообразно осуществлять постоянно в процессе разработки и изготовления технических устройств.

Уже в самом начале конструирования необходимо бывает определить главный принцип действия будущего устройства, и здесь целесообразно использовать все возможности для познания учащимися основных законов природы, для закрепления, расширения и углубления этих знаний.

При анализе возможных вариантов решения конструкторских задач целесообразно подчеркивать, выделять необходимость глубокого понимания действия основных законов механики, использовать знания учащихся о правилах построения кинематических и электрических схем, об источниках энергии, двигателях и движителях, передающих механизмах и способах соединения деталей.

В процессе решения технологических задач открываются возможности для использования знаний учащихся о физико-технических и химических свойствах наиболее распространенных материалов (металл, пластмасса, дерево, красители, ткани, клеи). Здесь же используются и совершенствуются практические навыки учащихся в ручной и механической обработке различных материалов.

Оформление технической документации на техническое устройство, изготовленное школьником, требует от него знаний основ технического черчения, практических навыков выполнения технических рисунков, эскизов, чертежей.

Постоянные взаимные консультации руководителя кружка с учителями-предметниками способствуют взаимному повышению квалификации, помогают более правильно построить процесс обучения и воспитания школьников.

Знание особенностей преподавания учебных предметов, организации трудового обучения в школьных мастерских помогает руководителю кружка правильнее, глубже уяснить свою роль в формировании и развитии интересов школьника, осознать необходимость приобретения и расширения специальных педагогических знаний, понять необходимость постоянного учета изменяющихся интересов школьника, а также психовозрастные особенности детей.

Для достижения успеха в учебной и воспитательной работе со школьниками на занятиях в конструкторском кружке необходимо осознать и сформулировать принципы, определяемые закономерностями развития техники и технологии, закономерностями самого процесса технического творчества.

Поскольку мы рассматриваем техническое творчество учащихся главным образом как процесс конструирования технических

устройств, то первым принципом здесь, видимо, можно назвать принцип соответствия содержания и методики технического творчества школьников содержанию и методике работы конструкторских бюро (рис. 3). Структура процесса технического творчества должна соответствовать структуре разработки технических устройств по их функциональным узлам с последующей компоновкой всех узлов и механизмов, определением способов их соединения и составления необходимой технической документации.

Выполнение этого принципа означает также, что главным содержанием технического творчества школьников должно быть решение конструкторских, технологических и организационных техни-

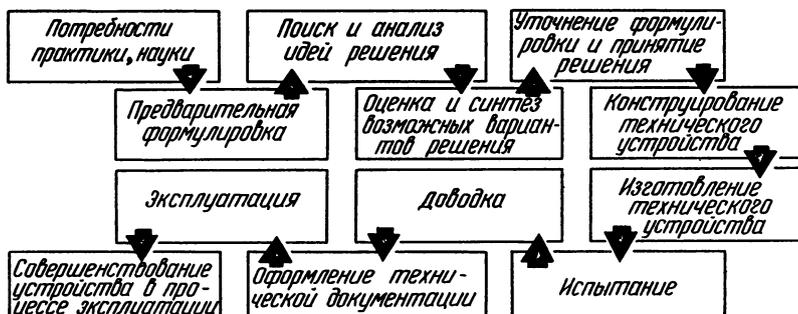


Рис. 3. Примерная схема основных этапов разработки технических устройств, принятая в конструкторском бюро

ческих задач в процессе разработки и практического изготовления опытного образца технического устройства.

При этом понятие «техническое устройство» используется в широком смысле, оно может охватывать как отдельные детали, так и машину, аппараты, механизм и их технические модели в целом.

Далее можно назвать принцип соответствия содержания технического творчества школьников современному уровню развития техники и технологии. Этот принцип определяет применение современных материалов, инструментов и оборудования, а также соответствующие требования и к объему практического труда учащихся, к готовым устройствам, которые разрабатывают и изготавливают школьники. Он обуславливает широкое использование готовых стандартных изделий при конструировании новых технических устройств, а также позволяет вводить на занятиях кружка определенную кооперацию в изготовлении отдельных деталей и механизмов как внутри кружка между его членами, так и между различными кружками в школе, во внешкольных учреждениях или между школой и внешкольным учреждением.

В работе с младшими школьниками этот принцип определяет широкое использование стандартных унифицированных деталей и наборов «Конструктор» разных типов.

Следующим принципом можно назвать принцип соответствия формы и содержания технического творчества школьников. Если в качестве аналога содержания и методики работы в конструкторском кружке определили заводское КБ, то, очевидно, нужно придерживаться принятых там форм организации работы. Известно, что деятельность КБ на разных ее этапах может быть коллективной и индивидуальной. При этом общее число людей, разрабатывающих какую-то идею применительно к конкретному устройству, колеблется в пределах 8—12 человек.

Опыт известных советских рационализаторов и изобретателей показывает наиболее приемлемые формы организации творческого процесса при конструировании технических устройств (рис. 4, дается по материалам Р. Буша).

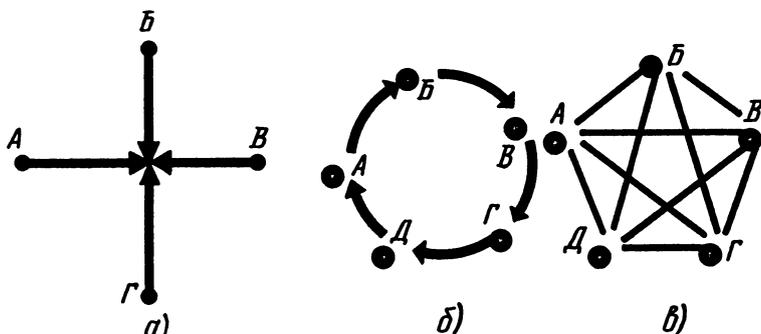


Рис. 4. Формы организации коллективного труда при конструировании технических устройств: а — «звезда», б — «круг», в — «сеть»

При работе по схеме «звезда» каждый член группы решает одну и ту же задачу и сообщает результаты в общий «координирующий центр» (в кружке — руководителю, консультанту).

При работе по схеме «круг» решение одного вопроса является началом разработки другого и т. д.

Схема «сеть» приемлема при коллективном творчестве. При такой организации труда чаще получают оригинальные решения. Эта форма требует максимальной активности, взаимной помощи и слаженности всех членов коллектива.

В конструкторских бюро для повышения эффективности труда разработчиков широко используются различные современные технические средства вплоть до ЭВМ. В конструкторском кружке также целесообразно применять современные технические средства, начиная от простейших трафаретов, оправок, кондукторов и других приспособлений, повышающих качество и производительность труда, до привлечения шефов с их техническими возможностями для выполнения тех или иных расчетов, консультаций.

Не претендуя на полное и исчерпывающее перечисление и ана-

лиз всех принципов, обусловленных спецификой технического творчества в современных условиях, мы ограничимся здесь только напоминанием о важности их учета и назовем основные цели работы с учащимися в конструкторском кружке.

Общобразовательные цели:

помочь учащимся овладеть методами познания, освоения и совершенствования техники;

научить школьников устной и письменной технической речи со всеми присущими ей качествами (простота, ясность, наглядность, полнота);

помочь учащимся овладеть минимумом научно-технических сведений, нужных для активной познавательной деятельности, для решения практических задач, возникающих в повседневной жизни.

Воспитательные цели:

воспитание у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике...» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 152—153);

воспитание у школьников устойчивого интереса к методам технического конструирования, моделирования;

нравственное и эстетическое воспитание учащихся (уважение к людям труда, патриотизм, чувство долга, чувство красоты);

воспитание интереса к содержанию работы новаторов, рационализаторов, изобретателей;

развитие технического мышления учащихся, воспитание у них культуры труда;

Практические цели:

умение применять полученные навыки для решения практических задач;

умение пользоваться различным инструментом, приборами, аппаратами;

умение самостоятельно добывать знания, например, работать с литературой.

Эти цели достигаются на основе определенных четко сформулированных педагогических принципов, основу которых составляют следующие:

организация работы должна обеспечивать максимум самостоятельности школьников в «открытии» закономерностей развития техники;

дидактический материал, используемый на занятиях, должен способствовать развитию технического мышления учащихся;

процесс познания у школьников должен идти не столько посредством зрительных и слуховых восприятий, сколько путем непосредственных, активных и целенаправленных действий, которые ребенок учится координировать.

В кружке кроме вышеназванных широких целей можно поставить более узкие задачи, например:

глубоко изучить определенные области физики, на основе

которых работает устройство, изготовляемое в кружке, с той глубиной, какая возможна при поисковой работе заинтересованного человека;

научить применять некоторые методы исследования и правильно оценивать их возможности (например метод моделирования);

дать возможность школьникам почувствовать себя творцами, искателями, открывателями, охотниками за истиной;

удовлетворить интерес учащихся к конкретной области техники.

Условия работы

Для успешного решения задач воспитания и обучения школьников на занятиях в кружке нужны определенные условия. Главным содержанием работы должно быть решение технических задач различной степени трудности. При этом должны быть обеспечены: поэтапный переход от общей задачи к формулировке ее сути до изготовления технического устройства; поощрение осознанного стремления к переносу известных, освоенных методов и приемов; учет психовозрастных и индивидуальных особенностей кружковцев; поддержание постоянного эмоционального подъема в кружке, поощрение чувства радости, удовлетворения от удачно найденного решения, от правильного применения известных методов, от самого процесса поиска. Испытав однажды чувство радости и удовлетворения от результатов творческой деятельности, школьник будет стремиться испытать это чувство вновь. Со временем это может способствовать выработке привычки работать творчески, с подъемом.

Для овладения методами поиска, методами решения технических задач требуется определенная последовательность развития ума, приучение его к самостоятельной продуктивной работе. С этой целью руководителю необходимо:

систематически включать в свои сообщения элементы теории познания вообще. Такие «включения» вопросов теории познания в заранее обдуманых местах, с учетом возможностей восприятия детей, подкрепленные яркими фактами из истории техники, науки, способствуют выработке у учащихся современного научного мышления;

говоря о главных понятиях, идеях в конкретной области знаний, систематически подчеркивать значение эксперимента и практики человечества в формировании этих понятий и идей;

сообщать сведения о жизни и методах работы крупных ученых, известных специалистов техники, изобретателей, подчеркивать своеобразие манеры их исканий, показывать их отношение к делу.

Руководитель технического кружка должен:

быть компетентным в техническом отношении, чтобы помочь школьнику не только удовлетворить интерес к технике, к творчеству, но и, что главное, расширить и углубить этот интерес до осознанной потребности активно трудиться в конкретной отрасли народного хозяйства, на конкретном производстве;

пользоваться уважением своих кружковцев как организатор и эрудированный специалист;

четко выполнять свои обязанности, быть активным в жизни, в деле, которым он занимается;

уважать кружковцев, видеть в них равноправных коллег, единомышленников, товарищей по совместной работе.

Руководитель, кроме того, должен уметь выявлять и развивать индивидуальные способности каждого кружковца. Школьник вряд ли станет выполнять работу в кружке с подъемом, инициативой, если он не будет знать, чувствовать, что руководитель кружка признает его как работника, как человека. Руководитель должен поощрять рост производительности труда кружковцев в текущей работе, замечать их способности и умения, которые могут быть развиты, а также знать взаимоотношения между кружковцами. В разговоре с учащимися нужно всегда быть доброжелательным, заинтересованным собеседником. Подчеркивать индивидуальные способности учащихся и постоянно показывать роль систематических трудовых усилий для их развития. Открывать учащимся возможные перспективы развития этих способностей. Свои идеи, варианты решений, свою точку зрения руководитель кружка передает учащимся не путем нажима или «ультиматума», но через доверительные беседы, через обсуждения проблемы, как будто бы вскользь подводя школьников к осознанию необходимости рождения данной идеи или добиваясь, чтобы школьники «самостоятельно» подошли к данному варианту решения, чтобы идея руководителя кружка стала их идеей.

Все достижения кружка ставятся в заслугу всему коллективу, если эти достижения являются результатом коллективных действий.

Руководитель кружка должен постоянно заботиться о «климате», в котором работают и отдыхают кружковцы. Для этого целесообразно осуществлять общее руководство деятельностью кружка: если договорились, что и как делать, то при правильном исполнении стараться не вмешиваться. Стремиться к тому, чтобы школьник чаще получал возможность самостоятельно принимать решения.

Руководитель должен быть всегда готовым к тому, что школьник что-то испортит, сломает. На первом году занятий это нормальное явление и не дает повода для наказаний. Наказания в этом случае только нервнируют школьника и иногда могут привести к тому, что он прекратит посещение занятий. Универсальных рецептов здесь нет. Если руководитель уверен, что школьник сломает инструмент (сверло, полотно и т. д.), пусть сделает эту работу сам, но так, чтобы не обидеть школьника.

Если руководитель может выполнить работу красиво, точно, быстро, школьник наверняка захочет подражать ему и обязательно будет искать возможность овладеть приемами работы данным инструментом. Руководителю же нужно заметить это его достижение и найти случай и форму, чтобы отметить успех, например при всех похвалить.

Успех руководителя кружка как главного наставника школьников, проявляющих интерес к технике и техническому творчеству, в большой мере определяется тем, насколько серьезно он относится к своей работе, тем, как он работает над совершенствованием своих профессиональных приемов (педагогических и технических).

Чтобы совершенствовать свое профессиональное мастерство, руководителю конструкторского технического кружка нужно вести самонаблюдение. Можно рекомендовать делать систематические записи, например, по следующим разделам:

I. Я как воспитатель и как техник. Знание дела (техника и педагогика). Способность принимать решения в различных ситуациях. Использование рабочего времени. Отношение к детям вообще и взаимоотношения с ними. Отношение к своим кружковцам и ответственность перед ними.

II. Обязанности и права. Определение своих собственных обязанностей и прав по отношению к кружковцам.

Методы контроля за работой учащихся, критерии оценки развития их способностей.

Пример для подражания для кружковцев и для меня.

Я как организатор коллективного творчества и мои помощники. Пропуски занятий кружковцами, их причины.

III. Поведение учащихся на занятиях. Взаимное уважение («климат»). Сотрудничество — дух коллектива. Периоды спада и причины. Периоды подъема и условия, обеспечивающие их.

IV. Набор в кружок и пополнение. Комплектование групп. Обучение методам обдумывания, организация работы, задания и контроль выполнения, помощь. Поощрения и критерии оценки работы.

V. Решение возникающих проблем (большая часть школьников делает детали неточно, медленно; школьники не умеют думать поэтапно). Личные недостатки учащихся и способы их преодоления.

VI. Общественно полезное значение работы кружка. Содержание работы. Пропаганда работ кружка. Контакты кружка.

Успех занятий кружка зависит не только от того, что руководитель делает в кружке, но в большей степени от того, как он это делает, насколько владеет техникой, искусством педагога, организатора коллективного творчества, насколько глубоко и четко осознает свою педагогическую задачу и результаты своего труда.

Очень важно уже на первом занятии попытаться понять особенности ребят, пришедших в кружок. Условно их можно поделить на такие группы:

1. Учащиеся, имеющие готовые чертежи простейших моделей. Эти дети знают, из каких основных частей будет состоять модель, знают материал, нужный для изготовления отдельных деталей, правильно определяют количество, расход материала. Им необходимо помочь определить порядок изготовления устройства, подобрать инструмент и приспособления, необходимые в работе, составить технологическую карту.

2. Учащиеся, которые могут на словах объяснить, что они

хотят сделать. Они могут показать примерные размеры будущей модели (развести руки в ширину, показать высоту от стола и примерную длину), т. е. школьники зрительно представляют будущую модель «видят» ее примерные размеры и некоторые особенности ее конструкции. Им необходимо разработать, сконструировать желаемое техническое устройство, проделав путь от общей идеи до готового изделия.

3. Учащиеся, которые имеют только желание построить «что-то такое движущееся»: автомобиль, танк, вездеход, планетоход или космический корабль. Эти дети склонны к длительным беседам на фантастические темы. Они охотно рассказывают о себе, часто говорят: «...а я видел по телевизору», «папа говорил, что...», «а вы знаете...» и т. д. Таких ребят бывает трудно мобилизовать на длительную работу. Они охотнее помогают другим кружковцам, особенно тем, у кого работа идет более успешно, без особых осложнений. Такие дети требуют постоянного внимания руководителя кружка к своим идеям, но редко доводят начатое дело до конца. Зато, выполнив какое-то, даже простое дело, задание, они с восторгом говорят об этом с друзьями, рассказывают об этом дома, в школе.

Несмотря на отмеченные различия, в целом для детей в возрасте 12—15 лет характерны эмоциональные переживания по случаю удач и неудач в работе. Они охотно делятся с руководителем кружка о школьных делах. Вместе с тем школьники в этом возрасте еще не могут достаточно полно проанализировать свои поступки и поэтому нередко склонны переоценивать свои возможности. Особенно привлекает их работа, в которой можно проявить свою самостоятельность, смекалку, умение, силу и т. д. Учет этих особенностей способствует правильной организации занятий в кружке.

Имеются заметные индивидуальные различия как в направлении, так и в стиле конструктивно-технической деятельности учащихся. Одни целеустремленно вынашивают какую-то идею, не распыляя свое внимание, мучаются; если им не помочь, они, не справившись с задачей, теряют веру в свои силы. Другая группа учащихся не сосредоточивается на чем-то определенном, у них всегда полно идей, но ни одну из них сами довести до конструктивного выражения не могут, это делают обычно их товарищи. По стилю работы также выделяются учащиеся со спокойным, размеренным темпом работы и учащиеся с большим эмоциональным подъемом во время работы.

Успех всей учебно-воспитательной работы в кружке определяется часто тем, насколько правильно удастся руководителю учесть особенности детей, их интересы и т. п.

Вся работа в кружке должна строиться по плану, который составляется в начале учебного года руководителем на основе примерной программы, утвержденной Министерством просвещения СССР. План утверждается руководителем учреждения, при котором организуется кружок.

При составлении плана можно в определенном смысле гово-

речь о «стратегических» и «тактических» задачах по реализации программы кружка. Общая «стратегия» воспитания и обучения кружковцев строится в соответствии с программой, «тактические» вопросы разработки и изготовления моделей решаются с учетом конкретных возможностей кружка, опыта руководителя и прочее.

При планировании работы целесообразно предусмотреть выступления учащихся с обзором технической литературы, по материалам журналов «Моделист-конструктор», «Юный техник», «Техника — молодежи», «Техническая эстетика», по зарубежным детским техническим журналам, а также показательные выступления кружковцев с моделями на праздниках, их участие в проведении школьных вечеров занимательной техники, экскурсии, встречи с лучшими специалистами в определенных областях техники, инженерами, учеными, рабочими.

При составлении плана работы кружка очень важно помнить, что для руководителя модели, выбранные учащимися для изготовления, являются лишь средством обучения школьников элементам технического конструирования. Для учащихся эти модели выступают в качестве главной цели, и все их действия в кружке направлены на достижение ее. Соображение о том, что навыки конструкторской работы могут им пригодиться в последующей практической деятельности, например, в рационализаторской работе на производстве, в вузе, глубоко осознается ими только на более поздних стадиях участия в техническом творчестве, иногда в конце 2-го и даже 3-го года занятий в кружке.

Комплектование кружка

Комплектование кружка, как правило, проходит во второй половине сентября, после того, как уже уточнено расписание уроков, распределены общественные поручения, решена большая часть школьных организационных вопросов.

Комплектовать кружок желательно из учащихся примерно одинакового возраста и из одной смены. Как показывает практика, количество учащихся в кружке оптимально до 15 человек. Иногда руководитель кружка записывает до 20 человек, с запасом на отсев. Причиной отсева может быть еще не сформировавшийся интерес школьника к определенной практической деятельности, но чаще всего неудовлетворенность кружковца содержанием и организацией работы в кружке. Другими словами, «текучесть» в кружке зависит от квалификации его руководителя, от подготовленности материально-технической базы кружка.

При комплектовании технического кружка у начинающего руководителя обычно возникают трудности. Первая трудность — как провести отбор учащихся для занятий в техническом кружке.

При комплектовании школьного хора, при отборе в драматический кружок, в кружки рисования, в спортивные секции организа-

торы этих видов детской самодеятельности имеют определенные объективные критерии, по которым ведется отбор. Если у человека нет музыкального слуха, вряд ли кто-либо будет настаивать на его занятиях в школьном хоре.

Для успешных занятий техническим творчеством также необходим определенный комплекс качеств, развитых до определенного уровня. Предварительное их выявление и развитие могут осуществляться на уроках труда в школьных мастерских, иногда дома при помощи родителей.

Основной успеха в техническом творчестве являются прежде всего прочные знания учащихся, но в практике замечено, что и неуспевающие учащиеся иногда достигают значительных успехов, и уже как следствие занятий по технике — улучшается их общая успеваемость. Значит, низкая успеваемость не может быть причиной отказа в приеме в технический кружок.

Известно также, что занятия техническим творчеством требуют от человека внимательности, усидчивости, терпения, дисциплины. Но в практике замечено, что «трудные» школьники часто достигают в техническом труде больших успехов, чем дисциплинированные отличники. Значит, и недисциплинированность подростка также не может быть причиной отказа в приеме.

Возраст учащихся в определенной степени может быть критерием, но при этом необходимо учитывать и индивидуальные особенности детей. В практике работы технических кружков в школах и во внешкольных учреждениях широко распространены такие формы работы, когда в кружки первого года занятий набирают учащихся примерно одного возраста 4—6-х классов. Тогда в кружках второго-третьего года занимаются школьники 7—8-х классов.

День записи должен быть известен всем учащимся. Для этого вывешивают объявление с указанием времени и места проведения записи. Письменное объявление дублируется сообщениями школьного радиоузла.

При записи в кружок руководителю необходимо лично побеседовать с каждым желающим заниматься. В процессе собеседования желательно выяснить причины, побудившие школьника придти именно в этот кружок, что может облегчить решение организационных вопросов, поможет более четко определить содержание работы каждого кружковца, полнее учесть интересы школьников при определении их обязанностей в кружке. Часто дети идут в конкретный кружок главным образом потому, что его ведет конкретный понравившийся им, заинтересовавший их человек.

Если число желающих заниматься в кружке превышает 15 человек, то для остальных ребят целесообразно назначить постоянные дни консультации. Необходимо выяснить возможности шефствующего предприятия, а также близлежащих внешкольных учреждений для организации такого рода работы.

В процессе записи в кружок постоянно спрашивают: «А что мы

будем делать?», некоторых интересует вопрос: «А как мы будем это делать?»

При подготовке ответа очень важно сформулировать принцип работы. Ответ руководителя в значительной мере определит настрой учащихся на дальнейшую работу. Например, он ответил: «Будем строить модели (ракет, машин, кораблей, самолетов и т. д.)». Другой вариант ответа: «Будем решать проблемы, связанные с работой моделей (ракет, автомобилей, кораблей и т. д.)». Этот вариант ответа более значителен, и по форме он более импонирует школьникам. Решение проблем, а не только изготовление бумажных, деревянных или металлических моделей! Изготовление моделей в этом случае выступает не как самоцель (сделать модель), но как путь, как необходимый этап в решении конкретной проблемы.

В процессе беседы при записи в кружок целесообразно ознакомить учащихся с некоторыми направлениями поисковой работы в кружке. Если кружок работает не первый год, то школьникам бывает интересно увидеть образцы изделий. Поэтому в день записи в кружок желательно организовать небольшую выставку наиболее интересных моделей и других изделий кружковцев. Многие практики считают, что наиболее существенным для ребят, пришедших на первую встречу, часто бывает впечатление, произведенное руководителем. Его внешний вид, то, как он говорит, как показывает, как обращается к ним. Первая встреча, первая беседа часто во многом определяют характер будущих взаимоотношений руководителя и кружковцев. Впоследствии отношение к предмету обязательно будет связываться с личностью педагога, руководителя кружка, с лицом, познакомившим его с этим предметом, явлением, методом и т. д.

На первой встрече желательно объяснить учащимся цели и задачи занятий в кружке. Более обстоятельно показать им работу технических моделей, изготовленных их предшественниками.

Можно предложить учащимся высказать свои желания. Эти желания руководитель записывает в тетрадь для последующего обдумывания.

Обычно такое предложение сопровождается некоторой паузой, учащиеся часто проявляют нерешительность, поэтому целесообразно предложить им наглядные пособия с картинками различных машин. Как правило, большая часть школьников оживленно обсуждает предложенные им пособия. Можно обратиться к ним с вопросом: «Что вы выбрали из этих картинок?» Наиболее типичный ответ, примерно следующий: «Хотим сделать вот что-то такое (показывает на картинку), движущееся». Этот ответ обычно сопровождается энергичными жестами, иногда учащиеся покидают свои рабочие места, собираются у стола руководителя, продолжают спорить между собой, и если их фантазией не управлять, то они могут говорить очень долго.

Первую встречу можно считать успешной, если всем учащимся

удалось наметить модель для последующей ее разработки и изготовления и все учащиеся ушли с определенным эмоциональным настроением.

Проведение занятий

Занятия строят по принципу: от простого к сложному. Предыдущие занятия должны создавать предпосылку для последующей работы. Это не означает, что все вопросы отрабатываются полностью, и только потом — переход к следующей теме, к следующей работе. Нет, многие темы отрабатываются параллельно. Это вызывается тем обстоятельством, что способности у детей различны. Одни быстро схватывают суть рассматриваемых на занятии вопросов, другие медленнее. То же наблюдается и в овладении навыками практической работы. Поэтому на одном занятии разные учащиеся могут заниматься очень разными работами.

Теоретические сведения необходимо сообщать учащимся в объеме, который позволил бы школьнику правильно понять значение тех или иных технических требований, помог бы более осознанно выполнить работу в кружке. При подготовке к занятиям по разработке и изготовлению конкретных деталей может быть полезной консультация со специалистом или с более опытным руководителем кружка по таким вопросам, как технический расчет детали или механизма, определение технологической оснастки для изготовления отдельных ее частей и т. п.

При подготовке к занятиям желательно уточнить для себя отдельные вопросы методики конструирования, отметить основные этапы решения конструкторских задач.

Особое внимание следует уделить выбору методов для выработки у кружковцев умений:

определять и формулировать суть технической задачи на конструирование;

намечать возможные варианты решения конструкторской задачи.

При подготовке к занятию обычно необходимо:

наметить по учебному плану тему для данного занятия;

сформулировать цель данного занятия (наметить основные задачи, которые должны быть решены на этом занятии);

определить способ проведения занятия (беседа, лекция, практическая работа, экскурсия, испытание модели, разбор испытаний и т. д.);

наметить примерный порядок проведения занятия, последовательность и время (сколько теории, сколько практики);

просмотреть записи в журнале с целью вспомнить, кто из кружковцев и чем занимался на прошлом занятии, в какой стадии работа над моделью у каждого из них, в чем они испытывают трудности;

подготовить материал и инструменты;

определить, кто из кружковцев и на каком станке будет работать;

приготовить шаблоны, оправки, наглядные пособия; вспомогательные материалы;

продумать вопросы для учащихся, чтобы проверить, понятен ли им теоретический материал;

приготовить (когда нужно) технические задачи на конструирование, задачи для теоретического расчета моделей, задачи на сообразительность;

продумать, какие сведения из истории рассматриваемой темы можно сообщить, в какой форме и в какой момент занятий или на перерыве;

продумать, какие интересные для ребят сведения из жизни ученых, занимавшихся изучением рассматриваемого вопроса, можно сообщить на данном занятии;

подготовить рекомендуемую литературу по данному вопросу для показа школьникам;

продумать форму завершения занятия;

проверить по графику дежурства, кто будет заниматься уборкой помещения.

Постоянный деловой контакт с опытным руководителем кружка может облегчить подготовку к проведению занятий.

При подготовке к занятиям руководитель кружка должен постоянно помнить, что он старший товарищ кружковцев, их педагог и наставник.

Напоминаем, что воспитание волевых качеств, а также таких качеств личности, как аккуратность, настойчивость, коллективизм, техническая смекалка, творческая активность, происходит не стихийно. Воспитание волевых качеств — процесс длительный, и силами только кружка здесь вряд ли обойтись. Необходимо проводить эту работу совместно со школой, с родителями.

При определении содержания занятий в кружке целесообразно исходить из общей постановки задачи: разработать выбранное учащимися техническое устройство при некоторых ограничениях обусловленных способом решения, материально-технической базой, возрастными особенностями школьников, уровнем их знаний, умений и практических навыков и т. д. Под заданием творческого характера принято понимать, во-первых, задание, требующее самостоятельного применения учащимися имеющихся у них знаний и умений в измененных условиях; во-вторых, задание, для выполнения которого учащимся нужно самостоятельно или почти самостоятельно приобрести новые знания, овладеть практическими навыками, которых им пока не хватает.

С приобретением опыта работы в кружке целесообразно создать исследовательский совет для обсуждения трудностей и методов работы. В этот совет наряду с наиболее подготовленными кружковцами могут войти и взрослые специалисты-консультанты, иногда это бывшие кружковцы. Исследовательский совет поможет

планировать экспериментальные исследования, более правильно осуществлять разделение труда.

Периодически в кружке проводятся обсуждения, коллективный поиск идей, критика различных вариантов. Здесь также необходим системный подход.

В литературе имеются различные указания по организации работы на этом этапе конструирования. Например, Ханзен предлагает оформлять все данные в таблицу в виде рисунков для последующего анализа. Альтшуллер, Диксон и др. предлагают воспользоваться методом, который известен в литературе как «штурм идей». Суть этого метода заключается в том, что всем участникам работы предлагается высказывать первые пришедшие им в голову идеи для решения возникшей задачи. Идеи эти фиксируются (стенограмма, магнитофонная запись, запись на классной доске и т. д.). При высказывании идей не допускается никакой их критики. Главное — вначале накопить как можно больше идей для последующего их анализа и отбора наиболее подходящих для данного конкретного случая.

Итак, формулируется задача: назвать принцип управления устройством на расстоянии. Далее справа мы будем писать ответы учащихся, а слева свои примечания, для того чтобы понятнее было, как возникает высказываемая школьником идея.

Обратите внимание на инерцию мышления у Ю.

Инерция мышления.

Аналогия.

Аналогия.

Инерция мышления.

Продолжает идею Б. — инерция мышления.

Инверсия.

Ю. Предлагаю радиоуправление.

Б. Программа.

В. Кибернетическое устройство.

А. Бионика.

Ю. Телеуправление.

К. А можно на корде или по проводам.

В. Предлагаю слуховой аппарат, как у человека — 2 уха, справа и слева. Управление звуком.

К. Тогда лучше уж глаза! Управлять можно лучом света, например с помощью лазера.

Б. Можно поставить маяки, и устройство будет двигаться между ними.

К. Можно просто ограничители. Такие камни или плиты поставить на местности, так сразу же пойдет обратно или куда надо: вправо, влево.

А. Есть идея — биотокн через усилитель!

Ю. А можно управлять так: мы даем устройству несколько нужных нам направлений, а очередность их прохождения устройство определяет само.

В. Предлагаю еще идею. Вообще не управлять устройством. Сделать

переднее колесо свободноориентирующимся, и пусть катится. На камнях, на кочках будет сворачивать. И еще такой шуп, чтобы, если обрыв, то устройство сворачивало бы в сторону. Вся информацию о проходимом пути устройство постоянно передает на Землю.

Аналогия.

- Б. На планетоходе устанавливается устройство для обратной связи. Управление с Земли координируется в соответствии с полученной информацией. Например, телекамеры на планетоходе и телевизоры на Земле.

Занятие продолжается дальше. Идеи высказываются легко, одна за другой. При этом все учащиеся получают возможность показать свои знания, умение высказываться. В практике известны и другие методы накопления данных, например, составление таблиц (рис. 5).

Проводить обсуждение целесообразно после проведения предварительных опытов, по накоплению определенных данных, необходимых для принятия решения. Обсуждения способствуют выработке у учащихся самостоятельности суждения. Учащиеся готовятся к таким занятиям, читают техническую литературу, консультируются со специалистами. В ходе обсуждения можно обнаружить оригинальность мышления отдельных школьников. Иногда такие обсуждения помогают увидеть новый подход к решению задачи, наметить план экспериментальных исследований в кружке.

Необходимым условием планирования экспериментов, которые вы собираетесь провести в кружке вместе с учащимися, является хорошее знание существа исследуемого вопроса (проблемы). Учащиеся должны прежде всего понять, для чего проводят они исследования и какие результаты хотят получить. Желательно планировать получение результатов этапами. В связи с этим следует из конкретной проблемы выделить составляющие ее задачи, которые прежде всего надо решить и только после этого можно приступить к проведению экспериментов с целью разрешения общих и более трудных проблем. Рекомендуется брать не более двух-трех тем на год. Большое количество тем в кружке не способствует глубокому изучению каждой из них. При определении конкретных тем необходимо учесть возможности местного окружения.

Следует использовать все возможности для привлечения специалистов в качестве консультантов. Возможно, кружковцам разрешат поставить какие-то опыты или хотя бы посетить лаборатории местного научно-исследовательского института или предприятия.

В городском Дворце пионеров можно выяснить, работает ли городское научное общество учащихся, есть ли там секции по изучению данного вида техники. Если Дворец проводит подобную рабо-

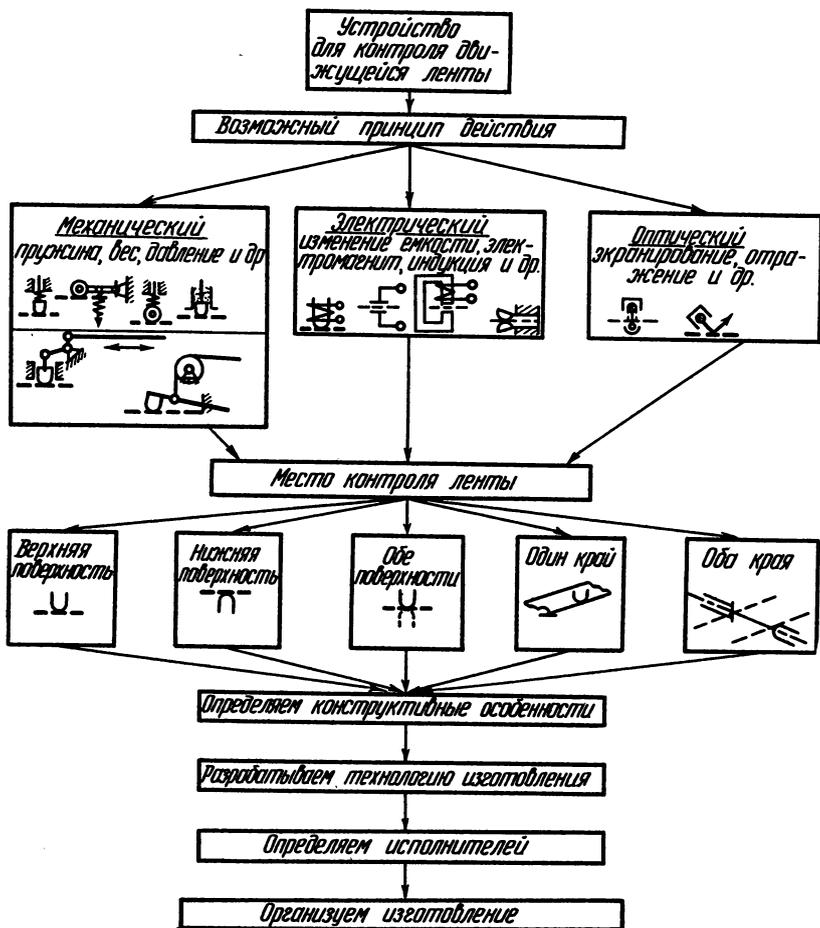


Рис. 5. Основные этапы разработки и изготовления устройства для контроля движущейся ленты

ту, руководитель имеет возможность обращаться за организационной и методической помощью. Если такая работа не проводится, руководитель может стать ее начинателем.

Учащиеся должны знать, что во время выполнения экспериментов возможны ошибки. Редко бывает так, что для получения ожидаемого результата достаточно провести один опыт. Для проверки истинности результата требуется многократное повторение эксперимента. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании работы кружка.

При планировании нужно учитывать и возможности имеющегося оборудования, аппаратуры, инструментов. Выбор аппаратов

и приборов зависит от принятого метода измерений, который, в свою очередь, зависит от рода и характера измеряемой величины, от требуемой точности и скорости выполнения измерений. Для определения искомой величины применяют измерения непосредственные, косвенные и смешанные.

Измерения непосредственные — быстрые и наиболее простые. Они заключаются в том, что сравнивают какую-либо величину данного параметра с соответствующим эталоном или измеряют ее с помощью прибора, оттарированного в единицах той же самой величины.

Косвенные измерения дают возможность увеличить точность оценки исследуемой величины. Например, чтобы определить сопротивление электрической цепи, можно воспользоваться законом Ома. Для этого в формулу подставляют величины напряжения и силы тока, которые находят с помощью измерительных приборов.

Смешанные измерения применяют, когда искомую величину находят на основе ряда измерений, выполняемых в различных условиях, иногда даже разными методами.

В каждом процессе измерения можно выделить следующие операции: вступительные (подготовительные); собственно измерение (измерения); обработка результатов и завершающие операции.

Вступительные операции охватывают такие элементы, как выбор метода измерения, измерительного оборудования, а также монтаж и контроль измерительной системы (цепи).

Собственно измерения охватывают следующие операции:

- определение значения измеряемой величины;
- выбор пределов измерений;
- количественное сравнение измеряемой величины с эталоном;
- считывание (снятие показаний) результата сравнения;
- регистрация результата измерений.

Обработка результатов и завершающие операции охватывают:

- математическую обработку результатов;
- определение точности измерений;
- расшифровку результатов измерений;
- обработку документации измерений;
- демонтаж измерительной установки.

Самая трудная и самая существенная из этих операций — расшифровка результатов, которая основывается на физическом анализе явлений, сопутствующих измерению.

Во время исследований пользуются как эталонами, так и различными приборами. Эталоном может быть любое физическое тело, составляющее меру какой-нибудь величины с определенной точностью. Измерительные приборы, которые позволяют непосредственно считывать измеряемую величину, носят название приборов непосредственного измерения в отличие от косвенных,

которые для определения меры (величины) требуют применения эталонов.

Определив метод измерения, а тем самым и приборы, входящие в состав измерительной установки, можно приступить к следующему этапу — проектированию установки для испытаний. Эта установка должна гарантировать полную безопасность работы, обеспечивать легкость монтажа и демонтажа.

Во многих технических кружках часто приходится конструировать и изготавливать приборы и аппаратуру для снятия фактических характеристик конкретного технического устройства. Разработка и изготовление таких приборов, аппаратов может быть темой конкретного направления работы в кружке.

После завершения подготовительных работ необходимо определить кружковцев, которые будут проводить конкретные эксперименты. Ясно, что более точные результаты в равных условиях получит тот школьник, который лучше понимает суть происходящего процесса, более аккуратен и внимателен. Кроме того, надо четко установить, какой параметр (какую величину) измеряет данная аппаратура, чтобы избежать ошибки. Нужно стремиться также к тому, чтобы испытания проходили постоянно в одинаковых условиях. Каждый новый прибор в измерительной аппаратуре должен быть проверен и испытан, а затем приведен в рабочее состояние. При использовании специальных приборов школьник должен хорошо знать его технические данные, чтобы в будущем обнаружить какие-либо изменения настройки прибора.

Большую помощь в проведении испытаний оказывают систематически выполняемые записи. Записывать желательно в толстую тетрадь, а не на отдельных листах, и обязательно чернилами. На тетради для записей необходимо указать фамилию делающего записи и ставить даты их выполнения. В ней можно также делать примерные чертежи и рисунки (диаграммы и пр.). Данные следует записывать в их непосредственном виде, а не как результат вычисления. Если вас интересует отношение двух наблюдений, причем с точностью до двух знаков, то нужно записать оба эти знака. Кроме того, записывают результаты вычислений и величины тех независимых переменных, которые непосредственно связаны с испытаниями. Необходимо также записывать данные и названия приборов, чтобы по истечении некоторого времени можно было знать, какой применялся прибор и в каких условиях. Такие документы, как фотоснимки, спектры, заметки, сделанные сразу, наспех, должны иметь полное название или обозначение.

При организации экспериментальных работ в кружке нужно учитывать и психологические особенности учащихся. Одни из них имеют медленное восприятие, другие же энергичны и самоуверенны. В то же время как те, так и другие, посвятившие себя исследованиям, обладают обычно двумя чертами: энтузиазмом и верой в свои силы. У некоторых вера в себя достаточно развита, у других ее нужно формировать и воспитывать. Эта черта характера разви-

вается по мере получения правильных результатов экспериментов. Большую помощь может оказать поощрение (одобрение), хорошее отношение или совет со стороны руководителя. Очень важно, чтобы в начальный период исследований школьник взялся за посильную для него проблему, которая не превысила бы его возможности. Если она окажется непосильной, следует предложить ему для решения более легкую задачу.

Экспериментальную работу чаще всего организуют как коллективную. Польза ее очевидна. Люди, привыкшие трудиться коллективно, умеют объединять свои усилия. Кроме того, это дает дополнительные возможности приобретения знаний и умений. Не надо только допускать различные неправильные действия. Часто, например, случается, что один школьник выполняет работу не только за себя, но и за своего товарища, который становится пассивным наблюдателем и следит только за получением результатов. Это приводит к ослаблению уверенности в себе и односторонне развивает способности. Если, например, один кружковец паяет лучше другого, то обычно всю пайку выполняет тот, кто лучше паяет.

К другим часто встречающимся ошибкам относится отсутствие упорства в работе, а также стремление, не окончив одного эксперимента, приступать к новым, которые в данный момент кажутся более интересными. Это часто бывает следствием того, что новая мысль нравится больше и школьник еще не видит трудностей, связанных с ее реализацией. Во время проведения опытов надо придерживаться следующих принципов:

- знать как можно больше об исследуемом предмете;
- применить наиболее эффективный метод исследований;
- убедиться, правильно ли работает устройство (установка), достаточно ли ее чувствительность;

- выяснить чувствительность аппаратуры, чтобы очень большая ее чувствительность не приводила к частым фальшивым тревогам;
- проводить работы систематически, а не хаотически;

- обдумывать, если это возможно, на каждой стадии исследований способ определения направления работ и возможные отклонения в ходе испытаний;

- определить, если это возможно, момент завершения работы (момент, в который будет получено действительное решение проблемы, значение искомой величины и т. п.);

- искать решение данной задачи прежде всего в том направлении, которое наиболее перспективно;

- распределить имеющиеся время, средства и отправные данные в определенных пропорциях, в общем объеме испытаний;

- предусмотреть возможные влияния, которые могут оказать различные помехи на ход работы.

Приведенная методика исследований и экспериментов знакомит школьников только в очень общем виде с элементами научно-исследовательской работы. Но даже в этом объеме она поможет им при опытах, проводимых в кружках.

Кроме того, необходимо помнить, что программа кружка не подменяет учебный курс. На занятиях в кружке желательно не только помочь учащимся глубже понять суть явлений, но главное — дать почувствовать вкус к изучению, к поиску, почувствовать удовольствие от работы в творческом коллективе, объединенном одной идеей.

Подведение итогов

По результатам выполненных в кружке работ целесообразно организовать выставку, пригласив на нее родителей кружковцев, их товарищей по школе. Каждый экспонат нужно сопроводить пояснительной запиской с указанием элементов новизны этого изделия. Если данное техническое устройство отмечено на соревнованиях, конкурсе и т. п., необходимо сказать об этом в этикетке к нему. О лучших кружковцах сообщить в школу, где они учатся. Подведение итогов можно организовать в форме защиты проектов, рефератов. Эта форма наиболее приемлема в работе со старшеклассниками, когда школьники уже обладают определенным запасом знаний, умеют анализировать, логично рассуждать и т. д.

При подведении итогов необходимо обратить внимание на анализ следующих моментов:

1. Успехи кружковцев (продумать возможности поощрения лучших учащихся — ценный подарок, грамота, диплом, благодарность и т. д.).

2. Выполнение намеченного в начале занятий плана.

3. Ошибки, наиболее характерные для большей части кружковцев, их причины и возможные способы преодоления.

4. Перспективы занятий на следующий год.

Завершением работы школьника-экспериментатора является подготовка отчета, пригодного для публикации.

Существуют различные формы публикации результатов. Одни результаты работы могут быть использованы в масштабах клуба, Дворца пионеров, станции и т. п. в виде оформленного реферата, другие — напечатаны в виде статьи, например в журналах «Моделист-конструктор», «Юный техник» и т. д. Следует помнить, для кого предназначена публикация, и с этой точки зрения приблизить ее уровень к уровню читателя, на которого она рассчитана. Содержание работы следует излагать кратко и понятно. Статья должна содержать вступление, общее описание применяемого метода, сведения, относящиеся к исследовательской аппаратуре, результаты измерений, анализ результатов измерений, выводы частные (т. е. отдельные, детальные) и общие, заключение, библиографию и там, где это необходимо, краткое изложение работы целиком (ход эксперимента).

Во вступительной части надо указать, что является содержанием работы и чем была обусловлена необходимость ее выполнения.

В следующей части публикации (статьи) излагаются ход работы, последовательность решения технических задач, технология изготовления деталей, с целью дать возможность читателю полнее представить процесс создания вещи.

Результаты испытаний представляют чаще всего в виде графиков или таблиц, причем следует отличать результаты измерений при испытаниях от результатов вычислений.

В заключении приводится краткий обзор главных результатов работы. Здесь же можно отметить, что еще нужно сделать, можно подсказать направление дальнейших поисков в данной отрасли техники.

Библиография содержит перечень литературы, которой пользовался, либо на которую ссылается автор. Перечень составляется в хронологическом или алфавитном порядке.

Надо еще помнить о соответствующем подборе материалов иллюстративного характера (рисунки, чертежи, фотографии). Рисунки должны быть достаточно выразительны. В связи с этим их выполняют в масштабе 2:1 или 3:1 на кальке тушью. Описание не должно содержать оговорок.

Чертежи могут быть двух видов: одни, выполненные на листе небольшого формата, должны, например, содержать только изображение формы кривой, когда речь идет о графиках и диаграммах; другие, значительно большего формата, должны быть снабжены соответствующей сеткой координат и давать возможность считать точные значения. Считаем, что лучшим решением является сведение экспериментальных данных в обобщающие таблицы, дополненные сравнительно небольшими графиками. Кроме того, рисунки не должны быть перегружены надписями.

Фотографии следует выполнять так, чтобы они были контрастными и на них можно было различать отдельные части устройства в различных ракурсах. В связи с этим следует подобрать фон, освещение и время экспозиции. Применение математических формул надо начинать с элементарных зависимостей или уравнений, происхождение которых показано. Их преобразование должно быть настолько подробным, чтобы читатель мог следить за ходом рассуждения. Алгебраических преобразований можно не приводить. Окончательные формулы лучше всего подавать в виде, наиболее пригодном для использования на практике. Невыполнение этого условия может привести к тому, что читатель будет сомневаться в том, что они были применены в действительности.

Некоторые особенности технических задач и методов их решения в кружке

Технические задачи, которые обычно приходится решать учащимся на занятиях в кружке, можно разделить на следующие группы:

1. Задачи с несформулированным вопросом. В задачах этой группы ни прямо, ни косвенно не формируется вопрос, но из данных отношений он логически вытекает. Постановка задач в такой форме помогает выяснить, понимает ли школьник суть задачи или видит в ней только несвязанные элементы (тогда — как ему помочь связать их). Если задача ясна и учащийся схватывает ее суть, то может ли он подтвердить это словесным определением, может ли сформулировать главный вопрос технической задачи?

2. Задачи с неполным составом условий. В таких задачах отсутствуют некоторые данные, вследствие чего дать точное их решение не представляется возможным. Чтобы точно указать на недостающие элементы, необходимо понять, «увидеть» всю структуру будущего технического устройства, иначе определить недостающий элемент и точно сформулировать задачу затруднительно.

3. Задачи с точным условием. При разработке конкретных технических устройств такие задачи встречаются постоянно. Когда главный принцип работы технического устройства в целом определен, еще не ясно, как будут соединены отдельные его детали, как будет передаваться усилие, движение в подвижных соединениях. Не всегда ясно, что целесообразнее использовать в качестве источника энергии и движителя. Эти задачи школьники решают более уверенно, нежели задачи двух предыдущих групп.

Учащимся 4—6-х классов целесообразно предлагать из этой группы следующие задачи:

1) определить оптимальный тип двигателя для конкретной движущейся модели. Предлагается на выбор резиномотор, пружинный двигатель, электродвигатели (3—24 В), микродвигатель внутреннего сгорания (МК-12, МК-16 и т. д.);

2) определить способ передачи движения, например, от вала двигателя на колесо, причем под разными углами, в зависимости от того, как лучше установить двигатель. При этом учащимся предлагаются таблицы, наглядные пособия, конкретные устройства для передачи движения;

3) определить способы соединения деталей технического устройства:

а) соединить шасси движущейся модели с корпусом. Эта задача решается при изготовлении автомоделей различного типа, аэросаней, вездеходов и других моделей транспортных машин;

б) закрепить на корпусе различные детали, такие, как фары, антенны, различные петли, скобы и т. п.;

в) закрепить подвижные части колеса, шагающие устройства, машущие устройства, устройства для передачи усилий в различных направлениях;

г) разместить и закрепить различные электротехнические и радиотехнические устройства на моделях, макетах;

д) закрепить движители;

е) найти форму и размер отдельных деталей технических устройств.

Решение этих задач тесно связано с технологией изготовления отдельных деталей, например:

В каждом конкретном случае необходимо помочь школьнику увидеть большое многообразие путей для реализации замысла, решения конкретной практической задачи. Это, в свою очередь, способствует поддержанию постоянной творческой атмосферы поиска в коллективе кружка.

Решение технических задач осуществляется чаще всего следующим образом:

1. Кружковец сам определяет и формулирует суть задачи (руководитель при этом наблюдает, как и на каких этапах он это делает);

2. Нужная формулировка приближена к ученику в виде другой, вспомогательной задачи, которая предлагается руководителем в определенные моменты, на ранних и поздних этапах решения основной технической задачи;

3. Кружковцу предлагается какой-то один «элемент» решения, дается определенный поворот мысли, помогающий уяснить суть технической задачи, своего рода подсказка, которая вводится на разных этапах работы.

Изготовление простейших моделей по заранее разработанным инструкционным карточкам не требует от учащегося обдумывать и определять каждый очередной шаг. При разработке сложных технических устройств занятия технических кружков целесообразно организовать так, чтобы обстоятельства работы вынуждали учащихся постоянно определять, формулировать суть возникающих технических задач, намечать возможные в данном случае варианты их решения и принимать наиболее грамотные решения. Основанием для этого может служить то, что в повседневной жизни, на производстве, в науке чаще встречаются задачи без конкретных указаний о порядке их решения, и порой не все данные в условии известны.

Решение конструкторских задач осуществляется в несколько этапов. Вначале основное внимание уделяется выяснению сути конструкторской задачи, составлению точной формулировки, отражающей главное содержание конструкторской задачи. Необходимо научить школьников определять конструкторскую задачу в общем виде и затем переходить к конкретной формулировке задания.

На следующих этапах работы учащиеся намечают возможные варианты решения конкретной технической задачи. Например: найти главный принцип работы технического устройства, определить источник энергии для обеспечения необходимой мощности при заданной скорости движения и при определенном грузе, весе устройства, при известных сопротивлениях, найти рациональный двигатель, определить оптимальный способ передачи движения, найти способы соединения деталей, выбрать материал для их изготовления и т. п.

Учащиеся, используя знания, полученные на уроках физики,

математики, а также наглядные пособия, составляют таблицы возможных вариантов решения технической задачи. На этих этапах они получают консультации руководителя кружка, иногда для консультаций привлекаются специалисты.

На каждом этапе работа завершается принятием решения по реализации ранее сформулированной цели. Решение всегда должно учитывать реальные возможности изготовления технического устройства в условиях кружка. Этапы эти повторяются по мере изготовления отдельных деталей и узлов и всего технического устройства.

Приступая к решению любой задачи, человек опирается на свой предыдущий опыт, т. е. пытается решить ее теми способами, которые ему уже известны. В том-то и смысл накопления опыта, что он позволяет не решать каждую задачу заново. Однако оптимальное решение не всегда находят в прошлом опыте. История науки и техники показывает, что иногда решение возможно только при отбрасывании некоторых аксиом и замены их новыми. В психологии стала уже классической задача: как с помощью шести спичек составить 4 равносторонних треугольника. Для многих эта задача представляет значительную трудность. Дело в том, что чаще всего спички раскладывают на столе — в плоскости. А в плоскости эта задача неразрешима. Ее можно решить лишь «выйдя из плоскости», построив объемную фигуру — тетраэдр.

Некоторые из нерешивших после того, как им сообщат решение, даже заявляют, что задача составлена неправильно: в условии не сказано, что можно выходить из плоскости. Но ведь в условии не говорится, что этого делать нельзя! Это ограничение решающий поставил сам себе. Нечто подобное встречается и в работе юных конструкторов.

Руководителю кружка полезно иметь в виду эти особенности творческого мышления. Существуют различные помехи, тормозящие или сильно мешающие творческому процессу, например, такие, как психологическая инерция мышления.

Психологическую инерцию мышления может характеризовать выражение «идти по проторенной дорожке». Психологическая инерция часто бывает следствием обучения. Если изучен какой-либо конкретный метод, то вполне естественно, что появится желание использовать его снова. Если кто-либо из учащихся, несмотря ни на что, старается реализовать какой-либо конкретный, известный по прежней практике (или по книгам и т. д.) метод, вместо того чтобы искать наилучший, то в этом случае налицо психологическая инерция (нужно отличать от настойчивости). Определенные обстоятельства усиливают психологическую инерцию или способствуют ее появлению, например нетерпение или состояние напряжения, привычка списывать.

Бороться с этой трудностью относительно легко, если постоянно напоминать о ней и чаще ставить задачи на смекалку. Для примера приведем несколько таких наиболее популярных задач.

1. Запишите первые слова, которые возникнут в вашей памяти при чтении следующего текста:

великий русский поэт; фруктовое дерево; крупное домашнее животное; домашняя птица.

2. Два путника одновременно подошли к реке и просят у рыбака лодку, чтобы переехать на другую сторону. Рыбак дал лодку, но с условием, чтобы в ней ехал только один человек и чтобы потом ее вернули на то место, откуда взяли. Требуется объяснить, как путникам удалось все это сделать.

Ответы: 1. Пушкин, яблоня, корова, курица.

Если Ваши ответы не совпали с нашими, тем лучше, Вы преодолели «инерцию мышления».

2. Путники подошли к реке с двух сторон.

3. Задача о кувшинах. В табл. 1 буквами А, В, С обозначены три кувшина разной емкости, на которых отсутствуют деления, указывающие доли объема. Кувшины используются для переливания определенного количества воды в находящийся здесь же сосуд, емкость которого неизвестна. В трех столбцах, обозначенных А, В, С, записаны емкости соответствующих кувшинов в девяти различных задачах.

Таблица 1

Задача	А	В	С	Искомая величина	Решение
1	10	7	5	8	$A-B+C$
2	20	15	1	6	$A-B+C$
3	14	3	2	13	$A-B+C$
4	18	10	7	15	$A-B+C$
5	11	8	6	9	$A-B+C$
6	12	9	7	10	$A-B+C$
7	18	13	9	14	$A-B+C$
8	13	10	8	11	$A-B+C$
9	23	18	9	14	$A-C$

Предлагается решить эти задачи в уме и как можно быстрее. Дело в том, что все они решаются по одной формуле: $A-B+C$, но последнюю задачу можно решить с использованием только двух кувшинов: $A-C=14$. Большинство людей, убедившись в надежности испробованного метода, переносят его на последнюю задачу, решение в этом случае не назовешь творческим.

Среди задач этой группы можно предложить школьникам и такую.

4. Показываете школьнику свои ладони с растопыренными пальцами и ставите вопрос: «Сколько видите пальцев?»

Школьник обычно отвечает: «Десять». Тут же без промедления

предлагаете следующий вопрос: «А на десяти руках сколько пальцев? В ответ часто можно услышать: «Сто».

Здесь то же проявление «инерции мышления».

Такие задачи иногда помогают в определенном смысле снять напряжение, которое может возникнуть при решении трудных для школьников технических задач.

Кроме того, в работу вносится элемент неожиданности, игры, забавы, что особенно важно в работе кружка первого года занятий, когда у школьников можно наблюдать некоторую скованность мышления и действий.

Иногда нужно начинать занятие с решения подобных задач. Опыт показывает, что неожиданное, необычное начало каждого занятия в значительной мере способствует поддержанию высокого темпа в течение всего занятия. Школьники, приходя на занятия, привыкают быть в постоянном ожидании необычного поворота событий и часто сами пытаются искать необычные нестандартные решения технических задач, т. е. у них развивается одно из качеств, присущих рационализаторам, изобретателям, исследователям — оригинальность мышления.

Можно привести известные факты из истории развития техники. Например, паровая машина. Сначала она качала воду из шахт, и люди считали ее деталью насоса. Лишь спустя много десятилетий они догадались, что машина может выступать и в другой роли. И тогда появились пароход, паровоз и т. п.

Архимедов винт. Вначале он поднимал воду, а потом выяснилось, что он может служить двигателем теплохода, самолета.

Генератор тока может работать как электродвигатель, а катушка Румкорфа — как трансформатор.

Такие прозрения приходят и по сей день. Сравнительно недавно догадались, что лампа-диод, считавшаяся всего лишь выпрямителем тока, является одним из преобразователей тепловой энергии непосредственно в электрическую. Крылья самолета натолкнули на мысль о подводных крыльях корабля.

Или другой пример. Можно достигнуть больших успехов в совершенствовании жилища. Английский архитектор Майкл Вебб предложил в качестве домашней мебели систему трубок с воздухом, который придает им любую необходимую форму (стол, кресло и т. д.).

Пример Генерального авиаконструктора А. И. Микояна: «Помню, в 1931 г., когда я учился, один из наших профессоров очень убедительно доказывал, что крылатые аппараты не смогут летать быстрее 600—700 км/ч. И действительно, создать поршневого авиадвигатель, который позволил бы самолету развить скорость более 700—800 км/ч, — задача совсем не простая. Но реактивная авиация перешагнула этот рубеж» («Комсомольская правда», 6 июня 1961).

На эту же тему приводим пример из воспоминаний изобретателя батискафа О. Пикара: «Специалисты того времени находили мои предложения неосуществимыми. То, что для нас теперь элемен-

тарно, тогда казалось утопией. Единственным возражением, которое выдвигали против меня, было — почему все это до сих пор не существует?»

Даже отказаться от обычно применяемого инструмента, обнаружить в нем новые возможности и свойства — уже это порой означает «выйти из плоскости».

Анализ работы практиков показывает, что наиболее распространенная методическая ошибка руководителей конструкторских кружков заключается в «скором» решении. При этом о творческой работе не заботятся. Руководитель дает задание, намечает путь его выполнения — учащиеся исполняют. Ученики получают определенные знания, умения, практические навыки, но нет главного — нет поиска.

Целесообразнее сначала предоставить учащимся возможность продумать задание, помочь им привести в порядок собственные мысли.

Определение технических требований

Особое внимание в работе кружка нужно уделять правильному определению требований к результатам технического творчества учащихся. Часто руководители кружков исходят из того, что результаты конструирования должны удовлетворять минимальному количеству требований: правильное функционирование, удобство изготовления и техническая эстетика. К этому перечню часто добавляют требования техники безопасности, экономичности, правильность выбора материала и т. д.

На первом этапе вопрос нужно ставить так: какие требования могут или должны выполняться всегда и какие в большей или меньшей степени? К первой категории относятся требования, касающиеся функционирования и изготовления: каждое техническое устройство должно исполнять некоторую ограниченную (главную) функцию и быть осуществимым в условиях работы технического кружка.

Если главная функция не выполняется полностью, то отсутствует и положительный результат конструирования. При этом безразлично, лучше или хуже выполняются отдельные частные функции. Например, если модель башенного крана не поднимает груз, то совершенно неважно, передвигается ли она по площадке. У гоночной модели главный показатель — высокая скорость. Главное назначение летающей модели — летать, составляющие ее — взлет, посадка, пилотаж, выпуск и уборка шасси, сигнализация, подъем груза. Модели кораблей и лодок должны плавать, модели автомобилей, вездеходов, тракторов и других сухопутных транспортных машин также должны выполнять определенные, присущие им функции. Иногда модели бывают недействующие, например, настольные модели-сувениры, но в этих случаях условие оговаривается в начале работы.

Требованиями полного выполнения функции поступаться нельзя. Возражают, что это же относится и к другим требованиям, например, хорошему виду и технике безопасности, но строго говоря, здесь дело обстоит по-другому. Техническое устройство функционально пригодно и тогда, когда оно внешне некрасиво, хотя стремление придать ему красоту оправдано. Эстетическая сторона изделия очень важна в работе с учащимися, но функциональная пригодность не должна приноситься в жертву красоте.

Кроме главных, основных требований, предъявляемых к техническому устройству, существует и некоторое количество условий, которые не определяются однозначно и могут быть выполнены обычно не в полной степени. Таким образом, технические требования к моделям можно объединить в следующие группы:

1. Обязательные требования — они непременно и полностью выполняются.

2. Минимальные требования — выполнение их делает решение более полным.

3. Пожелания — их выполнение ведет к дополнительным затратам времени и материалов.

4. Цели, достижение которых в данной задаче необязательно (например, шум, масса, цвет, габариты и т. д.).

Последние два условия могут играть важную роль в оценке изделия. Необходимая степень выполнения технических требований может быть определена различными способами и является частью уточнения задания. В практике работы спортивно-технических кружков для достижения более высоких оценок обычно руководствуются специальными оценочными таблицами.

Об оценке результата работы целесообразно сказать учащимся в начале работы. Четкое представление о форме подведения итогов и системе оценок поможет им более определенно понять задание и грамотно решить техническую задачу.

Иногда технические и другие требования могут выступать, как ограничения и как факторы, влияющие на принятие решений по реализации той или иной технической идеи. Одни ограничения задаются требованиями задания, другие часто даже не зависят от условия технической задачи. Так, нам никогда не предоставляется неограниченное время. Уровень общих и специальных знаний, как и численность коллектива, всегда ограничены. Мастерские, в которых осуществляется изготовление устройства, могут быть не укомплектованы оборудованием, инструментом, материалами и т. д. Природные взаимосвязи действуют частью как благоприятные, а частью как тормозящие факторы. Из них особое значение в техническом творчестве имеют:

а) объективные законы природы (физические, химические, законы механики);

б) существование ошибок. Между всяким замыслом и его материальным воплощением стоит ошибка (в философском смысле слова);

в) стремление к преодолению. В процессе развития каждый предмет и каждое явление вытесняются чем-нибудь новым. Новые идеи заменяют отжившие. Еще не закончив какую-либо конструкцию, школьник часто предлагает ее усовершенствование;

г) познавательные и мыслительные способности и возможности школьников — участников технического творчества.

Не вдаваясь в подробный анализ перечисленных факторов, сделаем некоторые предварительные выводы:

1. Из множества отдельных наблюдений и отдельных сведений можно лишь тогда извлечь применимые с пользой общие знания, если отвлечься от многообразия явлений и сконцентрировать мысли школьников на самом существенном в некоторой определенной группе явлений.

2. Важное значение имеют выбор из имеющихся специальных сведений подходящих для данного случая и рациональное их комбинирование.

Всякому техническому устройству, состоящему из некоторого числа элементов, присуща определенная связь между ними, которая зависит от функции устройства. Эта функция, из скольких бы частных функций она не состояла, характеризуется однозначной целью. Например, в случае с летающей моделью элементами главной функции (летать) являются уже установленные в задании требования взлета, полета и посадки. При этом могут быть поставлены ограничительные условия, например, такие, как: пробег при взлете — посадке должен быть минимальным, лучше вертикальным. В первой группе элементов ничто не может быть изменено, поскольку эти элементы определяются заданием, во второй группе ограничения могут меняться. Стремясь полнее выполнить требования главной функции, конструктор постоянно попадает в проблемную ситуацию, где решение, как правило, может быть принято только на основе компромисса.

Понятие о компромиссных решениях

Необходимость принятия компромиссных решений возникает очень часто. Можно привести примеры из «большой техники». Например, в автомобильной промышленности, конструктор, стремясь удовлетворить все требования, предъявляемые к автомобилю, неизбежно сталкивается с тем, что они противоречивы. Так для повышения долговечности деталей автомобиля надо в ряде случаев увеличить их вес, применить более прочные материалы, что ведет к увеличению стоимости конструкции и расходу металла. Например, при введении автоматической трансмиссии облегчается управление автомобилем, но усложняется его производство и повышается стоимость. Экономия металла, снижение веса автомобиля, удешевление и упрощение его конструкции должны сочетаться с повышением надежности автомобиля, комфортабельностью езды, удобством обслуживания.

Можно привести много примеров, когда конструктивное мероприятие, направленное на удовлетворение одного требования, препятствует выполнению других требований. Вследствие этого конструктору приходится принимать компромиссные решения, основанные на ограничении одних качеств, чтобы повысить другие, более важные.

Противоречия всегда разрешаются только на основе удовлетворения главных требований, предъявляемых к машине данного типа и назначения. Например, малолитражный автомобиль должен быть дешевым, экономичным, легким при ограничениях по вместимости, комфортабельности и динамических качеств. Автомобиль большого литража должен обладать хорошими динамическими качествами, высокой комфортабельностью, большой вместимостью, потому что эти качества являются для автомобиля данного типа главными. Хотя при этом неизбежно повышение веса, стоимости, расхода топлива и т. п.

Анализируя противоречия и вызванные ими компромиссные решения в процессе конструирования, необходимо помнить, что с течением времени условия принятия тех или иных решений изменяются. Компромиссное решение является оптимальным только в данной конкретной обстановке, на данном отрезке времени при решении конкретной задачи.

Но не всегда возникают противоречия. В ряде случаев наблюдается удачное сочетание различных факторов, действующих в одном (положительном) направлении. Например, чтобы снизить сопротивление движению автомобиля, выгодно уменьшить его высоту, что, в свою очередь, полезно и в отношении повышения устойчивости автомобиля.

Устраняя противоречия, нельзя рассматривать каждый фактор и степень его воздействия на конструкцию в отдельности, изолированно от других факторов, так как все они практически воздействуют одновременно. В связи с этим необходимо определить и исследовать, во-первых, всю совокупность факторов (качественный анализ), во-вторых, степень или эффективность воздействия каждого фактора (количественный анализ) и, в-третьих, суммарное воздействие факторов на конструкцию. Чем точнее выявлены связи параметров конструкции модели с воздействующими факторами, тем правильнее будут разрешены противоречия.

На занятиях в кружке можно ограничиться таким кратким изложением и рассмотрением одного-двух примеров.

Желательно подробнее остановиться на рассмотрении ограничений, с которыми приходится считаться при творческом решении технических задач.

Существуют два вида ограничений: внутренние и внешние.

Внутренние ограничения возникают в процессе конструирования при уточнении исходных данных, выборе окончательных параметров и габаритных размеров конкретной конструкции, установлении межцентровых расстояний, отработке формы и исходных раз-

меров деталей. Они обусловлены, как правило, свойствами используемых материалов.

Определение внутренних ограничений происходит в течение всего процесса конструирования, начиная с разработки технического задания и кончая рабочими, сборочными чертежами.

К внешним ограничениям относятся технические данные двигателя, технические требования к данному классу моделей, условия эксплуатации будущих технических моделей. Например, демонстрационные модели должны быть достаточно наглядными, легкими, простыми в управлении, надежными и совершенно безопасными в работе.

Принятию решения о выборе пути достижения цели всегда должны предшествовать технические расчеты.

Выполненные расчеты обязательно должны тщательно проверяться самими школьниками. Причем в проверку здесь вкладывается больший смысл, чем просто проверка сложений и вычитаний. Учащиеся выполняют проверки двух видов: математические и физического смысла. Арифметическая и алгебраическая проверки школьникам уже знакомы и выполняются с целью исключения ошибок при вычислениях. Их следует проводить на каждом этапе разработки. Целесообразно использовать следующие виды проверки:

повторением последовательности операций;

изменением последовательности операций;

применением другого способа получения результата. Например, если решается система двух уравнений относительно x и y ; и вначале исключается x и находится y , то для проверки полученного результата можно вначале исключить y , а найти x .

Можно рекомендовать взаимопроверки, т. е. проверки учащихся результатов работы друг друга.

Проверка размерности на чертежах — работа менее интересная, и требуется определенная настойчивость руководителя для того, чтобы учащиеся привыкли делать ее.

В практике работы кружков часто применяется проверка пределов. Руководитель вместе с учащимися выясняет, как с изменением одних пределов изменяются другие. Проверки пределов наиболее важны при определении реальности результатов, полученных расчетами. Проводятся также проверки с целью выяснения, все ли существенные факторы учтены при получении результата. Проверяется физический смысл числовых результатов. Был случай, когда школьник после выполнения расчетов заявил, что его модель ракеты может развить скорость около 2400 км/ч. Однако он не учел, что для его ракеты с бумажным корпусом это нереально, не хватит прочности. Корпус из другого материала значительно утяжелит модель, и двигатель уже не обеспечит такой скорости. Следовательно, в расчетах содержится ошибка.

Во время проверки руководитель формирует у школьников направленное внимание, сосредоточенность, целеустремленность, аккуратность. Особое внимание руководитель должен уделять борьбе с

небрежностью. Школьники проявляют два вида небрежности: небрежность, связанная с оформлением материалов. Сюда относятся неразборчивые записи и неаккуратно выполненные рисунки, использование случайно попавших под руку листов бумаги, бессистемный учет данных;

небрежность, обусловленная психологическими особенностями школьника, недостатками воспитания в семье.

Бороться с небрежностью тем легче, чем яснее представления учащихся о предмете их творчества.

Когда расчеты выполнены, проверки сделаны, необходимо обсудить результаты проделанной работы с целью уточнения и принятия оптимального варианта достижения намеченной цели.

Принятие решений обычно вызывает у учащихся большие трудности. Школьники часто возвращаются к уже рассмотренным вариантам, пытаются выяснить скрытые в них возможности. Иногда их пугает обилие возможных вариантов. Требуется определенный такт руководителя, может быть допустима определенная подсказка с последующим анализом-объяснением целесообразности выбора намеченного руководителем оптимального варианта. В большой технике для принятия оптимального варианта теперь уже используют вычислительные машины.

Принятие решений — это тоже своеобразное решение задачи. Обстоятельства, в которых происходит принятие решений, характеризуются следующими основными чертами:

наличие цели (нет цели — незачем принимать решение);

наличие нескольких вариантов достижения цели (если один вариант — нечего и выбирать);

учет существенных факторов.

Главным, определяющим в том или ином решении является целевая функция, ограничения и регулируемые параметры. Прежде чем задача принятия решения приобретет какую-то конкретную форму, бывает необходимо рассмотреть большое количество вариантов, оценить факторы, отказаться от неперспективных путей, исключить многие варианты. До этого решения можно принять лишь субъективно либо путем угадывания. Важно, чтобы учащиеся как можно полнее уяснили обстоятельства, в которых происходит принятие решений. При принятии решений можно придерживаться следующего порядка действий:

1) четко формулируется цель решения конкретной задачи;

2) составляется перечень возможных вариантов ее решений;

3) составляется возможно более полный перечень факторов, влияющих на ее решение;

4) перечень факторов используется для уменьшения числа вариантов, при этом обращается внимание на причину исключения каждого варианта;

5) оставшиеся варианты используют для сокращения факторов, часть которых теперь уже можно не рассматривать.

После этих действий получаем одну из следующих ситуаций:

- а) вариантов не осталось, нужно составить новые;
- б) исключены все факторы, влияющие на принятие решения, тогда выбор варианта осуществляется в процессе экспериментальной проверки;
- в) ситуация остается все еще сложной, необходимо вернуться к п. 2 и в последующем быть строже в отборе.

В процессе работы в конструкторском кружке учащиеся часто принимают решения и двигаются дальше, не будучи уверенными в том, что принятое ими решение является наилучшим, т. е. принятие решений часто предшествует анализу. Вариант, пригодный на первый случай, иногда принимается без предварительного анализа. Такие решения не обязательно должны быть окончательными, обычно пересматриваются в ходе анализа, но их часто приходится принимать.

После того как решение принято, выбор остановлен на какой-то конкретной идее, наступает следующий этап творческого процесса — разработка конструкции технического устройства.

При решении технических задач невозможно отделение конструкторских вопросов от вопросов технологических. Здесь очень важно правильно и полно использовать знания учащихся о материалах и их свойствах, полученные на уроках физики, химии, труда.

При разработке каждой детали конструирование и технология должны рассматриваться параллельно. В процессе разработки конструкций, создания технического устройства учащиеся постоянно сравнивают различные решения, освобождаются от недостатков различных вариантов и постепенно улучшают конструкцию до тех пор, пока путем сравнения решений не будет найдено оптимальное. Все ошибки при этом также анализируются. Под ошибкой в этом случае понимается любое отклонение действительного от желаемого, независимо от причины ее возникновения. Степень этого отклонения определяет качество творческой деятельности школьника.

Анализ ошибок в методике конструирования является одним из основных процессов. Главная цель при этом заключается в том, чтобы найти в решении как можно больше недостатков и постараться устранить их или ослабить их действие. На этом этапе ошибки могут быть принципиального характера (неправильно определен рабочий принцип). Могут быть ошибки, допущенные при изготовлении (недостаточно четкие практические умения и навыки кружковцев, неправильный выбор материала, неграмотное применение инструмента, ошибки в измерениях и др.). Уменьшить количество ошибок можно путем повышения знаний и умений учащихся, изучения специальной литературы, консультаций со специалистом, коллективной работы и жесткой критики. Правильная оценка ошибок является предпосылкой к уменьшению их действия.

Ход действий при анализе ошибок следующий. Сначала нужно ознакомиться с возможностями возникновения ошибок, затем оценить эти возможности с различных точек зрения. При этом необходимо решить, насколько действие ошибок существенно и что тре-

буется для его преодоления. Ход действий при этом идет так: поиск — опознание — оценка — преодоление.

Полное перечисление ошибок почти невозможно, они зависят от очень многих факторов, определяемых возможностями работы кружка, уровнем подготовки школьников и т. д. Руководитель кружка может в каждом конкретном случае подметить наиболее характерные ошибки и наметить пути их предупреждения и устранения.

Выявление возможных ошибок и их воздействия не всегда просто. Нужно отличать собственно ошибку от того, чем она вызывается и от результата ошибки. Эта работа часто требует много времени и не должна делаться поверхностно. Принципиальный подход здесь является оправданным, так как в дальнейшем предотвращает возврат к старым вопросам. А это, в свою очередь, способствует постоянному поддержанию высокого интереса к работе, постоянному движению вперед (а не по кругу).

Работа с технической литературой

При работе в кружке учащимся часто приходится обращаться к литературе, к справочникам. Они ищут возможные варианты решения технических задач, связанных с разработкой и изготовлением модели, в технических и научно-популярных журналах.

Наблюдения позволили определить четыре условных типа учащихся по их отношению к работе в процессе использования ими технической литературы.

1. Учащиеся, как правило, имеют устойчивый интерес к избранному направлению технического творчества. Они вообще много читают, в том числе и по интересующему их направлению. В процессе работы с технической литературой они делают выписки (в специальные толстые тетради или блокноты), перечерчивают схемы, иногда срисовывают внешний вид устройства или его наиболее характерные части (узлы), часто обращаются к руководителю кружка за разъяснением по сделанным ими записям.

2. Школьники надеются на свою память, не делают никаких записей, полагают, что, просто читая техническую литературу без записей, они выигрывают во времени. В школьной библиотеке их формуляры показывают, что читают они много и часто перечитывают прочитанные книги. Они не всегда улавливают сразу смысл прочитанного. В практической работе при конструировании технических устройств они отстают от кружковцев первого типа из-за нерациональной организации работы с технической документацией (чертежами, эскизами, рабочими заметками и т. д.). Они часто теряют их и подолгу потом ищут.

3. Ребята вообще не любят читать, но отличаются практической смекалкой, в технике они находят то, что соответствует их общему складу, их характеру. Их больше привлекает практическая

работа с ручным инструментом (монтажные, ремонтные и подобные работы, практические запуски моделей, испытания и т. д.). Теоретическая работа и работа с литературой их тяготит. Техническую книгу, справочник, журнал читают только по необходимости. Потребности в чтении художественной литературы (кроме книг о путешествиях и приключениях) не испытывают. Они не всегда прилежные, но увлекающиеся, это энтузиасты-исполнители.

4. Ребятам свойственны случайные увлечения (то спорт, то техника, например, самбо, бокс, картинг и т. д.). Чаще это даже не увлечение, а скорее подражание старшим товарищам, которое определяется желанием не отстать от авторитетных мальчишек, от тех, которые уже многое умеют сделать сами, знают технику, умеют с ней обращаться, управлять ею и прочее. Эти кружковцы техническую литературу читать не любят, но охотно читают научно-популярную литературу. Для этого типа кружковцев характерно противоречие между чувствами и долгом: только по долгу или из желания не отстать от других («записался в кружок — значит буду ходить» или «а что я хуже других?»). Они ходят в кружок, хотя работа в кружке их часто не интересует, но является поводом для разговора о технике или средством приобщения к ребятам, которые для них и для других являются авторитетом. В кружке им правится не работа, а положение. Такие школьники, как правило, в кружке долго не задерживаются и после одного-двух лет занятий навсегда оставляют технические кружки.

В заключение можно сделать следующие наиболее общие выводы о содержании и методах работы в техническом конструкторском кружке:

1. Коллектив (или отдельные юные техники) ищет не какую-то «озаряющую» идею, а способ изменения конкретных условий для достижения конкретной цели, решения конструкторской задачи.

2. Поиски ведутся по определенной рациональной системе. Общей формулы пока нет, но есть приемы, достаточные для большинства случаев.

3. Процесс научного познания идет от простого к сложному, при этом опирается на знания, умения и практические навыки, полученные учащимися в школе. Решение конкретных конструкторских задач доводится до материального воплощения в виде технических устройств.

4. Элемент новизны при этом носит субъективный характер, т. е. новое в большой технике каждый школьник открывает для себя, по-своему. Решая конструкторскую задачу, он идет тем же путем, что и настоящий изобретатель, испытывая при этом те же эмоции, те же чувства подъема и удовлетворения от успеха, закаляя волю при неудачах.

5. Успех творческой деятельности школьников в большинстве случаев зависит от подготовки руководителя-организатора этой работы.

6. Успех работы зависит часто не столько от способностей уча-

щихся, сколько от меры труда руководителя кружка, который он вкладывает в развитие у учащихся их способностей и умений, составляющих технические способности: умения правильно определить и поставить техническую задачу; умения наметить возможные варианты решений, приемлемые в данном случае; умения принимать решения и т. д.

7. Обязателен учет реальных материально-технических возможностей кружка. Целесообразно использовать реальную помощь консультантов-специалистов из числа инженерно-технической общественности, возможности шефствующего предприятия.

8. Всю работу планировать. Определять на каждом этапе примерные сроки выполнения конкретных заданий.

9. Этапы творческого процесса часто перекрываются, часто приходится возвращаться на исходные позиции. В каждом случае необходимо добиваться от учащихся ясного понимания необходимости предпринимаемых шагов.

10. Инициатива и дисциплина.

11. Методика не ритуал, не догма, скорее — средство для самопроверки и руководство к действию.

12. Максимально использовать подсобные материалы (таблицы, справочники и т. д.).

13. Учитывать возрастные и индивидуальные особенности кружковцев.

В советской и зарубежной печати имеются попытки разработать схему, циклы, алгоритмы и т. д. для решения творческих задач.

Руководителю технического кружка необходимо систематически знакомиться с такого рода литературой, чтобы использовать ее в своей практической работе. Руководитель кружка должен быть сведущим как в области исследований, так и в области изготовления. Он должен уметь сам разработать оптимальный вариант решения технической конструкторской задачи, разработать технологический метод с учетом возможностей кружка, определить правильность функционирования изделия, примерное время разработки и изготовления конструкции и многое другое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аверичев Ю. П. и др. Школьникам о выборе профессий. М., Учпедгиз, 1963, 320 с.

Альтшуллер Р. С. Как научиться изобретать. Тамбов, 1961, 260 с.

Альтшуллер Р. С. Алгоритмы изобретения. М., «Моск. рабочий», 1969, 280 с.

Бабанский Ю. К. Техническая самодеятельность пионеров. М., АПН РСФСР, 1962, 72 с.

Барабанов А. Р. Воспитание творческой направленности в деятельности школьников. Краснодар, 1967, 76 с.

Батышев С. Я. Научная организация учебно-воспитательного процесса. М., «Высшая школа», 1975, 448 с.

Бернштейн Т. С. О природе научного творчества.— «Вопросы философии», 1966, № 6.

Божевич Л. И. Познавательные интересы и пути их изучения. — «Известия АПН РСФСР», вып. 73, 1955.

Войцеховский Б. Т. Развитие творчества учащихся при конструировании. М., Учпедгиз, 1962, 156 с.

Горский В. А. Развитие технического творчества учащихся IV—VIII классов во внеклассной работе. Кандидатская дис. М., 1972, 145 с.

Горский В. А., Кротов И. В. Ракетное моделирование. М., Изд-во ДОСААФ, 1973, 192 с.

Диксон Д. Проектирование систем. М., «Мир», 1969, 440 с.

Кордун О. Н. Вопросы организации и методика работы технических кружков. Пермь, 1968, 124 с.

Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления. М., «Педагогика», 1975, 304 с.

Молодым изобретателям. Сборник. М., «Молодая гвардия», 1966, 166 с.

Мингалев Я. М. Формирование у школьников устойчивых профессиональных интересов в технических кружках. Кандидатская дис. М., 1970, 200 с.

Мухачев В. И. Как рождаются изобретения. М., «Моск. рабочий», 1964, 240 с.

Новикова Л. И., Куракина А. Г. Путь к творчеству. М., «Просвещение», 1967, 90 с.

Практика и познание. М., «Наука», 1973, 360 с.

Проблемы научного творчества в современной психологии. М., «Наука», 1971, 334 с.

Разумовский В. Г. Развитие технического творчества учащихся в физико-техническом кружке. Кандидатская дис. М., 1959, 200 с.

Регирер Е. И. Развитие способностей исследователя. М., «Наука», 1969, 232 с.

Соболев Ю. М. Конструктор выбирает решение. Пермь, 1967, 82 с.

Соловейчик С. Л. От интересов к способностям. М., «Знание», 1968, 93 с.

Столяров Ю. С. Школьникам современную технику. М., «Знание», 1962, 62 с.

Столяров Ю. С. Юные конструкторы и техническое творчество. М., Изд-во ДОСААФ, 1966, 166 с.

Техническое творчество школьников. М., «Просвещение», 1969, 360 с.

Ханзен Ф. Основы общей методики конструирования. Л., «Машиностроение», 1969, 166 с.

Хилл П. Искусство и наука проектирования. М., «Мир», 1973, 262 с.

Ходаков Ю. В. Как рождаются научные открытия. М., «Наука», 1964, 95 с.

Чавканадзе В. Е., Гельман О. Я. Моделирование в науке и технике. М., «Знание», 1966, 65 с.

Чебышева В. В. О некоторых особенностях мыслительных задач в труде рабочего. — «Вопросы психологии», 1963, № 3.

Якобсон П. М. Особенности мышления учащихся при выполнении технических заданий. — В кн.: Психология применения заданий к решению учебных задач. М., АПН РСФСР, 1956.

ГЛАВА III. СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИИ В КРУЖКЕ

Постановка задачи

В переводе с латинского слово конструкция (constructio) означает составление, построение. В приложении к технике оно включает в себя такие понятия, как схема устройства и работы машины, сооружения или узла. Конструкциями называют также сами машины, сооружения или отдельные узлы и их детали. Кроме того, понятие конструкция обуславливает и предусматривает вполне конкретное взаимное расположение механизмов, узлов и деталей машины, способы их соединения, формы взаимодействия и, конечно, включает требования к материалам, из которых отдельные части (элементы) конструкции должны быть изготовлены.

Конструктора с высоким званием «генеральный» или «главный», рядового, сидящего за доской кульмана в конструкторском бюро, и начинающего, юного конструктора-любителя, строящего первую в своей жизни модель, объединяет одна общая и характерная черта — стремление к познанию и созиданию. В большом и малом труд любого конструктора нацелен в конечном счете на достижение творческого результата — рождение на свет новой машины, прибора, приспособления или, может быть, только отдельных узлов, деталей.

В конструкторском деле, как и в любом другом виде творчества, человеку часто приходится идти непроторенным путем. И на этом пути очень важно в совершенстве овладеть теми способами, средствами и методами технического творчества, которые выработали его предшественники. И чем раньше человек начнет этот путь, чем целеустремленнее будут его действия, тем быстрее он сможет овладеть такими инструментами, как знание и практика, тем больше успеет сделать, качество его созидательного труда станет выше, ибо все дальше он будет отходить в своем творчестве от чрезвычайно трудоемкого и нерационального «пути проб и ошибок».

На примере разработки модели самоходной тележки покажем логику конструирования технических устройств, рассмотрим содержание работы на ее основных этапах.

Необходимость разработки того или иного технического устройства всегда определяется какой-либо практической потребностью, например необходимостью повышения производительности

сти и качества труда, эффективности научных исследований или учебного процесса.

В нашем случае поставим задачу так. Необходимо перемещать груз при определенных условиях или необходимо разработать модель транспортного устройства для перемещения грузов в помещении (в школьных мастерских); на открытом пространстве (на пришкольном участке, в поле, в лесу); для использования при передвижении по поверхности другой планеты.

Предлагаем школьникам обсудить возможные варианты перемещения грузов (рис. 6) и сформулировать техническое задание на разработку этих моделей.

В практике работы технических кружков в школе и во внешкольных учреждениях на первом этапе работы совершается ошибка, которая состоит в том, что задание не всегда составляется четко, т. е. оно неконкретно, не выражено через определенные величины, которые бы можно было измерить или вычислить. Целесообразно от общей задачи перейти к постановке конкретных вопросов, на которые можно получить количественный ответ. Это часто бывает затруднительно, и тем не менее нужно стараться перейти от реальной проблемной ситуации к конкретной задаче, выраженной в форме вопроса.

Обычно вопросы учащихся в общем виде выглядят так: большая или маленькая будет модель? Быстро ли пойдет модель? Не перевернется ли на повороте? Сильно ли ударится модель, если поставит препятствие? Чтобы проанализировать эти вопросы и дать на них удовлетворительный ответ, необходимо вначале уточнить, что означают такие обобщения. Нужно ставить вопросы такого характера: какая будет длина, высота, ширина модели? Какова должна быть скорость устройства, его вес, чему должна быть равна тяга двигателя? Какова проходимость, грузоподъемность?

Уточнить задачу часто означает — перейти к количественным показателям, определяющим главное назначение устройства, или, как принято говорить в технике, определяющим главную рабочую функцию данного устройства.

Поскольку устройство должно совершать работу (перемещать себя, грузы), а работа, как известно, определяется произведением силы F на расстояние l , т. е. $A = F l$, то для ее выполнения расходуется энергия. Определим вначале силу F , необходимую для перемещения устройства.

Для этого необходимо прежде всего выяснить возможную массу устройства, массу перемещаемых грузов, форму устройства, размеры (габариты), направление перемещения (вниз, вверх, горизонтально, под углом), среду, в которой будет осуществляться перемещение (по земле, по воде, в воде, в воздухе), скорость и периодичность действия устройства.

Попробуем определить возможную массу модели. Поскольку модель в дальнейшем нужно будет демонстрировать, а для этого,

конечно, придется переносить ее, то желательно, чтобы ее масса без груза была не более 1 кг и в то же время не превышала массы груза, т. е. $m_{уст} \leq m_{гр}$.

Мы назвали первое ограничение — ограничение по массе.

Ограничение по скорости перемещения груза обуславливается условиями работы устройства, возможностями управления. Для закрытых помещений — размерами этого помещения. Приведем для иллюстрации формулы вопросов и некоторые характерные ответы учащихся. Ставим вопрос: «С какой скоростью должна двигаться модель?» Чаще всего школьники показывают скорость движением руки над столом и отвечают: «Вот примерно с такой скоростью». Руководитель предлагает показать это движение еще раз. Секундомер фиксирует время движения руки и линейкой замеряют длину стола (именно такой путь совершила рука ученика). Отсюда определяем скорость, которую показал школьник. По формуле $v = l/t$ определяем показанную школьником скорость движения.

Например, для модели «Лунохода-1» и для модели ракетно-носца скорость будет не самым существенным показателем, здесь на первое место выступает требование проходимости. Кроме того, модель «Лунохода-1» должна имитировать работу прототипа, выходить в заданное время в определенную точку, управляться на расстоянии, передавать свои сигналы.

Из соображений удобства контроля движения модели принимаем скорость движения конструируемых моделей в пределах 5—10 км/ч (пределы скорости пешехода).

При конструировании модели «Лунохода-1» учащиеся высказали предложение учесть возможности его использования и на Марсе. Тогда скорость передвижения определяется исходя не только из условий работы на Марсе, но и возможностями управления устройством. Известно, что расстояние Земля—Марс изменяется от 78 до 378 млн. км. Если использовать принцип радиоуправления, то при скорости распространения радиоволн $c = 0,3 \frac{\text{млн} \cdot \text{км}}{\text{с}}$ время прохождения сигнала в ближайшем и дальнем противостоянии от Земли до Марса

$$t_1 = \frac{78}{0,3} = 260 \text{ с}; t_2 = \frac{378}{0,3} = 1260 \text{ с},$$

т. е. время это колеблется от 4 мин 20 с до 21 мин.

Допустим, что «глаз» нашего устройства увидит препятствие за 50 м, передаст информацию о нем на Землю водителю-оператору и тот среагирует мгновенно. Тогда время, за которое произойдет изменение направления движения, будет составлять от 8 мин 40 с до 42 мин в зависимости от расположения Земля—Марс.

Значит, целесообразно скорость движения устройства по Марсу принять ≈ 2 м/мин.

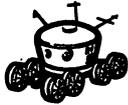
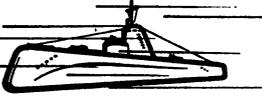
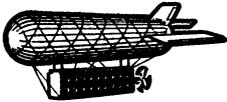
ЕСТЕСТВЕННЫЕ		С ПРИМЕНЕНИЕМ	
ЧЕЛОВЕК		ВЕЛОСИПЕД	
ЖИВОТНОЕ		ТЕЛЕЖКА	
		ВОЛОКУША	
?		?	
Т Р А Н С П О Р Т			
		МОТОРОЛЛЕР	
		АВТОТРАНСПОРТ	
		РЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ	
		ВЕЗДЕХОДЫ, АМФИБИИ	
		ПНЕВМОТРАНСПОРТ	
?			

Рис. 6 Некоторые способы

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

<p>ЛОДКА</p> 	<p>ВОЗДУШНЫЙ ШАР</p> 
<p>ПЛОТ</p> 	<p>ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ</p> 
<p>ПОПЛАВОК</p> 	<p>?</p>
<p>?</p>	<p>?</p>

Н Ы Е М А Ш И Н Ы

 <p>ТЕПЛОХОД</p>	 <p>САМОЛЕТ</p>
 <p>ВОЗДУШНАЯ ПОДУШКА</p>	 <p>ВЕРТОЛЕТ</p>
 <p>ВОЗДУШНЫЕ КРЫЛЬЯ</p>	 <p>РАКЕТА</p>
 <p>ПОДВОДНЫЕ СРЕДСТВА</p>	 <p>ДИРИЖАБЛЬ</p>
<p>?</p>	<p>?</p>

перемещения грузов

Для обеспечения движения модели с такой скоростью нужна определенная мощность:

$$N = F_{\text{сопр}} \cdot v, \text{ но } F_{\text{сопр}} = (G_{\text{устр}} + G_{\text{гр}}) \cdot k,$$

где k — коэффициент сопротивления, уточняется опытным путем. Например, для колесного транспорта, работающего на площадках с ровным покрытием $k=0,05$, на проселочной дороге $k=0,1$, на бездорожье $k=0,5$.

Преобразуем формулу и получим:

$$N = (G_{\text{устр}} + G_{\text{гр}}) \cdot kv.$$

Поскольку скорость перемещения моделей небольшая, то их форма и габариты не оказывают на скорость существенного влияния. Здесь на первое место выступают требования удобства (демонстрация, перевозка) и технической эстетики.

В других случаях при определении габаритов устройства всегда определяют исходные данные, например, возможности маневра, удобства эксплуатации (погрузка, разгрузка, управление), учитывается возможность транспортировки устройства, например, при конструировании «Лунохода-1» ограничения габаритов задавались размерами грузового отсека корабля-носителя.

Исходя из этого размеры наших моделей ограничивают следующими числовыми показателями: длина 500 мм, ширина 250 мм и высота (вместе с грузом) 300 мм. Работа устройства будет признана нормальной, если оно будет передвигаться с заданной нами скоростью по твердой поверхности, не будет загрязнять окружающую среду.

При определении технических требований целесообразно знакомить учащихся с конструкторскими решениями.

Далее могут быть намечены ограничения по времени изготовления, по скорости и др. Время изготовления — не более одного учебного года, т. е. октябрь—апрель, в мае по возможности завершить испытания и оформить техническую документацию. Будем считать, что технические требования выполнены, если показатели работы модели не будут отличаться более чем на 10% от намеченных нами. Числовые значения и полученные результаты оформим в табл. 2.

Определение источника энергии для модели

Для обеспечения работоспособности двигателя нужна энергия. Наиболее простым определением понятия энергии является следующее: энергия — способность тела (системы тел) совершать работу.

Для расширения политехнического кругозора учащихся на

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УСТРОЙСТВА

Наименование параметров	Единица измерения	Варианты		
		I	II	III
Длина	мм	500	500	500
Ширина	«	250	250	250
Высота	«	300	300	300
Сила сопротивления ($G_{устр} + G_{гр}$)	кгс	2,5	2,5	2,5
Коэффициент сопротивления	—	0,05	0,1	0,5
Скорость (v)	км/ч	6	10	0,06
То же	см/с	167	276	1,7
Мощность (N)	Вт	2,1	6,9	0,21

занятиях в кружке можно напомнить им о различных источниках энергии, имеющихся на земле (рис. 7), рассказать о некоторых принципах получения механического движения, например о паровых двигателях, о двигателях внутреннего сгорания и т. п. Можно показать несколько опытов, демонстрирующих эти принципы. Например, взять пустую бутылку и опустить ее в ледяную воду. Заткнуть бутылку пробкой и затем опустить бутылку в горячую воду. Через некоторое время пробка вылетит из бутылки, так как воздух при нагревании расширился.

Расширение воздуха при нагревании было использовано для работы очень несовершенной машины Стирлинга (к. п. д. 57%, мощность 2 л. с., масса 4 т, занимаемый объем 21 м³ пространства).

Шведский инженер Эрикссон усовершенствовал эту машину. Он предложил нагревать и охлаждать газ не при постоянном объеме, а при постоянном давлении. Такие двигатели выпускались и в России под названием «Тепло и сила».

В настоящее время с появлением новых материалов, с выяснением закономерностей теплообмена появились возможности для продолжения более эффективных усовершенствований двигателей этого типа.

Наиболее удобна для использования электрическая энергия, но для хранения удобнее химическая энергия — источники более энергоемки (табл. 3). При зарядке аккумулятора электрическая энергия превращается в химическую. Заряженный аккумулятор содержит запас химической энергии, которая при разрядке вновь превращается в электрическую. Процессы превращения энергии обратимы: их легко заставить идти в обоих направлениях.

Полученную электрическую энергию необходимо преобразовать в механическое движение. Предлагаем рис. 8 и показываем, что наиболее просто это можно сделать с помощью электродвига-



Рис. 7. Некоторые источники энергии:

1 — ветер; 2 — мускульная сила; 3 — гидроэнергия; 4 — термоядерное горючее; 5 — дрова; 6 — приливы и отливы; 7 — внутреннее тепло Земли; 8 — каменный уголь; 9 — ядерная энергия; 10 — торф; 11 — природный газ; 12 — нефть; 13 — горючий сланец; 14 — Солнце; 15 — молния

теля. После этого по справочникам или по специально подготовленным таблицам, например по табл. 4, школьники пытаются подобрать подходящий двигатель.

На этом этапе работы желательно предложить школьникам экспериментально проверить возможности применения электродвигателей разных типов.



Рис. 8. Превращение форм энергии

УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Источник энергии	Удельная энергоемкость, кгс·м/кг
Конденсатор	20
Батарея КБСА	2 000
Термоаккумулятор литиевый	400 000
Химические батареи на спутниках	500 000
Уголь	3 000 000
Нефтепродукты	4 500 000
Атомная энергия урана	8 200 000 000 000
Полная энергия	
$E \cdot mc^2$ (урана)	8 200 000 000 000 000

В результате обсуждения решений задач и постановки опытов школьники убеждаются в целесообразности применения в данном случае электрических источников энергии.

Теперь нашу конструкторскую задачу можно сформулировать следующим образом: разработать модель транспортной машины с электроприводом.

Дальнейшая работа связана с подбором электродвигателя по справочнику или по табл. 4. Если выбор двигателей в кружке ограничен, то все расчеты «привязывают» к имеющемуся двигателю.

В результате работы на этом этапе, который занимает два-три занятия кружка, т. е. 4—6 ч учебного времени, или 1—1,5 недели календарного, учащиеся определяют:

- 1) главный принцип действия разрабатываемого устройства — электрический;
- 2) тип главного электропривода — ДП;
- 3) один из возможных вариантов питания двигателя — использование батареи типа КБС-Л;
- 4) составляют таблицу «Технические параметры устройства».

Разработка исполнительного механизма

Человек, наблюдая природу, с давних пор пытался как-то использовать ее достижения для удовлетворения своих потребностей. Лапы, ласты, хвост, крылья, ноги животных, ноги человека выполняют в различных условиях роль достаточно надежных движителей. Учащимся предлагается обсудить достоинства и недостатки некоторых широко известных движителей (рис. 9).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Тип	Напряжение питания, В	Мощность на валу, Вт	Частота вращения, об/мин	Потребляемая мощность, Вт	Масса, г	Габариты, мм		
						диаметр корпуса	длина корпуса	диаметр вала
ДП-4	3,5	—	2000—2500	1,2—15	—	28×44	35	2
ДП-10	4,5	0,24	2000	2,1	—	28×37	34	2
ДП-11	27 ± 10	4	7500	10	110	26	53,5	2,8
ДП-12	27 ± 10	6	11 500	13	110	26	53,5	2,8
ДП-13	27 ± 10	7	14 000	17,5	110	26	53,5	2,8
ДП-31	27 ± 10	4	7500	10	110	28	53,5	2,8
ДП-32	27 ± 10	6	11 500	13	110	28	53,5	2,8
ДП-33	27 ± 10	7	14 000	17,5	110	28	53,5	2,8
ДПЗ-1,7	27 ± 10	1,7	3500	4	140	30	72	2,8
ДПЗ-3	27 ± 10	3	4500	8,1	140	30	72	2,8
ДПЗ-5	27	5	6600	12	140	42	104	3,8
ДПЗ-8	27	8	9000	19	140	42	104	3,8
ДРВ-0,1	9	—	1600 ± 30	0,75	185	40	54	3
Д-0,3	1,5	—	3000	2,25	—	23,5	40,5	—
2ДКС-7	5—7,5	0,13	2000 ± 30	0,6	80	20×20	48	1,5
ДКС-8	12—16	0,4	2000 ± 30	0,9	250	40	64	2,0
ДКС-0,5	12—15	0,5	2000 ± 30	1,25	260	40	65	2,0
4ДКС-8	12—16	0,8	2000 ± 30	1,75	270	40	65	2,0
ДКС-16	9—12	0,8	2000 ± 30	1,8	270	39	65	—
ДП-1-13	13	0,8	4500	2,8	150	20	46	2,8
МУ-30	27	—	5600	108	600	52	85	35
МУ-110	24	—	5500	24	330	40	79	5
МУ-120	24	—	5500	36	400	40	89	5
МУ-130	24	—	5500	38	450	40	89	5
МУ-220	24	—	5500	110	700	52	100	5

Одним из первых искусственных движителей было весло. Несколько плоских весел со временем были объединены в гребное колесо. Но эффективность гребного колеса не очень высока, так как большая его часть работает вхолостую. Родилась конструкция простейшего крыльчатого движителя. На диске укреплено несколько вертикальных лопастей, оси которых взаимосвязаны так, что

лопасть при движении назад становится поперек потока, при движении вперед — вдоль него. Эффективность колеса стала выше.

Одни рыбы движутся за счет перемещения хвоста сверху вниз, другие — за счет движения его вправо-влево. Эта идея используется гребцами на китайской лодке «юли-юли». Весло погружают в воду за кормой и двигают его вправо-влево, поперек движения лодки. Такую же идею использовал австрийский инженер Шнейдер и в 1926 г. создал движитель, названный позже его именем.

Наблюдая за полетом птиц, Н. Е. Жуковский установил определенные закономерности изменения подъемной силы плоскости в зависимости от ее размеров, формы и скорости набегающего на нее потока. Исследования Н. Е. Жуковского позволили получить необходимые данные для строительства летательных аппаратов тяжелее воздуха.

Крылатые насекомые и птицы могут не только парить, но и изменять направление и высоту полета, взмывать вертикально вверх и «висеть» на месте. Летательный аппарат стрекозы — хороший объект для инженерного поиска. Крыло стрекозы-коромысла делает 80—100 взмахов в секунду. Комнатная муха делает 330, а комар — даже 600—1000 взмахов в секунду. Смоделировать такую частоту взмахов достаточно сложно.

В последние годы любители технического творчества все большее внимание уделяют идее махолета.

Для передвижения по земле плоскость тоже нашла применение, хотя использование ее и связано с преодолением больших сил, большого сопротивления трения о землю. Под плоскость подкладывались различные катки, позднее пришли к использованию смазки, а затем и воздушной подушки.

Но наиболее древний движитель на земле, наверное, все-таки колесо. Особенно хорошо колесо работает при сравнительно небольших скоростях передвижения.

К. Э. Циолковский писал, что при больших скоростях «никакие колеса не могут быть пригодны, какой бы величины они не были. Остается скольжение. Но трение твердых тел друг о друга довольно велико, если даже они смазаны эффективной смазкой. В этом случае лучший способ устранить трение — это вдуть слой воздуха между основанием вагона и полотном»¹.

Идея удерживать транспортную платформу на весу осуществляется и другими способами, например магнитной опорой. Проект электромагнитной дороги предложил в 1911 г. профессор Томского политехнического института В. П. Вайнберг.

Любая «подушка» уменьшает потери от трения, но не обеспечивает поступательного движения устройства. Для обеспечения

¹ Циолковский К. Э. Ракета в космическом пространстве. М., Изд-во АПН СССР, 1963.

движения вперед-назад, вправо-влево используют дополнительные движители, например винт.

Когда в 1836 г. судно англичанина Френсиса Смита ударилось о подводное препятствие, он еще не знал, как ему повезло. Дело в том, что в качестве движителя на судне был установлен винт Архимеда, при ударе часть его отломилась и скорость судна неожиданно увеличилась. Тут-то Смита и осенило, что в длинных винтах большая часть энергии расходуется на закрутку воды, а не на создание движущей силы.

Ф. Смит стал использовать винт с одной лопастью. У современных судовых винтов от 2 до 8 лопастей, их диаметры до 10 м, масса до 50 т и передают они мощность до 70 тыс. л. с.; к. п. д. гребных винтов 73—82% вместо 30—50% у гребных колес. Винт широко применяется в летательных аппаратах со скоростями до 900 км/ч. С дальнейшим ростом скоростей эффективность его падает. Здесь лучше работают устройства, использующие реактивный принцип движения, например ракеты.

Идея гидрореактивного двигателя возникла еще в XII в. В XIX в. имелись уже технические возможности для широкого применения этих двигателей.

Многие идеи инженерных решений проходили тернистый путь до своего воплощения, авторы этих идей не успевали дожить до их воплощения. Морской офицер, декабрист М. А. Бестужев, отправленный в Сибирь на каторжные работы, создает там проект гидро-реактивного двигателя с поршневым насосом. Народоволец Николай Иванович Кибальчич, приговоренный к смерти, разрабатывает проект межпланетного корабля с реактивным двигателем.

Создавая машины для работы в земных условиях, инженеры пытались в каждом конкретном случае найти оптимальное решение: гусеница (трактор, танк, вездеход); шнек (болотные вездеходы), шагоход (шагающий экскаватор). Создавали комбинации различных движителей.

Целесообразно порекомендовать школьникам книги по истории великих открытий, рассказать о жизни известных инженеров, изобретателей, показать особенности их работы, характера. Школьникам, проявляющим более глубокий интерес к затронутым вопросам, желательнее предложить подготовить обзорные выступления, например по истории развития колеса, винта, гусеницы и т. д. Можно предложить подготовить рефераты на такие темы: «Использование принципа работы хвоста акулы в плавающих технических моделях», «Современные транспортные машины на воздушной подушке» и другие.

Можно подготовить несколько опытов, показывающих пределы применения различных движителей.

С целью показа методов получения данных о возможностях использования движителей можно предложить лабораторные ра-

боты. Например: «Определение изменения удельного давления колеса на грунт с изменением его размеров» (при постоянном весе, при изменении веса); «Определение коэффициента трения колеса в зависимости от подстилающей поверхности и массы перевозимого груза», «Определение к. п. д. воздушного винта»; «Определение зависимости тягового усилия винта на судомодели от его диаметра» и другие.

После этой предварительной работы можно перейти к определению типа движителя к нашим моделям. Поскольку они будут работать на слабопересеченной местности при скорости передвижения до 10 км/ч, то наиболее удобным вариантом движителя будет колесо.

Задача еще более конкретизируется и преобразуется в следующую: разработать и изготовить действующую модель транспортного устройства на колесах с электроприводом.

Теперь необходимо сделать следующий шаг — перейти на новый уровень решения задачи. Получаем два возможных направления решения задачи: конструкция колеса на валу и на оси (рис. 10).

Предлагаем школьникам уточнить общие требования к конструкции колеса для каждой намеченной модели. Записываем на доске, а учащиеся записывают в тетрадах (альбомах) наиболее существенные из этих требований. Колесо должно:

обеспечивать проходимость устройства по заданной поверхности, а также устойчивость при его движении с заданной скоростью, с наклоном по курсу не более 30° ;

обеспечивать надежность работы устройства в целом;

не мешать размещению грузов и управлению устройством;

быть достаточно прочным при минимальной массе.

Кроме основных функциональных требований можно назвать дополнительные, направленные на улучшение качества изготовления колеса (точность выполнения, шероховатость поверхности, прочность и т. д.).

Проходимость будет считаться удовлетворительной, если при испытании модель сможет передвигаться с заданной скоростью по поверхности с неровностями, не превышающими 0,5 см. Такие неровности, на первый взгляд, должны мало влиять на скорость модели. На самом деле все выглядит иначе.

Рассмотрим пример. Если неровности на площадке будут 0,5 см, то при диаметре колеса 5 см отношение составит 1:10. Если увеличить диаметр колеса модели до диаметра колеса автомобиля, т. е. в 10—15 раз, и во столько же раз увеличить высоту неровностей дороги, то станет ясно, что испытание моделей будет проходить на площадке, как бы усыпанной крупными камнями.

Принимаем диаметр колеса для модели $D_k = 5$ см.

Для достижения необходимой устойчивости при движении модели в I и II вариантах должно быть не менее трех колес. В III ва-

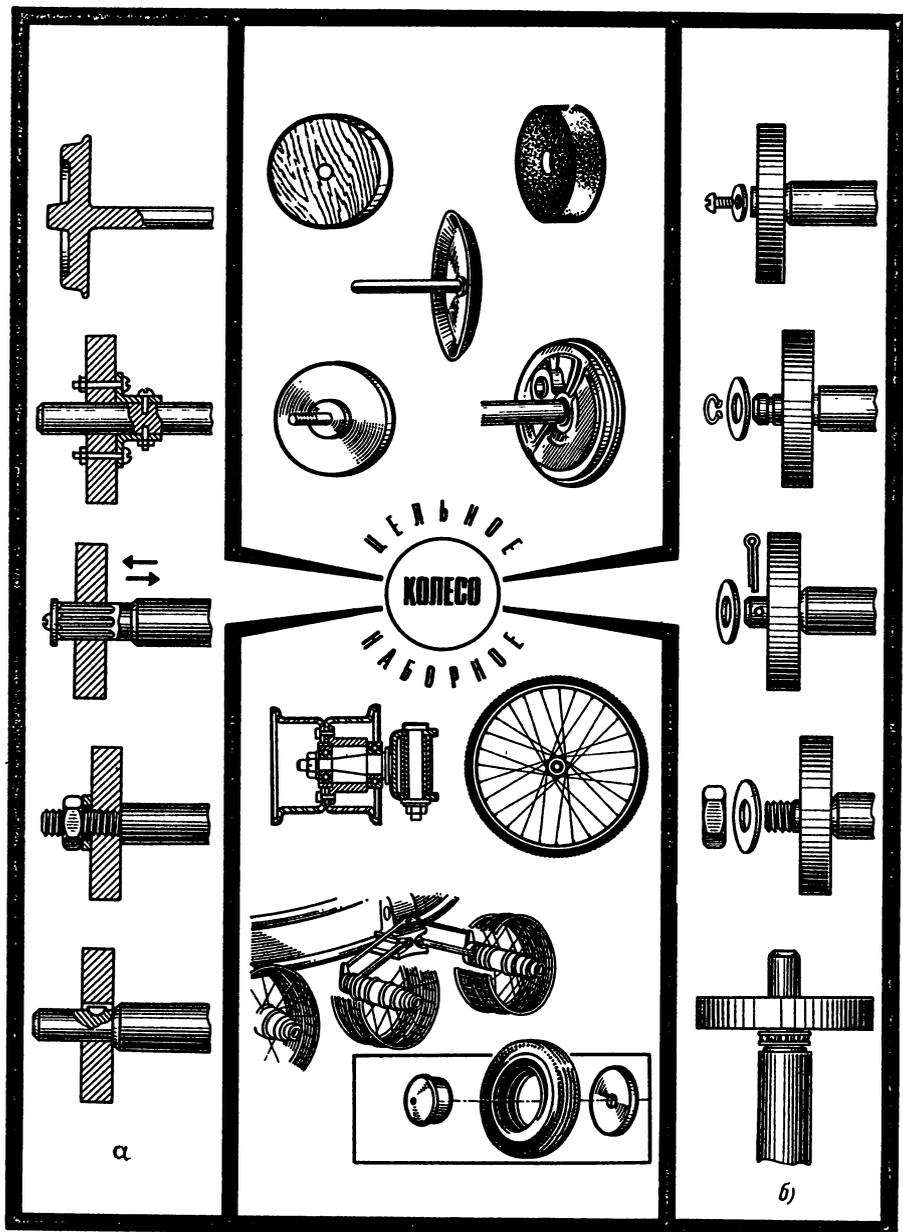


Рис. 10. Некоторые варианты конструкции колеса:
 а — на валу, б — на оси

рианте необходимо обеспечить максимальную устойчивость устройства, т. е. поставить не менее четырех колес. Однако если из строя выйдет одно из них, состояние устойчивости нарушается, замена же колеса на планетоходе практически исключена. Чтобы обеспечить конструкции надежную устойчивость, желательно каждое из колес продублировать, т. е. поставить не 4, а 8 колес.

Проходимость модели обеспечивается за счет подбора диаметра колеса и площади его опоры на грунт.

Площадь опоры:

$$S_{ок} = \frac{G_{устр}}{p_{г} \cdot z_{к}},$$

где $G_{устр}$ — вес модели, $p_{г}$ — допустимое удельное давление на грунт (определяется опытным путем), $z_{к}$ — число колес модели.

Зная диаметр колеса, можно определить и частоту вращения его, необходимую для получения заданной скорости движения модели:

$$n_{к} = \frac{v}{\pi D_{к}}.$$

Для рассматриваемых вариантов сделаем расчеты и результаты сведем в табл. 5.

Таблица 5

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПО ВАРИАНТАМ УСТРОЙСТВА

Параметр	Единица измерения	I	II	III
$G_{устр}$	кгс	2,4	2,4	2,4
$D_{к}$	см	5	5	5
$z_{к}$	шт.	3	3	8
p	кгс/см ²	4	2	0,1
$n_{к}$	об/с	10	18	0,1
$S_{ок}$	см ²	0,2	0,4	3

Проверим соответствие результатов исходным данным.

По формуле $v = \pi D_{к} n_{к}$ определим скорость движения моделей на рассчитанных нами колесах:

$$v_1 = 3,14 \cdot 5 \cdot 10 = 157 \text{ см/с}$$

$$v_2 = 3,14 \cdot 5 \cdot 18 = 283 \text{ см/с}$$

$$v_3 = 3,14 \cdot 5 \cdot 0,1 = 1,57 \text{ »}$$

Соответствие исходных и расчетных данных по скорости движения конструируемых устройств можно представить табл. 6.

Таблица 6

**ИСХОДНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ
КОНСТРУИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ**

Вариант	Исходные данные, см/с	Данные, полученные на основе расчета, см/с
I	167	157
II	276	283
III	1,7	1,57

Сравнение результатов показывает, что отклонения расчетных данных от исходных не превышают принятых нами ранее 10% погрешности, и поэтому ими можно пренебречь.

Определим технические требования к рабочей поверхности колес для рассматриваемых нами моделей.

Рабочая поверхность колес должна обеспечивать постоянное надежное сцепление с грунтом или полом, не разрушать их, быть достаточно прочной и не создавать большого шума при движении.

Проанализируем известные в практике решения. Большая часть колес, применяемых в транспортных машинах (кроме железнодорожных), имеет резиновое покрытие. Установленные нами размеры колес для моделей в первых двух вариантах позволяют использовать готовые колеса из набора «Конструктор».

Для рабочей поверхности колеса планетохода резиновое покрытие не годится: при больших колебаниях температур резина быстро стареет, при низких же температурах она становится хрупкой и разрушается. В связи с этим рабочей поверхностью колеса для планетохода пока делают металлической. За основу конструкции колеса модели планетохода (III вариант) возьмем колесо «Лунохода-1», т. е. будем выполнять его из металла наборным, с ребристой рабочей поверхностью.

При разработке конструкции колеса необходимо учитывать и особенности его изготовления в кружке. Целесообразно показать школьникам возможные варианты изготовления деталей колеса с помощью шаблонов, оправок, штамповкой, литьем из капрона и др.

Нужно помочь школьникам правильно оценить достоинства и недостатки известных вариантов изготовления колес для моделей и принять правильное решение.

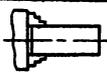
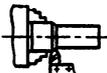
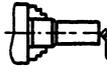
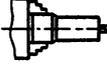
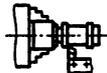
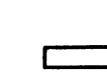
№	Порядок рабочих операций	Схема обработки	Инструмент	
			рабочий	измерительный
1	Закрепить заготовку в патроне		Ключ патрона	—
2	Обточить до $\phi 25$ мм на всю длину		Проходной резец	Штангенциркуль
3	Подрезать торец заготовки начисто		Подрезной резец	—
4	Сверлить сквозное отверстие $\phi 4$ мм		Сверло, патрон с конусом	—
5	Сверлить с торца $\phi 16$ мм на глубину 5 мм		То же	Штангенциркуль
6	Обточить наружную поверхность в соответствии с чертежом		Подрезные и проходные резцы	— " —
7	Отрезать деталь в размер 40 мм		Отрезной резец	— " —
8	Разметить отверстия во фланцах		Шаблон, керн, молоток	— " —
9	Сверлить отверстия во фланцах $\phi 1,5$ мм		Сверло патрон с конусом	—

Рис. 11. Технологическая карта на изготовление ступицы колеса для модели планетохода

На каждую деталь составляют технологическую карту. На рис. 11 приведена технологическая карта на изготовление наиболее сложной детали — ступицы колеса планетохода. Имея технологические карты на изготовление деталей, зная уровень практической подготовки участников работы, можно наметить исполнителей и составить календарный план или график исполнительских работ. Обычно школьники достаточно уверенно составляют технологи-

ские карты на изготовление простых деталей, так как подобную работу они уже выполняли на уроках труда в школьных мастерских.

Задачи

1. Как привести во вращение колесо, установленное, например, на лодке (рис. 12), используя силу течения воды? Лодка стоит на якоре.

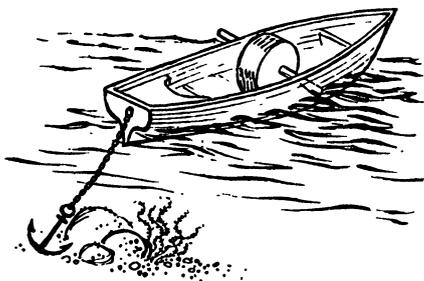


Рис. 12. К задаче 1

2. Какие части автомобиля, электровоза, трактора при их перемещении движутся и какие находятся в покое относительно дороги, основания модели?

3. Две модели движутся прямолинейно и равномерно. Скорость движения первой больше скорости движения второй. Чем отличаются графики: а) пути; б) скорости?

4. На рис. 13 даны графики, характеризующие движение модели. Опишите эти движения, пользуясь графиками.

5. На рис. 14 даны графики ускорения 4 тел. Как движутся эти тела?

6. Все ли точки катящегося колеса имеют одинаковую скорость относительно земли?

7. У автомобиля с мягкой подвеской кузов движется, почти не колеблясь, несмотря на то, что колеса повторяют все неровности дороги. Как при этом влияет масса модели на характер колебаний кузова?

8. Какую цель кроме эстетической преследуют при окраске модели лаком?

9. Почему руль гоночного велосипеда опущен низко?

10. Почему при больших скоростях автомобиль иногда заносит на поворотах?

11. Почему у автомашин, велосипедов тормоза лучше ставить на задние колеса?

12. Почему очень легкое тело трудно бросить на далекое расстояние?

13. Можно ли поднять с земли тело, приложив к нему силу, равную силе тяжести?

14. Летчик-космонавт Г. С. Титов рассказывал, что в условиях невесомости кинокамера все время «уплывала» от него. Объясните явление.

15. Утонет ли стальная гайка в воде на движущемся по круговой орбите спутнике?

16. Можно ли применить формулу свободного падения к движению модели, спускающейся на парашюте?

17. Объясните, почему на очень большой скорости автомобиль становится неуправляемым?

Почему гоночные автомобили низкие и имеют широкую колею?

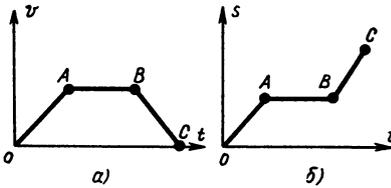


Рис. 13. К задаче 4

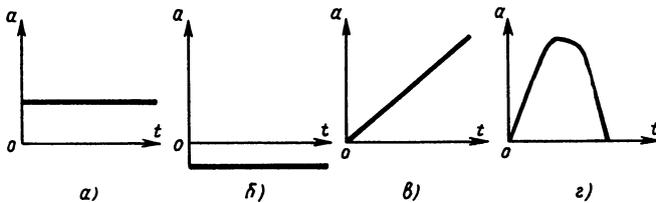


Рис. 14. К задаче 5

18. У некоторых трамваев тормозные колодки прижимаются к колесам, у других они прижимаются и к рельсам. В чем дело?

19. На танцевальных вечерах в клубах, в школе часто создают световые эффекты, направляя луч прожектора на вращающийся шар с наклеенными на него кусочками зеркала. По помещению начинает скользить множество лучей. Как использовать тепло, образуемое электрической лампочкой, для вращения абажура с прорезами, через которые будут пробиваться движущиеся лучи света, для создания того же эффекта?

20. В книге А. Некрасова «Приключение капитана Врунгеля» описан следующий способ передвижения лодки: колеса приводят во вращение белки, несущиеся «как бешеные» одна за другой по ступенькам внутри колеса. Будет ли двигаться лодка с таким двигателем? Какой вид энергии используется и в какие формы она превращается?

21. Предложите идею устройства движителя, использующего принцип работы рыбьего хвоста (некоторые варианты идей показаны на рис. 15).

Решение задач

1. На концах вала, выходящих за борта лодки, нужно укрепить колеса с плицами так, чтобы последние находились в воде.

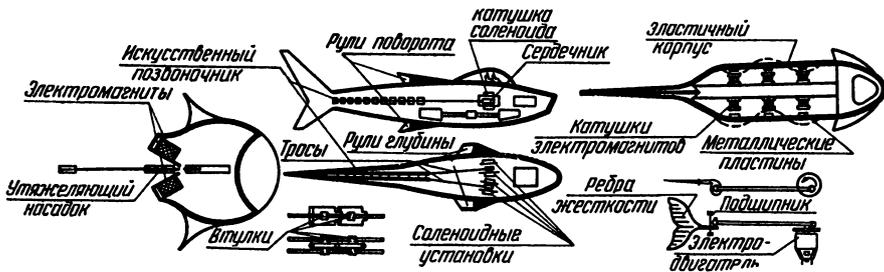


Рис. 15. К задаче 21

Течение воды будет вращать эти колеса, движение от которых передается среднему колесу (рис. 16).

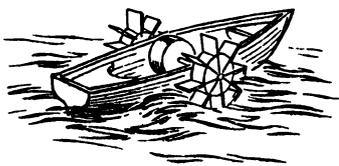


Рис. 16. К ответу на задачу 1

На рис. 13, б показано увеличение скорости на участке ОА, движение с постоянной скоростью на участке АВ и замедление до полной остановки на участке ВС.

5. На рис. 14, а показано движение тела с постоянным ускорением.

На рис. 14, б показано движение тела с отрицательным ускорением, т.е. с постоянным замедлением.

На рис. 14, в показано движение тела с равномерно возрастающим ускорением.

На рис. 14, г показано движение тела с переменным ускорением.

6. Нет, не все: точка колеса, соприкасающегося с землей, имеет $v=0$; наибольшую скорость имеет верхняя точка колеса.

8. Меньше потери на трение о воздух.

9. Лучшие условия обтекания.

10. При больших скоростях силы трения колес о дорогу оказывается недостаточно для создания необходимого центростремительного ускорения.

11. Чтобы не создать опрокидывающего момента и избежать заноса в сторону.

12. Тело при движении испытывает сопротивление воздуха. Так как масса тела мала, то за короткое время горизонтальная составляющая скорости у нее становится равной нулю.

13. Нет. Чтобы тело двигалось вверх, надо сообщить ему ускорение. Поэтому вначале действующая сила должна быть больше силы тяжести.

14. Кинокамера «плавала» потому, что орбита камеры не совпадала точно с орбитой корабля.

15. Нет. Все предметы там невесомы.

16. Нет. Движение в сопротивляющейся среде не будет свободным падением.

17. Сцепление с дорогой хуже, поэтому на скоростных машинах ставят аэродинамические рули. Чем ниже расположен центр тяжести, тем устойчивее машина.

18. Дополнительные колодки ставятся на скоростные трамваи для повышения эффективности тормозов. Увеличивают поверхность трения.

19. Крышка абажура должна иметь подпятник, на котором абажур может вращаться. Тогда теплый воздух, поднимаясь вверх, будет проходить через прорези крышки и вращать абажур.

Разработка механизма передачи

Начнем с наиболее простой задачи: привести в движение колесо от электрического двигателя без промежуточных механизмов. В этом случае достаточно поставить колесо рядом с двигателем и соединить их валы между собой. Колесо будет вращаться с той же скоростью, что и вал двигателя. Частота вращения будет регулироваться изменением тока. Но в этом случае с уменьшением частоты вращения будет снижаться и мощность электродвигателя.

Чтобы уменьшить частоту вращения колеса без изменения мощности электродвигателя, нужно применить передающий механизм. Существует множество механизмов, использующих различные принципы передачи движения: механический, электромагнитный, гидравлический и др.

В техническом моделировании наибольшее распространение получили механические передачи (рис. 17—19). Основным расчетным параметром в этих механизмах является передаточное число, которое определяется как отношение частоты вращения ведущего колеса n_1 к частоте вращения ведомого колеса n_2 , т. е.

$$i = \frac{n_1}{n_2}.$$

При передаче вращения трением выполняется соотношение:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1},$$

а в зубчатых передачах:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

где D_1 и z_1 — соответственно диаметр или число зубьев ведущего колеса; D_2 и z_2 — то же ведомого колеса.

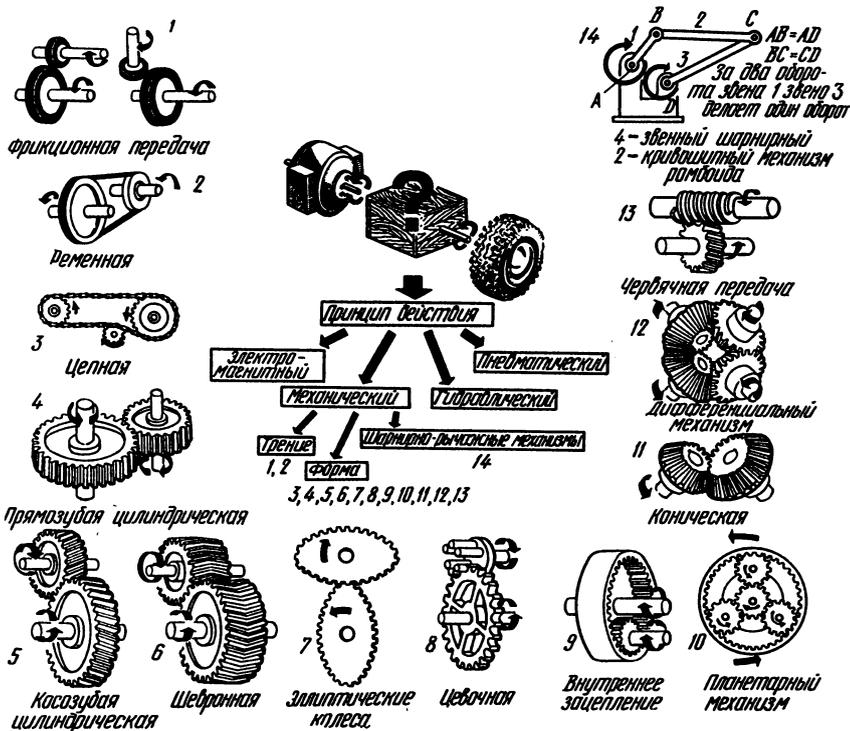


Рис. 17. Некоторые способы передачи непрерывного вращательного движения с изменением частоты вращения

Из этого соотношения следует, что для уменьшения (увеличения) числа оборотов ведомого колеса в несколько раз необходимо соответственно во столько же раз увеличить (уменьшить) его диаметр или число зубьев.

Если в передаче используется два колеса, она называется одноступенчатой, четыре — двухступенчатой и т. д. В многоступенчатых передачах $i = i_1 i_2 i_3 \dots i_n$.

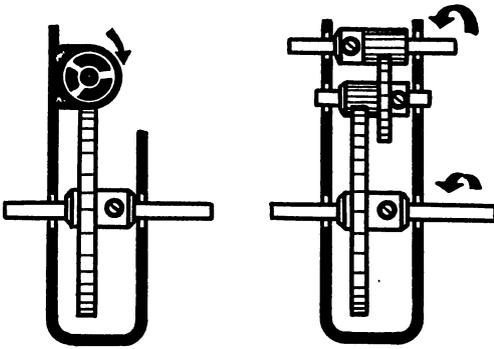


Рис. 18. Некоторые редукторы для технических игрушек

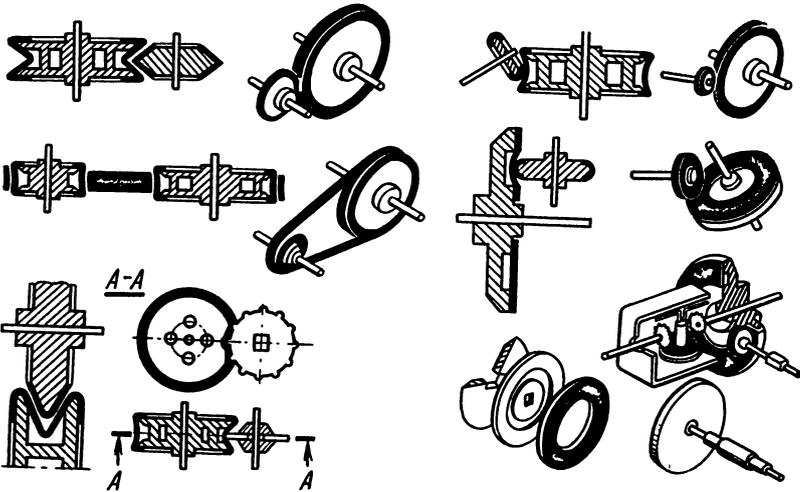
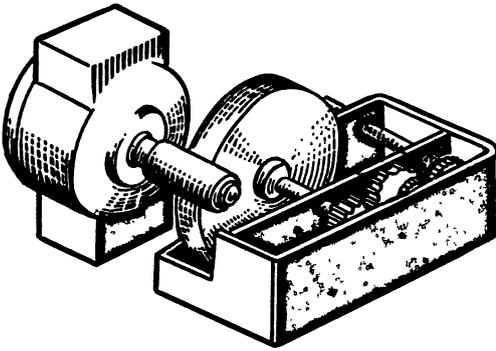


Рис. 19. Конструкции самодельных редукторов для моделей

Определим число i для передающих механизмов наших технических устройств, полученные результаты сведем в табл. 7.

Таблица 7

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПЕРЕДАТОЧНОГО ЧИСЛА
ДЛЯ ВАРИАНТОВ КОНСТРУИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ**

Обозначение величин	Единица измерения	I	II	III
n_1	об/мин	7500	14000	530
n_2 расчет.	»	600	1000	6
i	»	12	14	90
n_2 действит.	об/мин	625	1000	~ 5,9

Назовем дополнительные технические требования к передающим механизмам применительно к рассматриваемым техническим устройствам.

В I варианте необходимо, чтобы передающий механизм обеспечивал прекращение передачи движения на колесо практически одновременно с остановкой двигателя. Это требование обусловлено ограниченной рабочей площадью школьных мастерских, отсутствием пути торможения. Оно наиболее просто выполняется применением червячной передачи. Для такой передачи i определяется как отношение числа зубьев червячного колеса z_2 к числу заходов (ниток) червяка z_1 , т. е. $i = \frac{z_2}{z_1}$. При $i = 12$ целесообразно использовать червяк с числом заходов от 1 до 6. Возьмем число заходов равным 1 (такой червяк можно подобрать в наборе «Конструктор») и определим число зубьев колеса, необходимое для обеспечения заданной частоты вращения колеса.

По формуле $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ находим:

$$z_2 = \frac{z_1 \cdot n_1}{n_2} = \frac{1 \cdot 7500}{600} \approx 12.$$

Таким образом, передающий механизм, обеспечивающий заданную в I варианте частоту вращения колеса, может состоять из одноступенчатой червячной передачи с однозаходным червяком и червячным колесом с числом зубьев, равным 12.

Во II варианте (работа на пришкольном участке) прекращение движения может быть более плавным, но движение устройства должно начинаться одновременно с началом работы электродвигателя. В этом случае в передающем механизме можно использовать цилиндрические колеса с прямым зубом. Поскольку $i=14$, то целесообразно использовать две пары зубчатых колес,

$$\text{т. е. } i = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{14\,000}{1000} = \frac{14}{1} = \frac{2}{1} \cdot \frac{7}{1} = \frac{12}{6} \cdot \frac{42}{6} = 14$$

отсюда $z_1 = 6$; $z_2 = 12$; $z_3 = 6$; $z_4 = 42$.

В III варианте передающий механизм модели планетохода должен обеспечивать передачу с $i=90$. В этом случае можно использовать многоступенчатый шестеренчатый редуктор или комбинированный передающий механизм, включающий в себя и другие способы передачи, например червячную, фрикционную. Можно попробовать подобрать готовый редуктор из механизмов, которые выпускает промышленность для игрушек (см. рис. 18). Наиболее приемлемый из них — редуктор для игрушки с инерционным двигателем. При установке такого редуктора на модели планетохода на первой ступени передачи удобно использовать силы трения, а на последующих ступенях — прямозубые цилиндрические колеса. На вал электродвигателя в этом случае необходимо надеть резиновую трубку, чтобы толщина вала с трубкой была примерно равной 2,5 мм. Такая передача обеспечивает заданную скорость движения модели.

Для повышения надежности и маневренности движения модели (разворот вправо, влево, кругом) следует применить два двигателя и два редуктора: один — на втором левом колесе, другой — на третьем правом колесе. Расчет редуктора на прочность здесь не приводится, поскольку использование в нем готовых металлических деталей обеспечивает значительный запас прочности.

В наших моделях мы отказались от соединительных муфт. Ведущее колесо (шестерня, червяк, шкив) первой ступени закрепляется на валу двигателя, а ведомое последней ступени редуктора — на валу колеса.

Подшипники и опоры для осей и валов могут быть стандартными или самодельными. Эти вопросы применительно к нашим моделям уточняются при решении технологических задач на этапе изготовления и сборки механизма.

На этом разработка конструкции передающего механизма может быть окончена. Если готовых шестерен нет, их можно изготовить самим. На рис. 19 показано несколько вариантов самодельных передающих механизмов. Любая из таких передач работает достаточно надежно, даже если допустить небольшие неточности в изготовлении.

Задачи

22. Задано относительное положение ведущей и ведомой осей вращения. Назвать возможные варианты передачи движения:

а) с уменьшением частоты вращения ведомого вала при соосном, параллельном, пересекающемся и перекрещивающемся расположениях ведущего и ведомого валов;

б) с изменением направления вращательного движения;

в) с остановками вращательного движения;

г) с преобразованием вращательного движения в поступательное (возвратно-поступательное);

д) в качающееся движение.

23. Начертить недостающие звенья в механизме (рис. 20), преобразующем вращательное движение диска 1 в возвратно-поступательное движение штока 2 (3 варианта).

24. Начертить недостающие звенья, помещенные внутри коробок (рис. 21), где ведущими являются валы 1а и 1б, а ведомыми 1аа и 1бб.

25. Вал 1 (рис. 22) ведущий, вал 2 ведомый. Сколько необходимо холостых и рабочих шкивов, а также ремней, чтобы передать валу 2 рабочее вращение в правую или левую сторону, а также поставить его на холостой ход? Вал 1 вращается в одну сторону.

26. Нарисуйте механизм, скрытый внутри корпуса (рис. 23).

27. Как должны быть устроены стол 1 и стойка 2 (рис. 24), чтобы вращением маховичка 3 стол перемещался в вертикальном направлении, а вращением маховичка 4 поворачивался относительно стойки? Место расположения маховичков произвольное.

28. Предложите конструкцию передачи, преобразующей вращательное движение вала 1 (рис. 25) в возвратно-поступательное и одновременное с ним вращательное движение вала 2.

29. При неподвижном корпусе вентилятор подводит струю воздуха только в одном направлении. Какой механизм должен быть введен в конструкцию корпуса, чтобы последний мог автоматически поворачиваться на некоторый угол для увеличения обдуваемого пространства?

30. Как передать вращение от вала 1 (рис. 26) к перпендикулярному ему валу 2, обеспечив реверс последнего? При этом должна быть предусмотрена возможность остановки вала 2 без остановки вала 1.

31. Сконструируйте механизм (без зубчатых колес), в котором при вращении ведущего звена 1 (рис. 27) ведомые вертикальные шпиндели 2, расположенные произвольно, повторяли бы вращение ведущего звена.

32. Ведущее звено движется возвратно-поступательно. Предложите конструкцию, обеспечивающую вращение вала 2 (рис. 28) только при ходе ведущего звена 1 вверх, а вращение вала 3 — только при ходе звена 1 вниз (направление вращения валов указано на рис. 28).

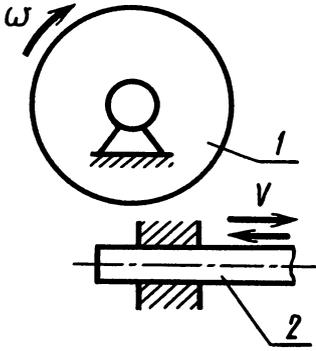


Рис. 20. К задаче 23

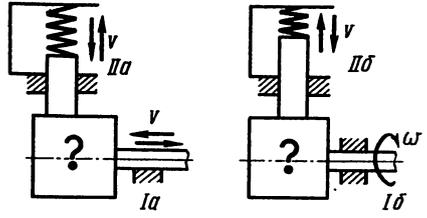


Рис. 21. К задаче 24

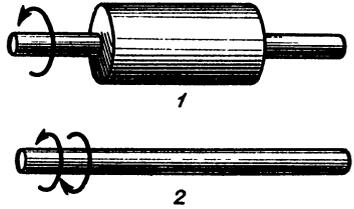


Рис. 22. К задаче 25

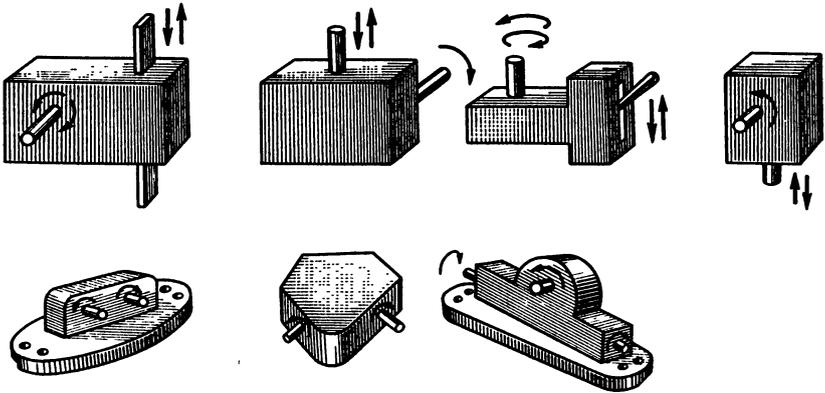


Рис. 23. К задаче 26

33. При максимальном ходе поршня гидроцилиндра груз поднимается на определенную высоту. Каким образом при тех же размерах можно увеличить высоту подъема, не применяя механических передач (рис. 29)?

34. Предложите схему механизма для вычерчивания подобных геометрических фигур.

35. Предложите схему одно моторного магнитофона, в котором привод кассет (вращающихся в разные стороны) осуществляется одним ремнем.

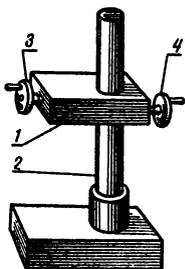


Рис. 24. К задаче 27

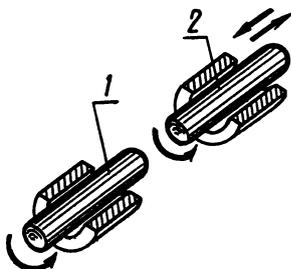


Рис. 25. К задаче 28

36. Предложите конструкцию механизма для преобразования вращательного движения вала 1 (рис. 30) в возвратно-поступательное движение штанги 2, расположенной под некоторым углом к этому валу.

37. Предложите конструкцию привода от вала к ползуну, чтобы последний при одном обороте вала мог двигаться в одном направлении быстро, в другом — медленно (рис. 31).

38. Предложите простейшую схему преобразования вращательного движения ротора электродвигателя в возвратно-поступательное, например вибратора.

39. Валик 2 (рис. 32) через гладкий диск с укрепленным на нем пальцем 3 приводит в движение валик 1. За шесть оборотов валика 2 валик 1 делает один оборот, причем вращение его шесть раз на некоторый период прерывается. Как осуществить передачу движения от валика 2 к валику 1 с соблюдением указанных условий?

40. Вал 1 (рис. 33) вращается равномерно. Ползун 2 может перемещаться поступательно вдоль своей оси и пружиной 3 всегда оттягивается влево.

Как осуществить передачу движения от вала 1 к ползуну 2, чтобы последний мог быстро перемещаться вправо и влево и останавливаться в крайних точках на какое-то время?

41. Предложите простой фрикционный механизм, позволяющий

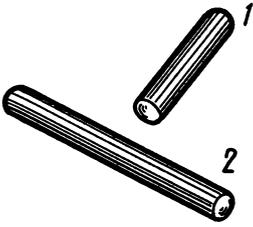


Рис. 26. К задаче 30

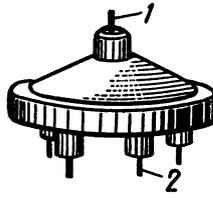


Рис. 27. К задаче 31

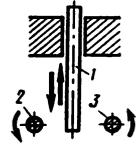


Рис. 28. К задаче 32



Рис. 29. К задаче 33

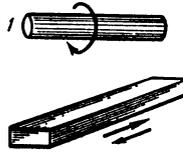


Рис. 30. К задаче 36

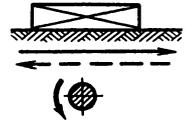


Рис. 31. К задаче 37

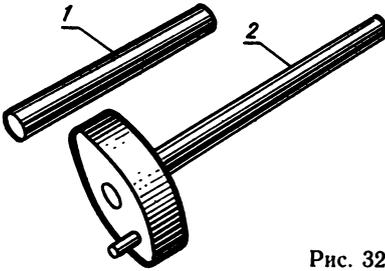


Рис. 32. К задаче 39

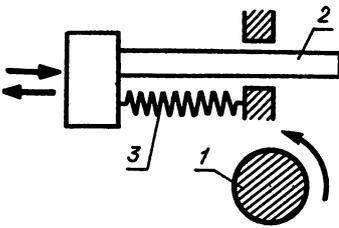


Рис. 33. К задаче 40

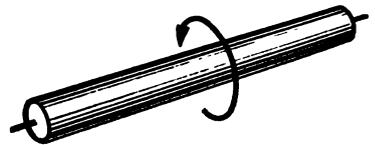


Рис. 34. К задаче 41

валу свободно вращаться в одном направлении и стопорящий его при изменении вращения (рис. 34).

42. Имеется герметично закрытый объем с расположенным внутри валом на подшипниках. Как передать вращение от ведущего вала, находящегося снаружи, внутрь закрытого объема, не нарушая герметичности и не используя уплотнительных манжетов?

43. Автомобильный стеклоочиститель, в котором щетка жестко закреплена на качающемся поводке, очищает на стекле сектор для обзора. Как должен быть устроен поводок, чтобы при этом же механизме привода щетка очищала большую площадь ветрового стекла?

Решение задач

25. На ведомом валу должно быть два холостых и два рабочих шкива и два ремня. Ремень 1 (рис. 35) передает вращение в правую сторону. Ремень 2 перекручен на 180° и передает вращение в левую сторону.

27. Стойка 2 (рис. 36) имеет винтовую нарезку и продольный паз. Механизм подъема стола устроен так. Винтовую нарезку стола охватывает гайка 1, которой через коническую шестерню передается вращение от маховичка 3. Вращаясь, гайка перемещается вверх-вниз вдоль направляющей стойки, увлекая за собой стол.

Механизм поворота стола состоит из червячного колеса, шпонка которого входит в паз стойки 2 и червяка, приводимого во вращение маховичком 4. Подшипники червяка жестко закреплены в столе. Червячное колесо, таким образом, может перемещаться вдоль стойки 2, но не вращается. При вращении маховичка 4 червяк перемещается вокруг червячной шестерни и поворачивает стол.

28. Устройство для преобразования вращательного движения в сложное, состоящее из возвратно-поступательного и вращательного движения, представляет собой кривошипношатунный механизм и связанную с ним планетарную передачу (рис. 37). При вращении вала 1 жестко связанное с ним водило 6 через коленчатый вал 5 и шатун 4 приводит во вращение вал 2. Вращаясь, водило 6 заставляет подвижное коническое колесо 3 обкатываться по неподвижному колесу 7. При этом колесо 3 вращается вокруг оси *aa* и приводит во вращение коленчатый вал 5, который через шатун 4 сообщает валу 2 дополнительное возвратно-поступательное движение.

Решение дано по авторскому свидетельству № 264078.

29. Механизм поворота корпуса вентилятора состоит из червяка 2 (рис. 38), сидящего на валу 1 электродвигателя, кривошипа 4, жестко закрепленного на оси червячного колеса 3, и тяги 5, соединяющей кривошип 4 с неподвижной осью 8 основания 6. Корпус вентилятора поворачивается на оси 7 относительно основания 6.

30. Вращение вала 1 передается валу 2 через лобовое зубчатое

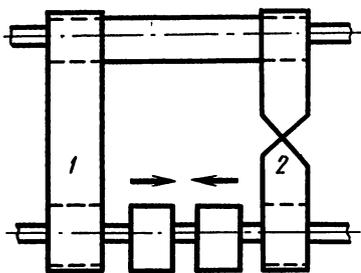


Рис. 35. К решению задачи 25

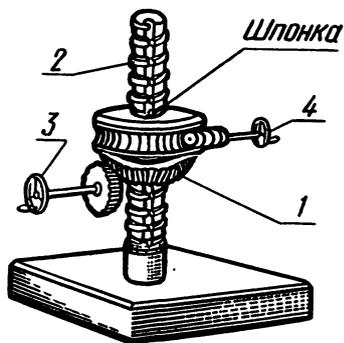


Рис. 36. К решению задачи 27

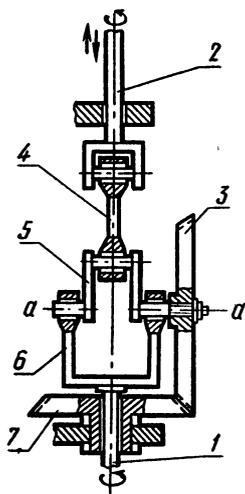


Рис. 37. К решению задачи 28

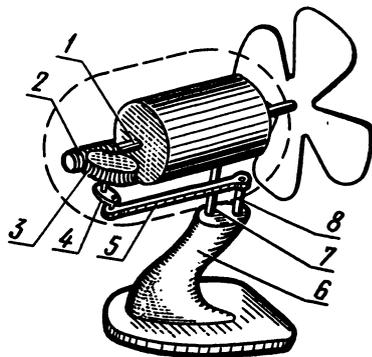


Рис. 38. К решению задачи 29

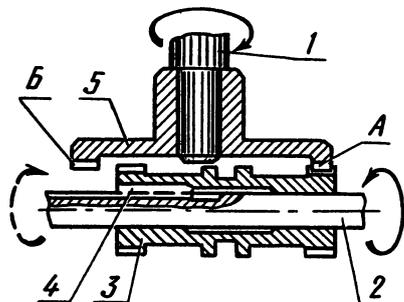


Рис. 39. К решению задачи 30

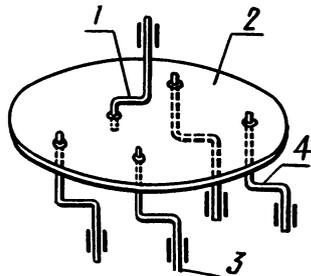


Рис. 40. К решению задачи 31

колесо 5 и двойное зубчатое колесо 3 (рис. 39). Первое колесо жестко закреплено на валу 1, второе — с помощью скользящей шпонки на валу 2. Поэтому двойное колесо 3 может передвигаться вдоль вала 2 и входить в зацепление с лобовым колесом 5 в точках *A* и *B*. Так достигается реверсирование вала 2. В среднем положении двойное колесо 3 не входит в зацепление с лобовым колесом 5 и вал не вращается.

Эту конструкцию зубчатого зацепления можно использовать в моделях с нереверсивным электродвигателем для изменения направления движения.

31. Ведущее звено имеет водило 1, соединенное шарнирно пальцем с плоским диском 2 (рис. 40). Шпиндели 3, произвольно расположенные в корпусе устройства, имеют водила 4, которые тоже шарнирно соединены с плоским диском 2. Под воздействием ведущего звена 1 плоский диск 2 совершает вращательные перемещения. Ведомые шпиндели 3 могут быть расположены в любой последовательности, так как все точки плоского диска 2 повторяют его перемещение.

32. Ведущее звено 1 представляет собой зубчатую рейку (рис. 41). С ней зацепляются зубчатые колеса 2, свободно насаженные на валы 3 и 4 и попеременно вращающие последние в нужном направлении через храповые колеса 5, жестко соединенные с валами. Подпружинные «собачки» 6 закреплены на шестернях.

33. Шток гидроцилиндра выполнен телескопически, т. е. полость основного штока служит цилиндром другого (рис. 42). Поэтому при подаче в цилиндр жидкости происходит перемещение основного поршня относительно цилиндра и одновременно перемещение внутреннего — относительно основного. Таким образом, общая высота подъема груза будет равна сумме относительных перемещений двух штоков.

34. Механизм для вычерчивания подобных геометрических фигур (рис. 43) состоит из подвижного параллелограмма *ABCD* с удлиненными сторонами *OB* и *BE*. При этом точки *O*, *C* и *E* лежат на одной прямой. Из подобия треугольников *OAC* и *OBE* следует, что при неподвижной точке *O* (схема *a*) отношение их сторон есть величина постоянная, а при неподвижной точке *C* (схема *б*) отношение $\frac{CE}{CO} = \frac{AB}{AO}$ также величина постоянная, но фигуры будут повернуты. Такой механизм называется пантографом и применяется в гравировальных станках (обычно по схеме *б*).

35. Одномоторный магнитофон, в котором привод кассет осуществляется одним ремнём (рис. 44), работает так: ремень 2 охватывает шкив электродвигателя 1 и маховик тонвала 6, затем, огибая ролики 5 и 11, касается подкассетника 3 наружной стороной, а подкассетника 8 — внутренней. Благодаря этому подкассетники вращаются в разные стороны. При рабочем ходе (записи, воспроизведении) и перемотке вправо ремень 2 прижимается к подкассетнику 8 роликом 10, а при обратной перемотке — к подкассетнику 3

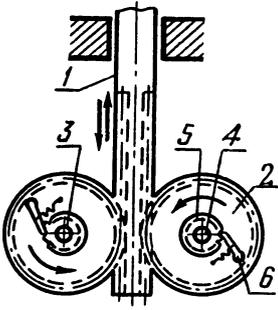


Рис. 41. К решению задачи 32

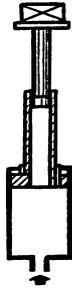


Рис. 42. К решению задачи 33

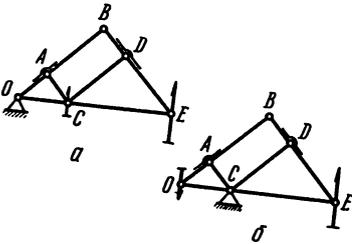


Рис. 43. К решению задачи 34

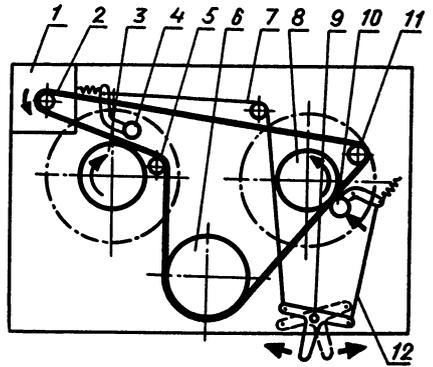


Рис. 44. К решению задачи 35

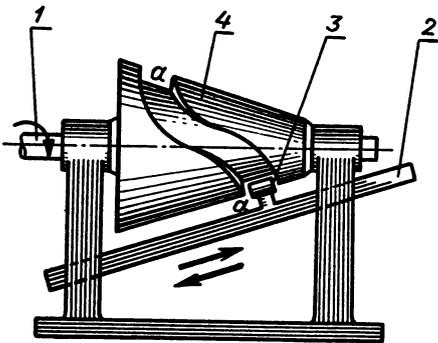


Рис. 45. К решению задачи 36

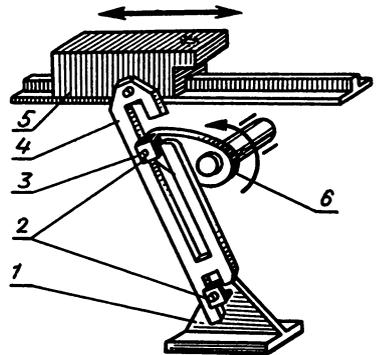


Рис. 46. К решению задачи 37

роликом 4 с помощью ручки 9 и тяг 7 и 12. Подтормаживание свободной кассеты осуществляется за счет трения о ремень. Электродвигатель 1 вращается в одну сторону. Кассеты насажены на подкассетники жестко, без проскальзывания.

36. При вращении вала 1 (рис. 45), расположенного под некоторым углом к штанге 2, последняя совершает возвратно-поступательное движение благодаря воздействию пространственного конического кулачка 4 с пазом *aa* на ролик 3. Кулачок жестко закреплен на валу 1, а ролик установлен на штанге 2.

37. Ползун приводится в движение с помощью кривошипа 6 (рис. 46) и вильчатой кулисы 4. При равномерном вращении пальца 3 кривошипа 6 кулиса 4 совершает качательное движение вокруг своей нижней опоры 1 и верхним концом перемещает ползун 5, сообщая ему возвратно-поступательное движение. При изменении расстояния от пальца 3 до центра вращения вала соответственно изменяется размах качания кулисы 4 и длина хода ползуна 5. Соединение кулисы 4 с нижней опорой 1 осуществляется камнями 2, свободно вращающимися на своих осях и так же свободно перемещающимися в пазах кулисы.

Подобный механизм широко применяется, например, в поперечно-строгальных станках.

38. Для преобразования вращательного движения вала электродвигателя в возвратно-поступательное на валу эксцентрично укреплен груз, при вращении которого возникает возмущающий момент. Он-то и создает вибрацию. Амплитуда возвратно-поступательного движения вибратора зависит от массы грузов и расстояния от его центра тяжести до оси вращения.

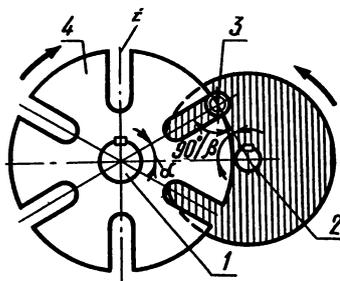


Рис. 47. К решению задачи 39

39. На валике 1 (рис. 47) жестко закреплен диск 4 с шестью пазами. При вращении валика 2 палец 3 входит в один из пазов, поворачивает диск 4 на $\frac{1}{6}$ оборота и выходит из паза. При следующем обороте валика 2 палец 3 входит в следующий паз и снова поворачивает диск 4 на $\frac{1}{6}$ оборота. В то время когда палец 3 не входит ни в один из пазов, диск 4 не вращается.

Такой механизм носит название «мальтийского», так как при четырех пазах диск напоминает крест Мальтийского ордена. Поворот мальтийского креста на угол α между смежными пазами происходит за время поворота кривошипа на угол α . Для того чтобы поворот креста происходил без жестких ударов в начале и в конце поворота, должно быть соблюдено условие:

$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}, \text{ т. е. } \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha.$$

Если обозначить число пазов через z , то $\alpha = \frac{\pi}{z}$,

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi(z-2)}{2z}.$$

Число пазов в мальтийском кресте должно быть не менее трех и обычно не превышает восьми.

40. Передача от вала 1 (рис. 48) к ползуну 2 осуществляется с помощью двучленного рычага 4 и кулачка 5, закрепленного на валу 1. Рычаг 4 снабжен зубчатым сектором на одном конце и роликом на другом. Когда ролик 4 находится на поверхности кулачка 5 с радиусом R_1 , ползун 2 неподвижен в крайнем левом положении. При повороте вала 1 ролик попадает на плоскую поверхность кулачка 5, рычаг 4 поворачивается и быстро перемещает ползун 2 вправо. Когда ролик находится на поверхности кулачка с радиусом R_2 , ползун 2 неподвижен в крайнем правом положении, а затем под действием пружины 3 быстро возвращается в крайнее левое положение. Время остановки ползуна в крайних положениях определяется соотношением длин криволинейных поверхностей кулачка 5, описанных радиусами R_1 и R_2 .

41. Фрикционный механизм состоит из пружины 2 (рис. 49), надетой на вал 1. Конец пружины неподвижно закреплен в детали 3. Внутренний диаметр пружины немного меньше диаметра вала, в результате чего пружина плотно охватывает вал. При вращении

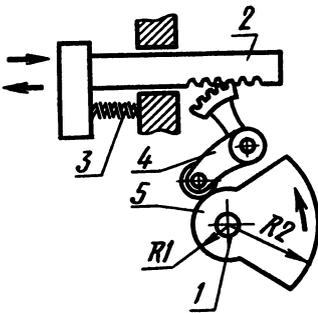


Рис. 48. К решению задачи 40

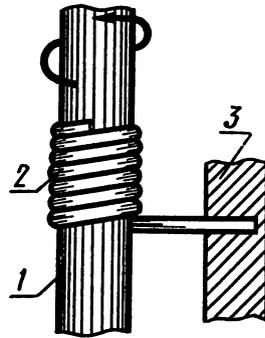


Рис. 49. К решению задачи 41

вала в направлении, указанном стрелкой, крутящий момент его преодолевает силу трения, возникающую между пружиной и валом. Поэтому вал вращается свободно. В противном случае трение увеличивается и вал останавливается.

42. На концах валов 1 и 3 (рис. 50) закреплены постоянные магниты 4 и 5. При вращении вала 1 поле магнита 5 через перегородку 2 увлечет за собой магнит 4 и вал 3 придет во вращение.

43. Поводок стеклоочистителя должен быть выполнен в виде шарнирного параллелограмма (рис. 51). Щетка, жестко прикрепленная к горизонтальному звену, будет перемещаться параллельно и очищать большую площадь ветрового стекла, чем качающаяся. Эта конструкция стеклоочистителя применена на автобусах и трамваях последних моделей.

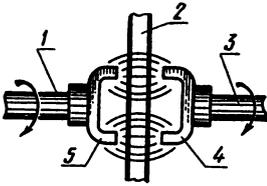


Рис. 50. К решению задачи 42

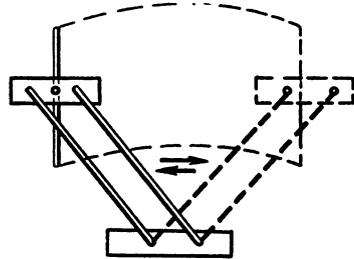


Рис. 51. К решению задачи 43

Разработка механизма управления

Прежде чем перейти к разработке механизма управления модели, следует кратко рассказать о значении механизации и автоматизации производственных процессов. Известно, что большинство машин и механизмов, используемых в промышленности, сельском хозяйстве и сфере обслуживания, без участия человека пока еще работать не могут. Эти механизмы необходимо включать и выключать, менять их скорость и направление движения и т. д.

Можно показать, как по мере развития науки и техники человек все более стремится освободить себя не только от малопродуктивного и тяжелого физического труда, но и передать механизмам, автоматам функции контроля и управления процессом производства.

Современные предприятия все шире оснащаются станками-автоматами и автоматическими линиями, оборудованием с программным управлением.

Появились уже машины-роботы. Эти умные автоматы никак не похожи на лязгающие металлом человекоподобные чудовища из фантастических рассказов. Не привлекая особого внимания, они уже работают на заводах, исследуют поверхность других планет, заменяют человека там, где труд либо опасен, либо попросту скучен и однообразен.

Можно сообщить школьникам краткие исторические сведения о человекоподобных автоматах-роботах, о том, что слово «робот»

впервые прозвучало в 1920 г. в фантастической пьесе «*RUR*» чешского писателя Карела Чапека. Оно, в сущности, образовано от слова «работа». Пока поле деятельности этих автоматов еще очень ограничено.

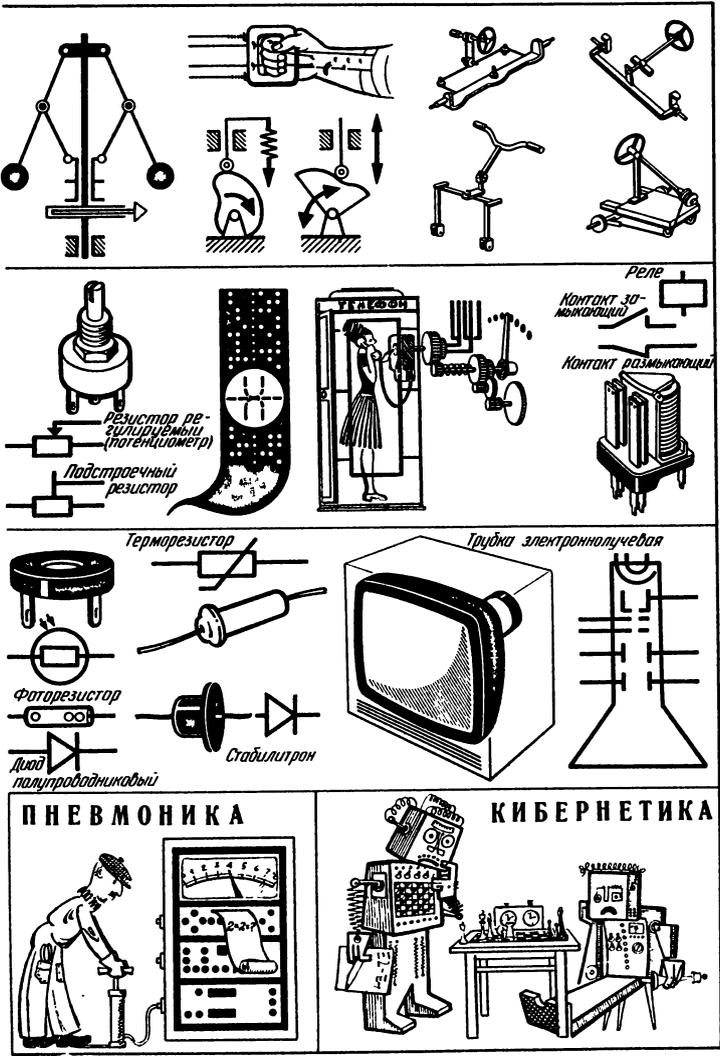
Среди современных автоматов наибольшую известность получили советские «луноходы», напоминающие большие котлы на колесах. Успешно «забросив» свои детища на Луну, советские ученые получили возможность приказывать им брать и анализировать пробы лунного грунта, проводить эксперименты с космическими лучами и передавать на Землю телевизионные изображения поверхности Луны, Марса, Венеры. Ленинградские ученые создали устройство, которое может стать преемником «луноходов». Этот шестиногий механический «паук» с лазерным «глазом» способен преодолевать крутые подъемы, лестницы, успешно двигаться по узким коридорам с поворотами под прямым углом и лавировать на местности, загроможденной валунами и стволами деревьев. По-видимому, такие машины могут с равным успехом действовать и на дне океана, и в других условиях, где находится человеку опасно или нецелесообразно.

Появляются роботы, способные в ограниченных пределах действовать самостоятельно. Такова, например, автоматическая тележка, разработанная специалистами фирмы «Джервис Б. Уэбб-корпорейшен», которой отводится роль бессловесного послушного посыльного в административных зданиях, больницах и заводах. Получив вызов, тележка спешит по коридору, вдоль провода, проложенного в полу, или следит «глазами» за прочерченной на полу белой линией.

Такие тележки способны вызвать лифт, «выйти» на нужном этаже и отправиться туда, где их ждут. Некоторые из них оборудованы ультразвуковыми локационными устройствами, которые сигнализируют о препятствиях на пути, других можно «научить» следовать за человеком, который держит в руках миниатюрный управляющий радиопередатчик.

Здесь целесообразно попытаться помочь школьникам понять самую суть, принцип управления работой технических устройств в наиболее общем виде. Управлять работой технического устройства часто означает включать и выключать или переключать какие-то движения, происходящие в этом устройстве или в его частях. Разработку механизма управления часто можно свести к определению принципа действия таких его ячеек, как «не», «и», «или». Такой подход применительно к работе с учащимися наиболее плодотворно разрабатывается В. Н. Касаткиным.

В этом случае создание механизма управления похоже на детскую игру в кубики, из которых можно составлять и «домики», и «машину», и многое другое. При этом совершенно не важно, что там у кубиков «внутри» и из какого материала они сделаны. Задачу включать, выключать и подключать или переключать можно решать различными средствами и на разных уровнях, например ме-



управления работой технических устройств

ханические устройства, электромеханические, электронные на лампах, на полупроводниках и т. д. (рис. 52).

Широко распространен и другой метод разработки механизма управления, когда вначале намечаются возможные варианты использования известных принципов управления работой технических устройств, например радиоуправление, управление лучом, светом, звуком, т. е. с помощью различных датчиков, реагирующих на определенные изменения окружающей среды или действующий



Рис. 53. Блок-схема механизма управления работой технической модели

щих по заранее намеченной программе. В этом случае кружковцы или сам руководитель подбирают опубликованные в журналах, книгах схемы и пытаются приспособить их для решения своих частных задач. Со временем в кружке могут быть накоплены схемы механизмов управления, пригодных для различных случаев.

Когда подобрана готовая схема, творческая работа еще не окончена. Идею схемы необходимо воплотить в конструкцию, а для этого необходимо решить ряд конструкторских, технологических и организационных задач. Учащиеся выполняют необходимые и возможные для них технические расчеты, проверки, делают выводы и возможные обобщения, составляют блок-схему управления работой конструируемых моделей (рис. 53).

После проведения анализа работы блок-схемы можно наметить принцип действия командного устройства применительно к рассматриваемым вариантам. Для этого опять необходимо провести анализ ситуаций, в которых придется работать проектируемым устройствам.

Движение устройства в мастерской возможно, например, по таким маршрутам: *А* — от стола учителя вокруг рабочих столов; *В* — от стола учителя между торцами рабочих столов и обратно к столу учителя.

Рассмотрим достоинства и недостатки этих маршрутов движения. Достоинство маршрута *А* состоит в том, что движение устройства осуществляется с постоянной скоростью, не меняется направление вращения вала двигателя. Недостатком является сравнительно сложный и длинный путь, а следовательно, и продолжительность задачи заготовок, деталей и т. д. При обратном движении устройства не исключена возможность столкновения его с учеником.

Достоинством маршрута *В* является более короткий путь движения. При этом ученики могут брать развозимые предметы одно-

временно с двух сторон, а это — дополнительная экономия времени. Движение осуществляется по прямой, по безопасному пути, контролируемому учителем и учениками, снимается возможность аварийной ситуации.

К недостаткам маршрута *В* можно отнести необходимость изменения направления движения на половине пути на 180° .

Выбираем маршрут *В*. Вносим дополнительные уточнения: желательно предусмотреть возможность остановки устройства у каждого рабочего стола по команде ученика.

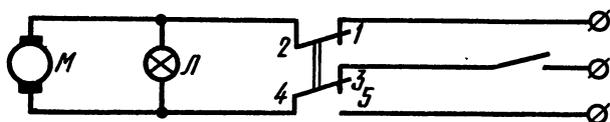


Рис. 54. Электрическая схема управления работой технической модели:

M — электродвигатель; *Л* — сигнальная лампа, 1–5 — контакты

Таким образом, схема движения устройства выглядит так: учитель дает устройству команду «Движение», последнее перемещается по прямой, проходит между торцами рабочих столов учеников, затем возвращается обратно к столу учителя и останавливается. При необходимости устройство можно остановить у любого из рабочих столов. В роли командного устройства выступают учитель и ученики.

Определим принцип работы механизма управления устройством. Поскольку всякая передача команд требует затраты энергии, необходимо определить ее источник. В нашем устройстве уже имеется источник электрической энергии — батарейка, поэтому проще всего использовать этот вид энергии. Управлять устройством — означает подавать команду на движение, на изменение направления движения и остановку. Для перемены направления движения достаточно изменить направление вращения вала двигателя, что очень просто достигается изменением направления тока (сменить полярность) с помощью переключателя. Для остановки устройства достаточно отключить электрическое питание двигателя, что также очень просто достигается с помощью выключателя любого типа.

Теперь задача сводится к составлению электрической схемы, состоящей из электродвигателя, переключателя и источника постоянного тока. Для контроля включения устройства под напряжение можно использовать лампочку с цветным светофильтром или лампочку-кнопку. Одна из возможных электрических схем управления устройством показана на рис. 54.

Если нет готового переключателя, его можно сделать в кружке. Разработка таких приборов может быть самостоятельной творческой задачей.

Рассмотрим возможности управления работой устройства на пришкольном участке. Здесь рабочие ситуации могут быть самыми различными, они могут часто меняться и их целесообразно программировать. Хорошим решением можно считать непосредственное управление движением устройства на всем пути его следования: человек идет рядом с устройством и дает ему команды «Движение», «Остановка», «Изменение направления движения». Электрическая схема в этом случае может быть аналогичной предыдущей, но переключения осуществляются вручную.

Для разработки механизма управления работой модели планетохода необходимо вначале уточнить возможные ситуации, в которых ему придется работать. Рассмотрим некоторые из них.

1. Устройство доставили в грузовой ракете в какую-то удобную для посадки точку планеты, из которой планетоход должен совершить выходы с целью сбора различной информации о поверхности и по команде вернуться обратно к ракете.

2. Планетоход совершает перевозки грузов от космического корабля до стационарной базы на планете. При подходе к базе устройство подает сигнал о своем прибытии.

3. Аварийная ситуация. По команде из точки аварии планетоход движется к этой точке, при подходе к ней останавливается и ведет передачу информации на базу. Если попавшие в беду могут сами погрузиться на прибывший к ним планетоход, он доставляет их на базу или на космический корабль, в зависимости от полученной команды.

Оформим эти ситуации в таблицу и наметим действия, которые должна совершать модель планетохода (табл. 8).

Командные сигналы могут подаваться в любой последовательности.

В нашем случае мы остановимся на идее использования принципа «глаза».

Таблица 8

ВОЗМОЖНЫЕ СИТУАЦИИ РАБОТЫ ПЛАНЕТОХОДА

Ситуация	Действия модели
I. Командных сигналов нет, питание включено	Совершает круговое движение слева направо
II. Командный сигнал слева	Поворачивается налево, пока источник сигнала не будет прямо по курсу
III. Командный сигнал справа	То же направо
IV. Командный сигнал прямо по курсу	Двигается прямо
V. Командный сигнал прямо по курсу на определенном (регулируемом) расстоянии	Останавливается, начинается передача информации: «Источник командных сигналов найден»

Дальше остается подобрать или составить подходящую схему.

Поскольку модель должна различать направления командных сигналов, то по аналогии можно предположить наличие у нее пары «глаз», а глаза обычно воспринимают световые сигналы. Итак, рассмотрим вариант управления с использованием «глаз». В зависимости от того, с какой стороны подается сигнал, освещается

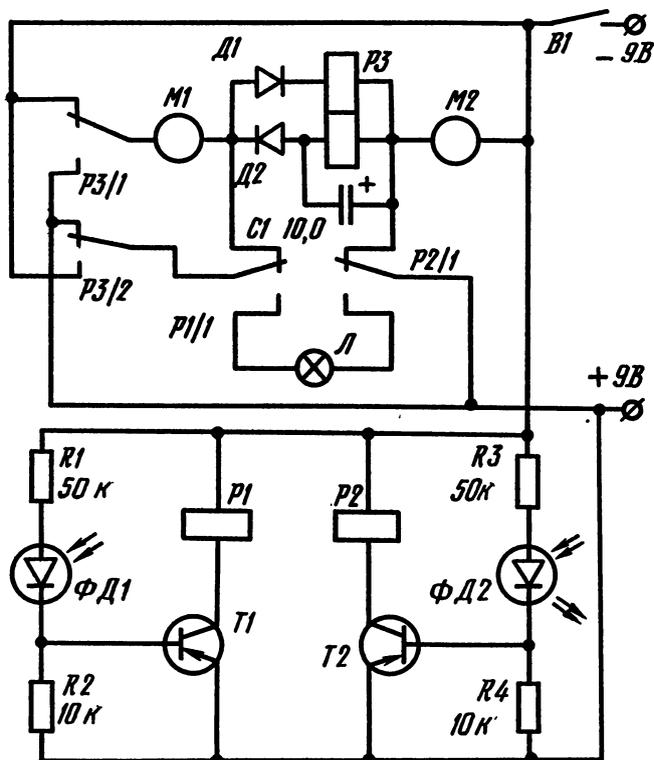


Рис. 55. Электрическая схема управления моделью планетохода:

M1 — передний электродвигатель; *M2* — задний электродвигатель; *ФД1* — левый «глаз»; *ФД2* — правый «глаз»; *P1*, *P2* — реле РЭС-10; *P3* — РПС-20; *T1* и *T2* — транзисторы МП39; *L* — лампа контроля команд; *R1*–*R4* — резисторы; *D1* и *D2* — диоды типа Д7Ж

правый или левый «глаз». Это приводит к срабатыванию соответствующего реле, подается питание на двигатель и осуществляется поворот до максимальной освещенности «глаза», а затем движение прямо на источник сигнала, обеспечиваются ситуации II, III, IV. Если «глаза» модели планетохода «скосить» по курсу, то при приближении к источнику сигнала (свет) на определенное, регулируемое заранее расстояние оба «глаза» будут освещены одинаково,

сработают соответствующие реле, отключающие питание двигателей, и включится сигнал, информирующий о нахождении источника командных сигналов (ситуация V).

Если источник командных сигналов выключить, модель осуществляет поиск нового источника сигналов, совершая вращательное движение на месте (ситуация I). При подаче сигнала модель двинется к нему и т. д.

Такую последовательность работы может обеспечить схема с использованием фотоспротивлений (рис. 55), которые подбирают по соответствующим справочникам или с помощью консультантов. При этом обязательно нужно подчеркнуть, что предлагаемый принцип управления работой модели не является единственным, возможно использование других, например радиуправления. Но данная схема проста в изготовлении и отладке, малогабаритна, надежна в работе и не требует дефицитных деталей.

Задачи

44. При медленном нажатии или отпускании электрической кнопки 2 (рис. 56) между контактами 1 и 3 возникает вольтова дуга, что приводит к их обгоранию. Как должна быть устроена кнопка, в которой замыкание и размыкание контактов осуществляется мгновенно, независимо от скорости нажатия или отпускания?

45. Детали, имеющие форму стакана со сферическим дном, свободно движутся по трубе или скатываются по лотку (рис. 57), причем направление дна не ориентировано. Предложите конструкцию

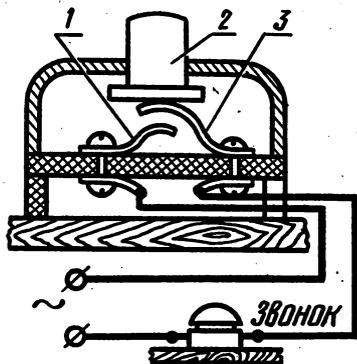


Рис. 56. К задаче 44

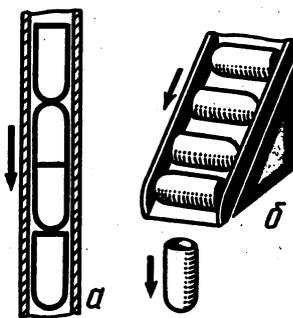


Рис. 57. К задаче 45

устройства, после прохождения которого детали будут двигаться вертикально одна за другой только дном вниз.

46. В приводе автоматически открывающихся дверей применяют реверсивный электродвигатель. При вращении его якоря в одну сторону дверь открывается, в другую — закрывается.

Предложите конструкцию механизма, в котором открывание и закрывание производятся неревверсивным электродвигателем (якорь вращается всегда в одну и ту же сторону).

47. Как должен быть устроен тормоз модели электровоза, позволяющий останавливать модель в определенных участках пути?

48. Как должен быть устроен электрофлюгер, чтобы можно было, не выходя из помещения, узнать не только направление ветра, но и его силу?

49. Предложите конструкцию механизма управления изменением скорости движения автомодели в соответствии с заданной программой. Механизм должен располагаться на модели.

50. Очень часто в коридорах квартир и служебных помещений выключатель находится далеко от входной двери, и до него приходится идти в темноте. Предложите схему, чтобы можно было включать и выключать освещение из разных трех мест.

51. В небольших моделях кораблей с электрическим приводом обычно сначала включают электродвигатель, а затем спускают модель на воду. Выключают электродвигатель после подъема модели из воды. Это приводит к произвольному разряду батарей.

Каким должно быть устройство, автоматически включающее электродвигатель при спуске модели на воду и выключающее его при подъеме из воды?

52. Как должен быть устроен механизм кнопочного переключателя, чтобы при нажатии одной кнопки другая, ранее нажатая, возвращалась в исходное положение, т. е. выключалась?

53. В паровых машинах впуск и выпуск пара обычно осуществляются с помощью управляемых клапанов, которые открываются в нужное время механизмом парораспределения.

Как должна быть выполнена система парораспределения в модели паровой машины, чтобы можно было обойтись без клапанов?

54. Предложите устройство для автоматического выключения электродвигателя магнитофона при обрыве пленки.

55. Если в цепь микродвигателя модели с автономным приводом включить реостат (рис. 58), с его помощью можно менять напряжение, а следовательно, и скорость движения модели. Этот принцип широко используется в технике, но имеет недостаток: значительная часть энергии тратится впустую — превращается в тепло. Предложите электросхему, лишенную такого недостатка, но чтобы с ее помощью можно было питать микроэлектродвигатель от батарей и регулировать скорость движения модели.

56. В сосуд 2 (рис. 59) по трубе 1 насосом 3 с электроприводом подается жидкость. Предложите беспоплавковое устройство, которое автоматически выключало бы электродвигатель насоса после наполнения сосуда 2 заданным количеством воды.

57. При демонстрации движущихся моделей на столе не исключена возможность их падения на пол. Предложите устройство на модели, предохраняющее ее от падения со стола.

58. Как должно быть устроено распределение в насосе

(рис. 60), чтобы поршень непрерывно гнал воду при движении штока как в правую, так и в левую сторону?

59. Предложите идею или конструкцию «мины» для использования ее в игре «Зарница». Предложите идею, конструкцию или схему «сторожа», который бы сигнализировал о чем-то приближении к объекту.

60. Предложите идею, конструкцию или схему прибора для замера влажности древесины.

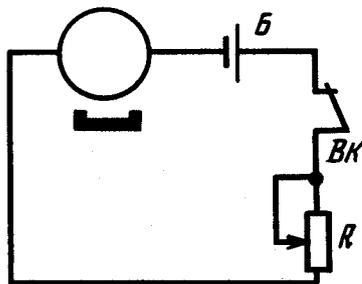


Рис. 58. К задаче 55

Рис. 59. К задаче 56

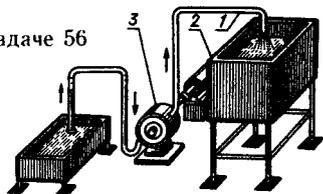


Рис. 60.
К задаче 58



61. Предложите идею, конструкцию или схему прибора, обеспечивающего заданную температуру воды в аквариуме, например 24—28° С.

62. Начертите схему такого соединения, при котором одновременно с выключением лампы в одной комнате загорается лампа в другой.

63. Надпись «Берегись трамвая» загорается до того, как подходит трамвай, и гаснет после прохода трамвая (то же для автошлагбаума). Начертите электрическую схему.

64. Составьте схему (при возможной экономии проводов), в соответствии с которой человек, подходя к очередной лестничной площадке, может включить ее освещение и выключить освещение площадки, оставшейся позади.

65. Как изготовить электромагнит, подъемную силу которого можно регулировать?

Решение задач

44. Контакты 1 и 4 (рис. 61) неподвижны. При нажатии на кнопку 3 они замыкаются перемычкой 5, которая перебрасывается из крайнего нижнего в крайнее верхнее положение и обратно в тот момент, когда ее «усики» 6 проходят через неустойчивое среднее положение. Размыкаются контакты при отпуске кнопки 3 под действием пружины 2.

45. Конструкция ориентирующего устройства для деталей, движущихся по трубе, показана на рис. 62. Детали, идущие дном вниз,

пройдут, не изменив своего направления, а детали, идущие дном вверх, зацепятся за упор и примут нужное положение (см. рис. 62, а). Для поштучной выдачи деталей перед ориентирующим устройством нужно поставить отсекатель любой конструкции. В случае движения деталей по лотку можно в конце его, по центру, поставить нож, и детали будут падать дном вниз в результате того, что центр тяжести смещен в сторону дна (см. рис. 62, б).

46. Механизм автоматического открывания дверей (рис. 63) состоит из диска 1 с кривошипным пальцем 2 и тяги 3 шарнирно соединенной с дверью 4.

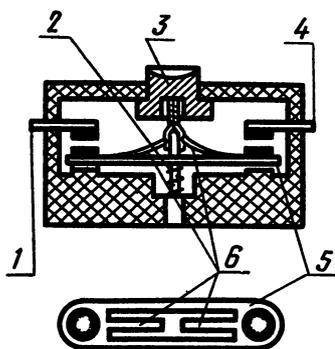


Рис. 61. К решению задачи 44

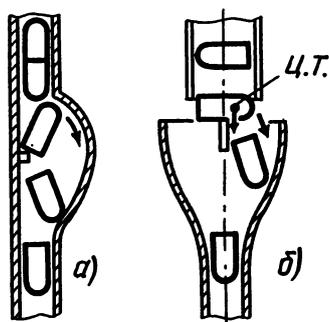


Рис. 62. К решению задачи 45

Диск 1 приводится во вращение от электродвигателя через понижающий редуктор (на схеме не показаны). При вращении электродвигателя диск 1 начинает поворачиваться и тяга 3 открывает дверь. Максимальное открытие двери наступит при повороте диска на 180° , когда тяга 3 перейдет из положения AB в положение A_1B_1 . При дальнейшем вращении диска в ту же сторону дверь закроется.

47. Схема двухколлодного тормоза представлена на рис. 64. Торможение осуществляется при повороте рычага 4 по направлению стрелки. Когда модель электровоза приближается к поднятому подвижному упору 1, груз 2 перемещает вверх штангу 3 и поворачивает рычаг 4 уравнительного механизма. Колодки 5 и 6 прижимаются к колесу. Уравнительный механизм, состоящий из системы рычагов, обеспечивает равномерное прижатие обеих колодок.

Модель электровоза перестает тормозить, когда подвижный упор опущен (вручную или по команде с пульта управления). При этом груз разводит тормозные колодки.

48. Ось 2 флюгера 3 (рис. 65) несет реостат 1, подвижный контакт которого связан с пластиной 4. Когда ветра нет, пластина 4

находится в исходном положении и подвижный контакт не соприкасается с обмоткой реостата.

Как только подует ветер, пластина 4 начнет отклоняться и включит реостат. Чем сильнее будет ветер, тем на больший угол станет отклоняться пластина 4; сопротивление реостата 1 уменьшится, и вольтметр покажет большее напряжение. Шкалу вольтметра следует заменить отградуированной (как указано на рис. 65). Чтобы дождь и снег не намочили реостат, его надо закрыть колпачком.

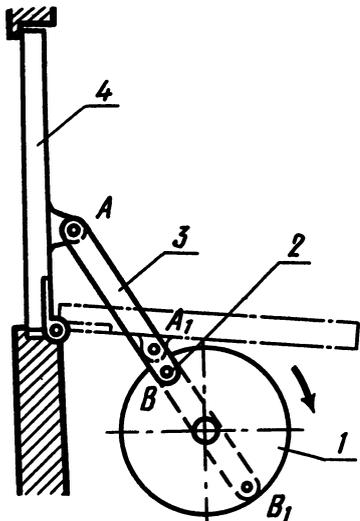


Рис. 63. К решению задачи 46

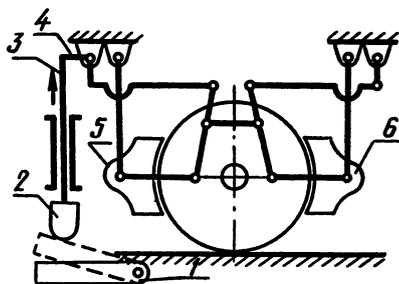


Рис. 64. К решению задачи 47

49. Один из вариантов приведен на рис. 66.

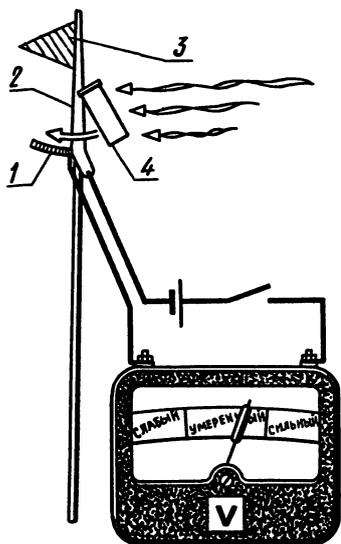
50. Нужно в начале и конце коридора установить два двухпозиционных выключателя и соединить их с третьим проводом, как показано на схемах (рис. 67). Тогда включать (схемы б, г) и выключать (схемы а, в) освещение можно каждым выключателем независимо от положения другого (схема д для трех мест).

51. Автоматический пускатель должен быть изготовлен в виде поплавка 1 (рис. 68), расположенного в сквозном вертикальном канале в корпусе модели 3 и несущего подвижный контакт 2. Неподвижный контакт 4 укреплен над поплавком. На суше контакты разомкнуты, на воде поплавок всплывает, контакты замыкаются и включают электродвигатель.

Решение дано по авторскому свидетельству № 153677.

52. Один из вариантов механизма кнопочного переключателя показан на рис. 69.

53. Парораспределение в бесклапанной паровой машине осуществляется качающимся цилиндром. Система парораспределения

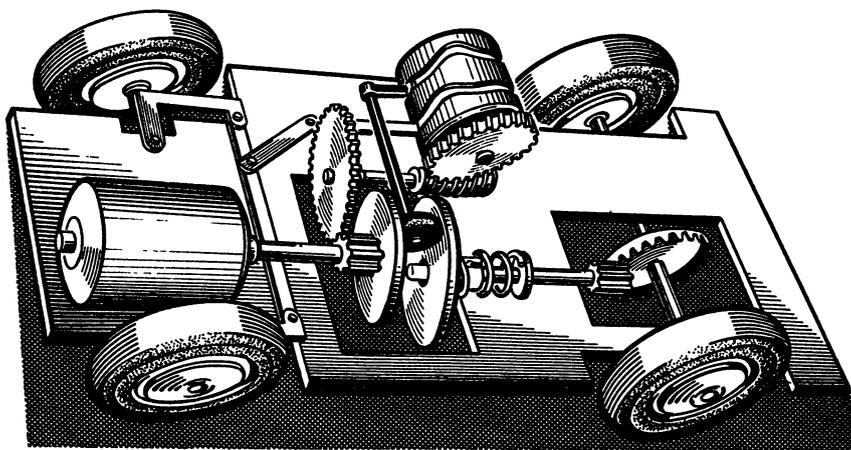


(рис. 70) состоит из рамы 9, цилиндра 2, качающегося на оси 4, шатуна 1 с жестко сидящим на нем поршнем и кривошипа 11, закрепленного на валу 8 с маховиком 10.

В положении, принятом за начальное, отверстие 3 в цилиндре 2 совпадает с паровыпускным отверстием 6, к которому по трубке 7 поступает пар

Рис. 65. К решению задачи 48

Рис. 66. К решению задачи 49



из парового котла. Пар, попадая в цилиндр, будет давить на поршень и толкать его вниз. Давление пара на поршень передается через шатун 1 и кривошип 11 на вал 8. Во время движения поршня цилиндр повернется. Когда поршень немного не дойдет до нижней точки, цилиндр окажется стоящим прямо, и впуск пара прекратится: отверстие в цилиндре уже не совпадает с впускным отверстием. Но вал 8 будет продолжать вращаться уже за счет инерции маховика 10, поворачивая цилиндр, и, когда поршень начнет подниматься кверху, отверстие 3 совпадет с выпускным отверстием 5. Находящийся в цилиндре пар станет выталкиваться через выпускное отверстие наружу. При дальнейшем вращении вала 8 отверстие 3 цилиндра снова совпадет с паровыпускным отверстием 6,

пар опять ворвется в цилиндр, поршень получит толчок, и все повторится сначала.

54. Автостоп магнитофона состоит из подвижного двухплечевого рычага 2 (рис. 71) с установленной на нем направляющей ко-

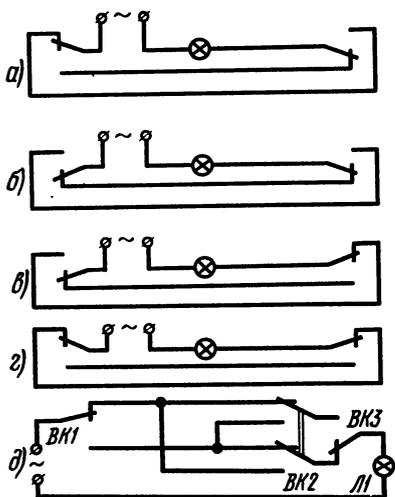


Рис. 67. К решению задачи 50

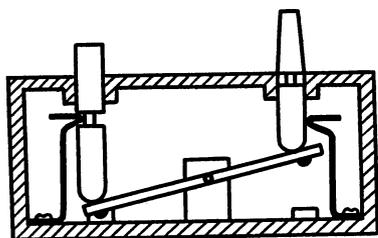


Рис. 69. К решению задачи 52

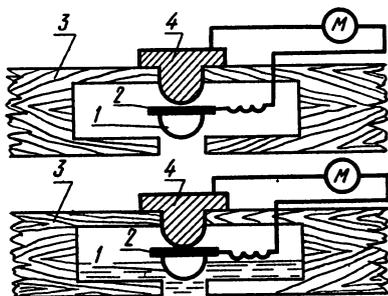


Рис. 68. К решению задачи 51

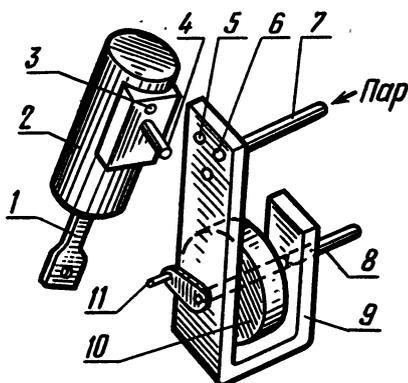


Рис. 70. К решению задачи 53

лонкой 1. На рычаге 2 имеется ось 4, свободно вращающаяся в подшипнике 5, который крепится к плате лентопротяжного механизма. Рядом с рычагом на плате находится микровыключатель 3. Можно применить одну группу контактов из любого малогабаритного реле РЭС-6, РЭС-10. При окончании или обрыве ленты рычаг 2 под действием пружины 6 размыкает контакты микровыключателя, через которые осуществляется питание электродвигателя, и бобины перестают вращаться: магнитофон не работает.

55. Батарея *Б* (рис. 72) из последовательно соединенных элементов разбита на несколько секций, которые с помощью переключателя *П* подключаются к электродвигателю *М*. Для равномерного разряда батареи секции время от времени необходимо менять местами.

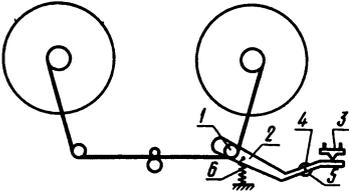


Рис. 71. К решению задачи 54

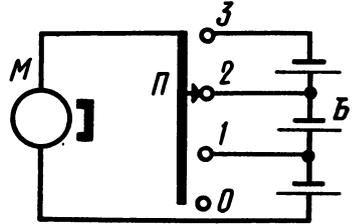


Рис. 72. К решению задачи 55
0 — стоп; 1 — первая скорость; 2 — вторая скорость; 3 — третья скорость

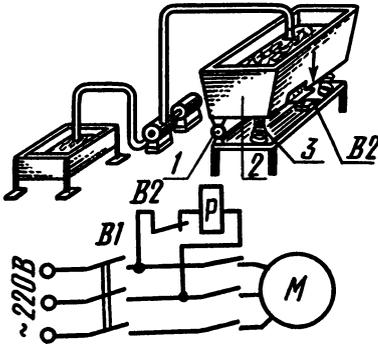


Рис. 73. К решению задачи 56.

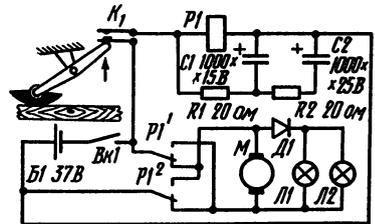


Рис. 74. К решению задачи 57

56. Бесплавковое устройство, автоматически выключающее электродвигатель насоса после заполнения емкости заданным количеством жидкости, изображено на рис. 73. Сосуд под действием веса жидкости поворачивается вокруг опоры 1, действуя на пружину 3 и через нее на микровыключатель *B*₂. Последний разрывает цепь магнитного пускателя *P* и выключает электродвигатель *M* насоса. Момент срабатывания микровыключателя *B*₂ определяется регулировкой натяжения пружины 3.

57. Вся хитрость заключается в небольшом грузике, шарнирно соединенном с пружинными контактами *K*₁ (рис. 74). Он имеет закругленную форму и движется по поверхности дороги под передним бампером автомобиля. Как только машина подъедет к обрыву или значительному углублению, свободно перемещающийся в вертикальной плоскости груз падает вниз. Рычаг, на котором он расположен, повернувшись вокруг горизонтальной оси, замыкает гибкие контакты — на обмотку реле *P*₁ и к конденсаторам *C*₁ и *C*₂ посту-

пает питание. Конденсаторы мгновенно зарядятся до напряжения батареи, а реле, сработав, переключит полярность питания двигателя. Модель, чтобы не упасть в «пропасть», двинется назад. Через некоторое время подвижной грузик попадет на ровную поверхность. Свободный конец рычага опустится вниз, и контакты $K1$ разомкнут цепь питания реле. Но оно не сработает до тех пор, пока конденсаторы $C1$ и $C2$ не разрядятся до напряжения опускания реле. Разряд конденсатора будет продолжаться значительно дольше, чем заряд, и автомобиль проедет назад еще 20—30 см. Это расстояние зависит от емкости конденсаторов, сопротивления резистора $R1$ и обмотки реле $P1$; чем больше они, тем дольше происходит движение в обратном направлении.

Наконец энергии, запасенной в конденсаторах, не хватит для того, чтобы удержать якорь реле в притянутом состоянии. Реле отключится и контактами $P1^1$ и $P1^2$ снова изменит полярность напряжения, подаваемого на электродвигатель, — автомобиль двинется вперед. Чтобы модель не сновала взад-вперед, как челнок ткацкого станка, нужно несколько развернуть передние или задние колеса.

Можно также зафиксировать планетарный механизм под небольшим углом к продольной оси.

Как только автомобиль останавливается, лампочки стоп-сигнала $L1$ и $L2$ включаются и продолжают гореть во время движения назад. Диод $D1$ служит для того, чтобы лампочки включались только при определенной полярности питающего напряжения, соответствующей обратному ходу двигателя. Резисторы $R1$, $R2$ любого типа (УЛМ, ВС, МЛТ). Величина их сопротивлений подбирается опытным путем при налаживании. Конденсаторы $C1$ и $C2$ электролитические, типа К-56, «Тесла». Реле типа РСЧ-52 (паспорт РСЧ-523.202) с двумя парами переключающихся контактов. Остальные две пары контактов удаляются. Выключатель и двигатель имеются на самой игрушке. Батарея питания КБСЛ-0,5 от карманного фонаря. Лампочки стоп-сигнала тоже от карманного фонаря на 3,5 В. Гибкие контакты можно изготовить из полосок упругого металла, но лучше использовать контакты старого реле. Крепление груза, его форма и вес подбираются в зависимости от конструкции автомодели. Все детали свободно размещаются в корпусе автомодели. Предлагаемое решение разработал инженер Э. Борноволокн.

58. В цилиндре с каждой стороны должны быть расположены всасывающие 1 и 2 и нагнетающие 3 и 4 клапаны (рис. 75).

При ходе поршня вправо вода через клапан 1 всасывается в левую полость. В это время вода из правой полости через клапан 4 нагнетается в трубопровод, а клапаны 2 и 3 закрыты.

При ходе поршня влево клапаны 1 и 4 закрываются, вода через клапан 2 всасывается в правую полость, а из левой полости через клапан 3 нагнетается в трубопровод.

59. Звуковой сигнализатор (рис. 76) можно использовать и для «минирования» проволочных заграждений, и при передаче азбукой

Морзе шифрованных распоряжений. Словом, в игре «Зарница» область применения этого прибора очень широка.

60. Прибор для измерения влажности помогает установить правильный режим сушки изделий из дерева, глины и других материалов.

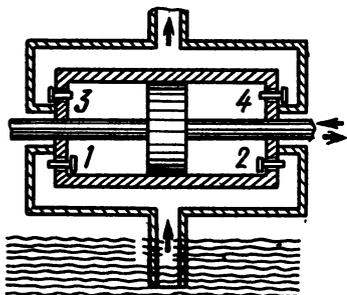


Рис. 75. К решению задачи 58

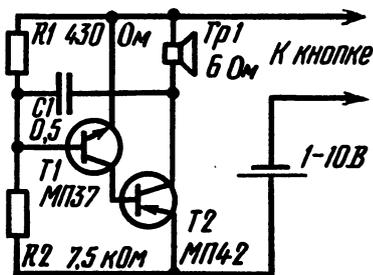


Рис. 76. К решению задачи 59

Работает он так (рис. 77): при разомкнутых электродах транзистор $T1$ заперт и ток через него не проходит. Когда между электродами находится исследуемый материал, цепь замыкается и на базу транзистора $T1$, открывая его, подается отрицательный потенциал.

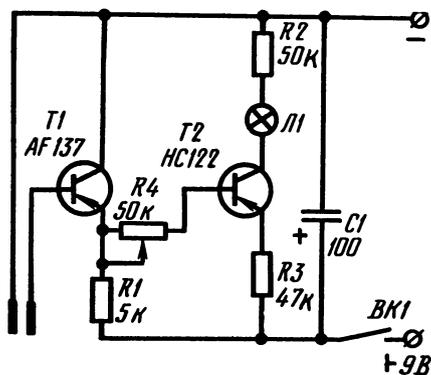


Рис. 77. К решению задачи 60

Сигнал с первого каскада проходит через транзистор $T2$ — загорается лампочка $L1$.

Чувствительность схемы регулируется переменным резистором $R4$, шкалу которого можно проградуировать (в % влажности).

Питается прибор от любого источника постоянного тока напряжением 9 В, например от двух последовательно соединенных батареек КБС.

В качестве транзисторов $T1$ и $T2$ в схему можно установить транзисторы типа П13 —

П16, МП39, МП-41, ГТ108. Лампочка $L1$ рассчитана на напряжение в 2,5 В.

61. Известно простое регулирующее устройство — терморегулятор с фотосопротивлением (рис. 78). Его детали: транзистор $T1$ — любой низкочастотный, типа П13—П15, МП39 — МП42, транзистор $T2$ типа П201 — П203; фотосопротивление $\Phi С$ типа $\Phi С К-Г1$, $\Phi С К-1$; реле P с током срабатывания 5—10 А, типа РСМ1, РСМ2, РЭС-6, РЭС-10, РЭС-15, РЭС-22; лампочка берется от шкалы освещения на 6,3 В; диод любого типа (Д7Ж, Д7Е, Д7В).

Особое внимание следует обратить на изготовление корпуса. Его можно вырезать из пенопласта или липы. Канал трубки термометра просверливают точно по ее диаметру, а канал светопровода прожигают иглой диаметром 0,7—0,9 мм.

Выпрямитель делается на основе любого накального или силового трансформатора, с которого предварительно сматывается накальная обмотка. На освободившееся место наматывают провод ПЭЛ, ПЭВ или ПЭЛШО 0,4 0,7 мм с числом витков в 2—2,5 раза

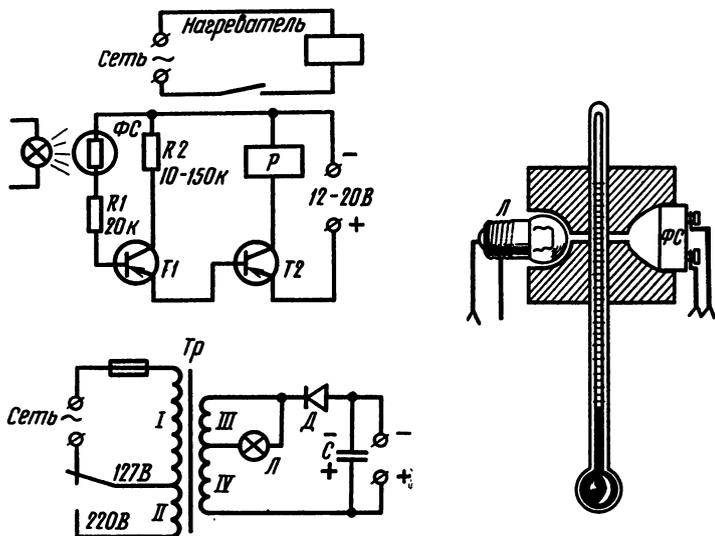


Рис. 78. К решению задачи 61 (принципиальная схема терморегулятора для аквариума)

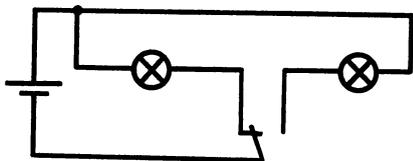


Рис. 79. К решению задачи 62

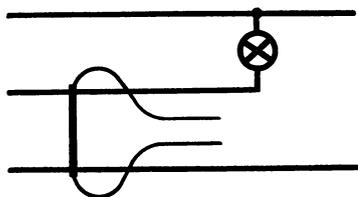


Рис. 80. К решению задачи 63

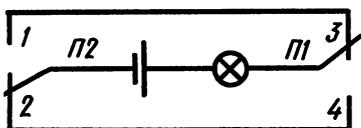


Рис. 81. К решению задачи 64

больше, чем первоначально. От трети обмотки делают отвод для питания лампочки:

Налаживание терморегулятора сводится к подбору величины резистора R_2 . Градуировка — с помощью второго термометра. Установку соответствующей температуры осуществляют, перемещая корпус по трубке с ртутью. Достигаемая точность при этом $0,5-0,8^\circ$.

62. См. рис. 79.

63. См. рис. 80.

64. См. рис. 81.

65. Включить реостат последовательно с электромагнитом или сделать выдвижной сердечник.

Компоновка технического устройства

Компоновка технического устройства определяется по мере разработки его основных узлов. Общая компоновочная схема является основой общей компоновки устройства, она предназначена для кординирования осевых линий силовой передачи и подвески, базовых поверхностей, плоскостей и т. п.

Процесс компоновки на чертежах сопровождается объемным макетированием (бумага, пенопласт, дерево, металл). Макетирование помогает решить сложные пространственные задачи взаимного размещения отдельных частей устройства, без чего трудно быстро найти правильные решения.

В начале работы определяют основные принципы компоновки устройства, например:

равномерное распределение нагрузки на все точки опоры (на все колеса);

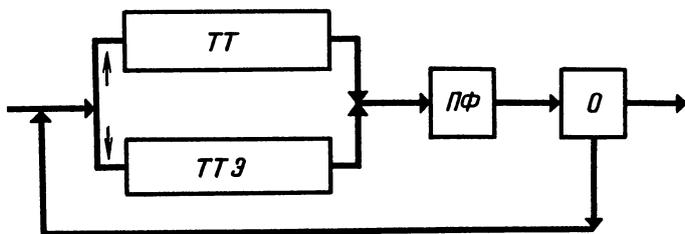


Рис. 82. Схема организации работы при компоновке устройства:
ПФ — предметная форма, О — оценка, ТТ — технические требования,
ТТЭ — требования технической эстетики

обеспечение устойчивости устройства при наклоне его до 30° (например, при движении по склону);

обеспечение удобства эксплуатации технического устройства.

Примерная схема организации работы на этом этапе показана на рис. 82.

Для обеспечения равномерного распределения нагрузки необходимо прежде всего определить точки опоры. В I и во II вариантах это три колеса, в III варианте - восемь колес. Это означает, что необходимо найти такую схему распределения веса, которая бы позволила поровну распределить нагрузку на все колеса (точки) как при холостом ходе (без груза), так и при полной нагрузке.

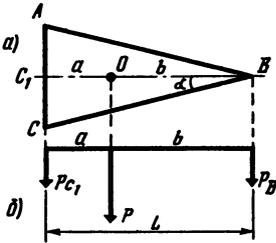


Рис. 83. Распределение нагрузки при трех точках опоры

Итак, имеется три точки опоры по вершинам равнобедренного треугольника. Если представить себе, что на эти точки опоры положили пластину, выполненную из однородного материала в форме такого же треугольника, то центр тяжести будет расположен примерно где-то в точке O (рис. 83).

Для определения точного положения центра тяжести решим следующую задачу: найти отношение плеч C_1O и BO при силе, приложенной в точке O . Исходя из закона сохранения моментов сил, составим систему уравнений:

$$\begin{aligned} P_{C_1}a &= P_Bb; \\ P_{C_1} + P_B &= P, \end{aligned}$$

где P — общий вес конструкции с полезным грузом; P_B, P_{C_1} — силы, действующие в точках C_1 и B ; a и b — расстояния от центра тяжести до точек опоры.

Учитывая, что нагрузка в точке C_1 распределяется на два колеса, имеем дополнительное условие $P_{C_1} = 2P_B$.

При таком соотношении сил выполняется требование равномерности нагрузки, отсюда:

$$\frac{P_{C_1}}{P_B} = \frac{2}{1} = \frac{b}{a}.$$

Требование равномерного распределения нагрузки выполняется при

$$a = \frac{1}{2}b; P_a = P_b = P_{C_1} = \frac{1}{3}P.$$

Таким образом, при компоновке устройства необходимо учитывать, что центр тяжести всего устройства должен проходить через точку O .

В III варианте, при восьми колесах (рис. 84), точки опоры могут распределиться: 1) по углам правильных четырехугольников AA_1D_1D и B_1BCC_1 ; 2) по сторонам и углам одного четырехугольника $ABCD$ (рис. 85).

Известно, что центр тяжести таких фигур расположен на пересечении диагоналей соответственно в точках O_1 , O_2 и O .

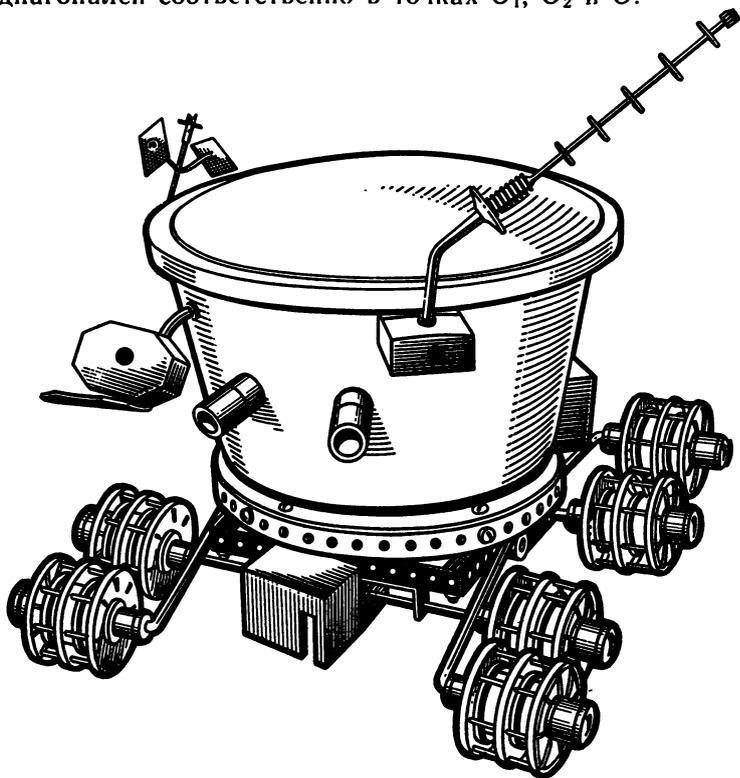


Рис. 84. Модель «Лунохода-1»

В первом случае допускается подвижное соединение, например по A_1D_1 и по B_1C_1 . Для выполнения заданных условий такое соединение необязательно, эти условия вполне обеспечиваются жесткой конструкцией. При жесткой конструкции равномерное распределение нагрузки обеспечивается расположением центра тяжести в точке O .

Устойчивость устройства определяется допустимым углом крена β (рис. 86). Допустимый угол крена при четком числе колес связан с длиной полуоси C , высотой расположения центра тяжести h и радиусом колеса R_k . Эта зависимость выражается формулой:

$$h = R_k = C \operatorname{ctg} \beta.$$

Из этой формулы можно увидеть, что, чем меньше радиус колес, чем ниже расположен центр тяжести и чем больше длина полуосей, тем больше допустимый угол крена, т. е. устойчивость устройства можно регулировать изменением этих параметров.

Заметим, что с увеличением длины устройства при трех колесах его устойчивость будет повышаться. Для удобства эксплуатации (например, при перевозках разных грузов) целесообразно предусмотреть возможность изменения длины корпуса, т. е. сделать его раздвижным.

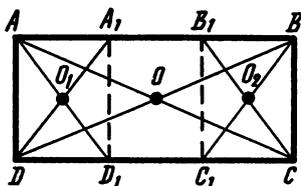


Рис. 85. Распределение нагрузки при четырех точках опоры

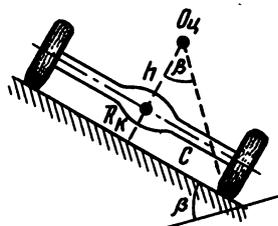


Рис. 86. Допустимый угол крена

Размещение двигателя, источников питания, управления, передающего механизма, деталей крепления и т. д. принципиального значения не имеет. Например, двигатель может быть расположен и спереди, и сзади. Решение этой задачи может быть предметом экспериментального исследования. Некоторые возможные варианты несущей части моделей транспортных устройств показаны на рис. 87.

Выполнение требования удобства в эксплуатации в I и II вариантах может быть обеспечено разработкой набора сменных кузовов: для перевозки сыпучих и жидких грузов, для инструмента (лопаты, грабли и т. д.), для рассады в ящиках и горшочках и т. д.

При этом необходимо предусмотреть минимальные затраты труда при погрузке, разгрузке и управлении движением устройств.

В III варианте необходимо учесть специфику работы устройства на другой планете, т. е. обеспечение требований герметичности, устойчивости к воздействию резких перепадов температуры, прочности кожуха, компактности расположения возможной научной аппаратуры и т. д. Математически это задача об отыскании такой формы оболочки, которая обеспечила бы наибольший объем при минимальной поверхности и максимальной прочности. Из этих соображений корпус кузова, видимо, целесообразно приблизить к сферической форме. Но при конструировании возникает необходи-

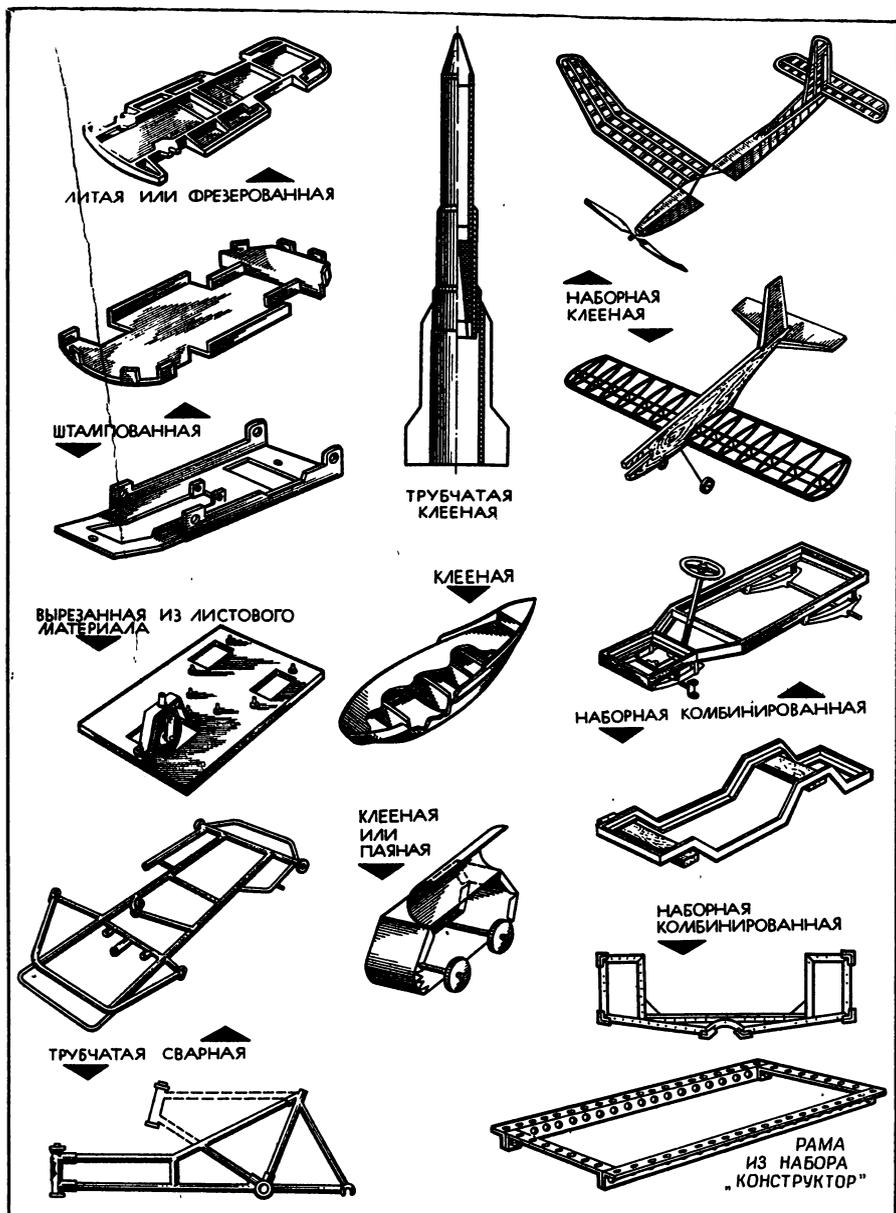


Рис. 87. Некоторые варианты конструкций несущей части модели

мость решить и ряд других задач (функциональных, технологических), которые осложняют определение оптимальной формы.

Определение внешней формы модели

Найти правильный методический подход при определении формы, научиться находить исходную точку, от которой можно двигаться дальше, — вот что бывает главным на этом этапе работы.

В специальной литературе этот этап называют этапом «детерминации комплексной предметной формы», т. е. определением причинной обусловленности всех ее характеристик. Работу целесообразно начать с выделения элементов формы, обеспечивающих выполнение главного назначения (функции) изделия и его связи с человеком, который будет использовать это изделие для конкретных целей, обслуживать и ремонтировать. Далее необходимо выделить группу элементов, логически связанных друг с другом (опять же главным образом по функциональным, конструктивным признакам). Затем определяются главные условия, от которых зависит предметная форма, т. е. уточняются требования и ограничения, выдвигаемые функцией и общей идеей конструкции изделия, технологическими (условия мастерских и практические навыки учащихся) и экономическими (возможность приобретения или размещения заказа на отдельные узлы, детали, механизмы, материалы и пр.) соображениями, критериями эстетической оценки.

Целесообразно постепенно переходить от основного к частностям. Этот принцип должен объединять все действия на этом этапе. Все функциональные части устройства как бы раскладываются «по полочкам». На одной из них располагаются самые крупные комплексы, узлы, механизмы, на другой — детали согласно их соподчиненному назначению. Здесь главное состоит в том, чтобы получить как можно больше сведений о будущем техническом устройстве как о комплексе связанных, логически обоснованных элементов. Эти сведения помогут учащимся правильно найти графическое оформление (рисунки, эскизы) модели или ее конкретные натуральные формы в пластилине, глине и т. п. Главное здесь — закрепить в сознании школьников сущность каждого элемента, формы его, места на модели. На этом этапе целесообразно дать учащимся образцы редукторов, исполнительных механизмов, деталей, которые предполагается поставить на модель.

Главная методическая задача состоит в том, чтобы раскрыть связь между отдельными элементами и целым. Условно можно различить две стадии.

Первая — компоновочно-конструктивная стадия. На этой стадии завязываются основные объемно-пространственные характеристики формы, расположение основных ее масс.

Вторая — поиск конкретной, предметной формы для всех деталей модели, предназначенных для выполнения определенных рабо-

чих функций. Рождается образный замысел сначала в воображении, затем на бумаге или в пластилине. Здесь в действиях школьников замечены следующие различия. Большая часть детей испытывает затруднения в оформлении замысла формы в рисунок, эскиз. Им легче дается объемная форма в пластилине, т. е. подтверждаются выводы, полученные в многочисленных исследованиях физиологов о том, что в младшем и среднем школьном возрасте преобладает конкретная сенсорно-моторная деятельность, здесь преобладают связи между непосредственным ощущением через пальцы, зрительным (образным) восприятием, умственным действием: мышление — действие — мышление.

Результативность деятельности учащихся на этой стадии значительно повышается при использовании цветных наглядных пособий (иллюстрации из журналов «Техническая эстетика», «Техника — молодежи», «Моделист-конструктор»), на которых показана последовательность формообразования и ее цветового решения.

В компоновочно-конструктивной схеме обычно находит свое отражение и следующая стадия работы — пластическая организация формы. Эта стадия самая деликатная, требующая тонкости и определенного опыта в восприятии формы, в умении увидеть ее в нужных ракурсах, учесть и предвидеть качество обработки и отделки модели. Часто объективный контроль здесь затруднителен. Целесообразно привлекать специалистов — инженеров-конструкторов, дизайнеров — для более точной оценки результатов, полученных на этом этапе работы. Можно использовать метод сравнительной оценки. Для этого подбираются иллюстрации, фотографии, диапозитивы, слайды подобных решений. Организуются экскурсии на выставки промышленной техники. Устраиваются коллективные обсуждения результатов работы самими школьниками, участниками разработки формы, с приглашением школьников из других кружков, технических, изобразительного искусства (рисования, лепки, художественных народных промыслов, музыки).

Нами замечен следующий интересный факт. Школьники, занимающиеся в музыкальной школе, чаще дают более интересные предложения по формообразованию изделий, по цветному оформлению узлов и изделий в целом. Этот факт, на наш взгляд, требует самостоятельного исследования для выявления возможных закономерностей в развитии технического образного мышления и музыкального образования.

В целом успешная работа на этом этапе требует достаточно высокого уровня развития пространственного воображения, образного восприятия технических устройств в целом, определенных умений рисовать, лепить; навыков работы с пластилином, глиной, бумагой, картоном, красками, клеем и т. д.

Для развития пространственного воображения целесообразно использовать метод решения технических задач на разработку третьего вида по двум данным, определение формы единой «пробки» для двух-трех данных отверстий различной формы (рис. 88),

определение общей формы фигур по проволочному каркасу (рис. 89) и др.

Успех зависит в большой степени и от четкости организации занятий по этой теме, от наличия рабочих и вспомогательных материалов (наглядные пособия, рисунки, иллюстрации и натуральные образцы).

Продолжительность данного этапа не должна превышать двух, максимум трех занятий. Большую часть работы учащиеся выполняют в кружке, остальную в свободное от уроков и кружковых занятий время. Затягивание этого этапа снижает общие темпы занятий

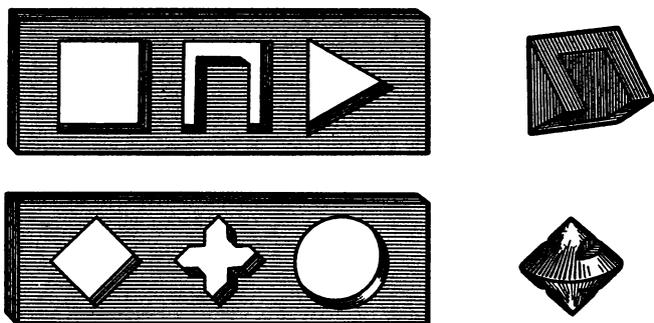


Рис. 88. Построение изображения пробки, перекрывающей без зазоров любое из трех отверстий

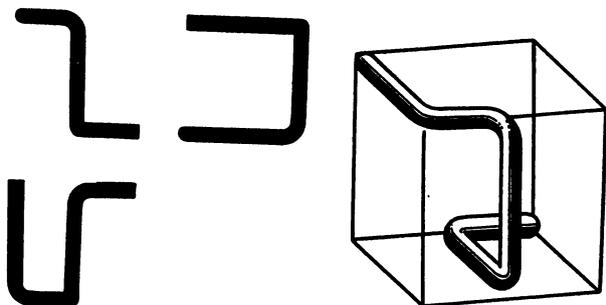


Рис. 89. Построение наглядного изображения модели (согнута из проволоки) по заданным силуэтам трех видов (спереди, сверху и слева)

кружка, творческую активность и может способствовать некоторому снижению интереса к руководителю.

Все эскизы, рисунки, наброски и схемы аккуратно подшиваются в индивидуальные папки каждого участника. На этом данный этап считается завершенным. Установленные, уточненные формы и размеры являются исходными для работы на следующем этапе.

Требования технической эстетики достаточно полно освещены в специальной литературе. Заметим, что эстетика в технике есть целесообразность.

Задачи

66. Почему у парусных яхт делают большой киль?
67. Почему согнутой рукой можно поднять больший груз, чем вытянутой?
68. Можно ли натянуть веревку горизонтально так, чтобы она не провисла?
69. Стержень из проволоки подвешен на нити за середину. Останется ли он в равновесии, если один конец его согнут вдвое?
70. Почему нельзя встать со стула, не наклонив туловище вперед?
71. «Схватив себя за косичку, я из всех сил дернул вверх и без большого труда вытащил из болота себя и своего коня, которого крепко держал обеими ногами, как клещами». Как разоблачить барона Мюнхаузена?
72. Можно ли двигать парусную лодку, направляя на паруса поток воздуха из вентилятора, находящегося в лодке? Что случится, если дуть мимо лодки?
73. Почему при повороте самолет наклоняется в сторону поворота, а корабль в противоположную?
74. Почему рама велосипеда делается трубчатой?
75. Почему лыжник, прыгая с трамплина, наклоняется вперед?
76. На правые или левые рессоры приседает автомобиль при левом развороте? Почему?
77. Почему более тяжелая модель идет более плавно?

Решение задач

66. Большой киль нужен для того, чтобы предотвратить опрокидывание яхты при больших наклонах. При наклоне яхты действие силы сопротивления воды, приложенной к килю, компенсирует действие силы ветра на парус. Другое назначение кия — противодействовать боковому смещению (дрейфу) яхты. Кроме того, в нижней части кия крепят груз, который обеспечивает максимально низкое расположение центра тяжести, и за счет этого повышается устойчивость модели.
67. Это происходит из-за того, что меньше «плечо» рычага.
68. Нельзя. Силы тяжести и натяжения веревки перпендикулярны друг другу и не могут уравновеситься.
69. Нет. Со стороны половины стержня действует вдвое меньший момент силы, так как центр тяжести этой половины переместился ближе к оси вращения.
70. Если не наклоняться, то вертикаль, проведенная через

центр тяжести человека, не пересечет площади опоры (ступни ног).

71. Согласно закону сохранения импульса, внутренние силы системы не могут привести в движение ее центр тяжести.

72. В первом случае лодка останется на месте, во втором — будет двигаться.

73. Летчик наклоняет самолет с помощью рулей, чтобы за счет этого наклона возникло необходимое центростремительное ускорение. Корабль при действии руля отклоняется в противоположную сторону вследствие своей инертности.

74. Труба работает на изгиб, так же как сплошной стержень, но при этом снижается масса велосипеда и, следовательно, экономится материал.

75. При таком положении наименьшее сопротивление и наибольшая подъемная сила, и поэтому выше устойчивость при приземлении.

76. На правые. Причина — инертность кузова.

77. Увеличение массы уменьшает ускорение, сообщаемое порывами ветра, неровностями пути и другими случайными помехами. Иногда этой цели достигают установкой на модели гироскопа.

Разработка соединений

Итак, разработаны общая схема устройства (модели) и его основные части. Теперь самое время поговорить о том, как, собственно, собирать наше устройство. Вначале необходимо составить полный перечень входящих в устройство механизмов и деталей; наметить возможное количество стандартных и унифицированных деталей и механизмов; выявить очередность изготовления нестандартных деталей; оценить предстоящие затраты времени и средств на изготовление устройства.

Рассмотрим перечень деталей и механизмов самоходной тележки (II вариант, рис. 90) для работы на пришкольном участке (табл. 9).

Ряд деталей и механизмов можно использовать из набора «Конструктор». Это колеса, оси, винты, гайки, детали редуктора, переключатели и т. п. Все они соответствуют предъявленным нами ранее требованиям.

Для изготовления рамы и кузова в наборе «Конструктор» подходящих деталей нет. Поэтому их лучше сделать самим. Уголки и прутки слишком тяжелы. Для изготовления рамы подходит металлическая тонкостенная трубка диаметром 5 мм. Поскольку длина рамы должна быть изменяемой, необходимо разработать и изготовить соответствующую соединительную муфту, например, хомутик из жести.

На нашей тележке предполагается перевозить различные грузы (песок, рассаду, садовый инструмент и т. д.), вот почему необходимо сконструировать несколько кузовов и предусмотреть возможность их быстрой замены.

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕТАЛЕЙ И МЕХАНИЗМОВ САМОХОДНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Наименование деталей и механизмов	Материал	Количество
Рама (изготавливается)	Сталь	1
Двигатель ДП-10	»	1
Колесо с шиной диам. 50 мм	Сталь	2
То же, диам. 34 мм	»	1
Ось диам. 4 мм, длиной 200 мм	»	1
Трубка диам. 1,5 мм, длиной 200 мм	»	3
Скоба с 2 отверстиями	»	1
Полоска с 5 отверстиями	»	2
Скоба с одним отверстием	»	1
Редуктор	—	1
Рукоятка управления с резиновым наконечником	Сталь	1
Винт М4×6	»	12
Гайка М4	»	20
Концевой выключатель МКВ-2ПН	—	1
Провод электромонтажный, мм	Медь	500
Соединительные муфты (изготавливаются)	Жесть	2
Кузов	»	1
Ось диам. 4 мм, длиной 50 мм	Сталь	1

По мере изготовления деталей можно приступить к сборке отдельных узлов и устройства в целом. При этом нужно предусмотреть возможность в будущем ремонта, регулировки модели. Для этого необходимы регулировочные «окна», лючки. Полезно наметить способы стопорения винтов и гаек для предотвращения их самоотворачивания.

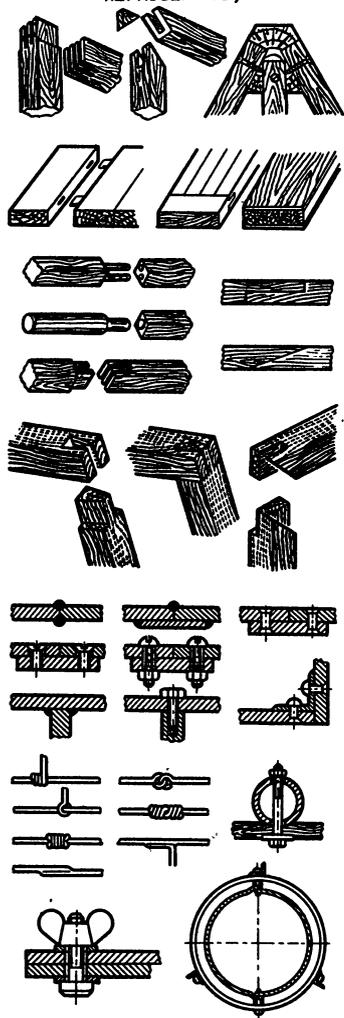
Можно разработать конкретные требования к установке и креплению каждой части устройства (двигатель, колеса, редуктор и т. д.). Соединения могут быть разъемными и неразъемными, неподвижными и подвижными с определенной степенью свободы. В практике конструирования часто используют уже известные идеи и решения (рис. 91).

Всегда вначале определяют наиболее общие требования к таким соединениям. Соединения должны обеспечивать:

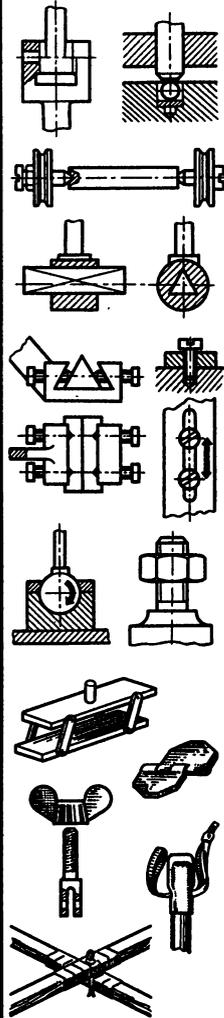
неподвижные — необходимую прочность при сохранении заданной формы;

подвижные — необходимую степень свободы при перемещении деталей относительно друг друга;

НЕПОДВИЖНЫЕ (РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ)



КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРЫ



КОМБИНИРОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

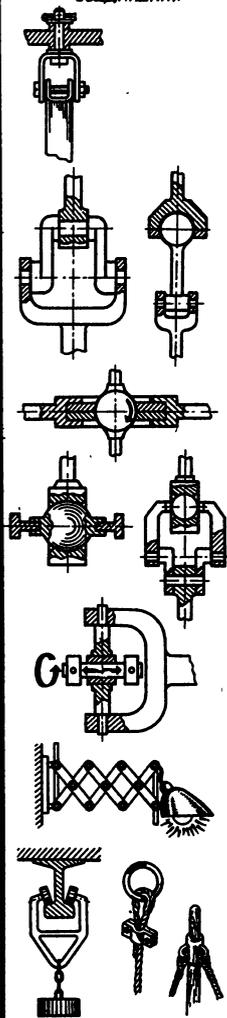
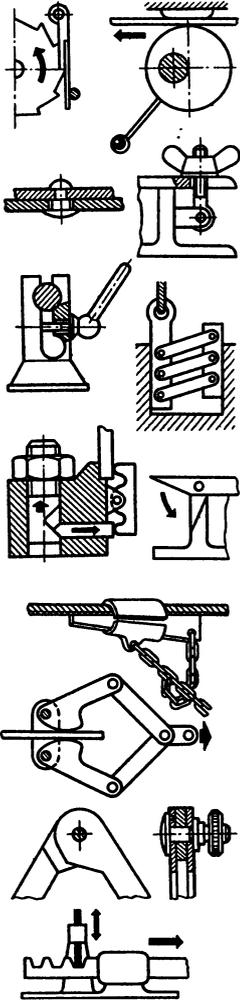
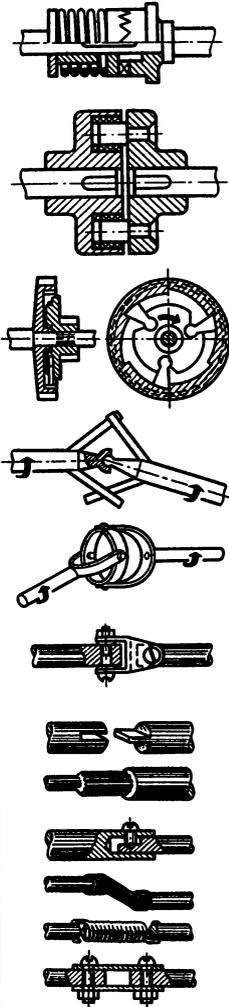


Рис. 91. Некоторые варианты разъемных

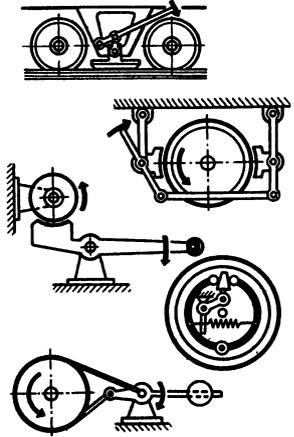
**РАСПОРЫ, ЗАХВАТЫ,
ЗАЖИМЫ, СТОПОРЫ**



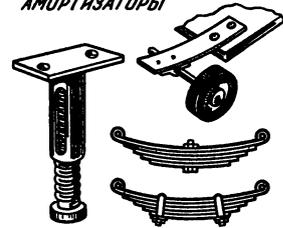
МУФТЫ



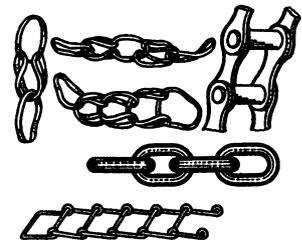
ТОРМОЗА



**МЕХАНИЧЕСКИЕ
АМОРТИЗАТОРЫ**



ЦЕПИ



и неразъемных соединений

конструкция соединительных механизмов — надежность работы всего устройства;

конструкция разъемных соединений — удобство при выполнении монтажных работ иметь соответствующие подходы для монтажного инструмента.

Из разъемных соединений в технических моделях наиболее часто используются резьбовые соединения, при этом наиболее употребительна цилиндрическая резьба. Резьба может быть правой и левой в зависимости от направления винтовой линии.

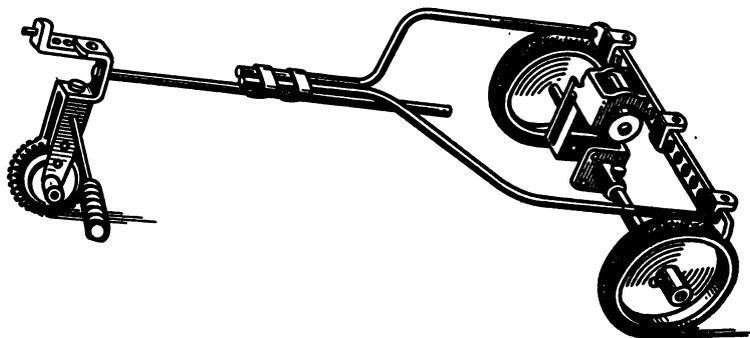


Рис. 90. Конструкция модели трехколесной самоходной тележки

Цилиндрическая резьба в зависимости от назначения и характера работы делится на крепежную и специальную. К крепежной резьбе относится метрическая и дюймовая резьба треугольного профиля.

Метрическая резьба выполняется с углом профиля $\alpha = 60^\circ$. Наружный диаметр d_0 и шаг S метрической резьбы измеряются в мм. Метрическая резьба делится на основную и пять видов мелкой резьбы, отличающихся друг от друга величиной шага. При равных наружных диаметрах детали с мелкой резьбой прочнее, чем детали с крупной резьбой, так как имеют больший внутренний диаметр. Кроме того, у мелкой резьбы угол подъема винтовой линии меньше, и она лучше сопротивляется самоотвинчиванию.

Основными деталями резьбовых соединений являются болты, винты, шпильки, гайки (рис. 92). Резьбовые соединения, как бы они не были крепко затянуты, должны быть надежно застопорены, т. е. предохранены от самоотвинчивания. На рис. 92 показаны некоторые виды стопорных шайб. Иногда в болтах и гайках делают отверстия, через которые эти детали стопорят проволокой (контровка проволокой). При креплении фланцев часто все гайки стопорят

относительно друг друга одной проволочкой, пропущенной через имеющиеся в них отверстия. В качестве стопора используют также шплинты.

В технических кружках чаще всего используют уже готовые детали резьбовых соединений (болты, винты, гайки, шайбы, шплинты).

Ранее мы уже показывали несколько способов крепления колеса на валу и оси, поэтому сейчас ограничимся перечислением только их названий: шпоночные, шлицевые и штифтовые.

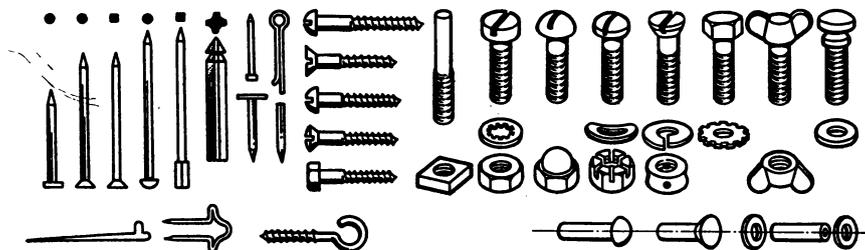


Рис. 92. Некоторые виды крепежных деталей

В приведенной в конце главы литературе желающие могут найти примеры решения технических задач по расчету отдельных деталей. Мы рекомендуем использовать их в качестве упражнений, прежде чем приступить к расчету деталей конструируемого вами устройства.

Валы и оси в технических устройствах используются обычно в сочетании с подшипниками. По роду трения различают подшипники скольжения и качения. В технических моделях широко используют оба эти типа подшипников. В качестве подшипников скольжения часто применяют самодельные детали.

Подшипники качения выпускаются промышленностью в очень широком ассортименте по соответствующим ГОСТам.

При установке подшипников необходимо соблюдать следующие правила:

1. Посадка колец подшипников на вал и в корпус зависит от того, какое кольцо вращается. Вращающееся кольцо всегда устанавливается с натягом, а неподвижное — с небольшим зазором.

2. При установке вала на двух подшипниках необходимо принять меры, чтобы при температурном удлинении вала не произошло защемление тел качения. В этом случае один из подшипников жестко закрепляют на валу и в корпусе в осевом направлении, а другой делают «плавающим», т. е. дают ему возможность перемещаться вдоль оси вала.

3. При установке подшипников качения на гладких валах, не

имеющих заплечиков, применяются подшипники на разрезных конических втулках.

4. При работе узла в пыльной среде необходимо предусмотреть уплотнения, защищающие подшипник качения от попадания пыли. В качестве уплотняющих устройств применяют войлочные кольца, кожаные манжеты, металлические маслоотражательные шайбы, канавки и лабиринты, наполненные густой смазкой.

Таким образом, на этом этапе работы следует сообщить школьникам необходимые точные сведения по способам соединения, размеры всех деталей и соединительных узлов. Эти сведения позволят им наметить конструкционные материалы для изготовления деталей.

Школьникам, проявляющим повышенный интерес к методам расчета деталей на прочность и определению их оптимальных размеров, к вопросам теории механизмов и т. д., можно предложить соответствующие справочники и популярную техническую литературу. В реальных условиях современного производства получение результатов разработки технического устройства еще не означает, что работа завершена. Полученные результаты нужно сообщить другим людям. Часто бывает необходимо составить соответствующие рекомендации. Подготовка и изложение этой информации — важный этап завершения разработки решения конкретной технической задачи. Поэтому необходимо вырабатывать у школьников умение четко выразить свои мысли.

С этой целью в практику работы технического конструкторского кружка желательно ввести этап оформления технической документации.

Суть этой работы сводится к следующему. Школьник учится излагать существо проделанной им работы и ее результаты в такой форме, чтобы читатель или слушатель мог легко и быстро понять его. Составлять такие ясные и короткие отчеты гораздо труднее, чем излагать все подряд. Для выработки у учащихся этого умения иногда проводятся устные отчеты отдельных школьников по результатам своих работ, оформляются письменные отчеты. Объем отчета можно установить заранее: 2—3 страницы рукописного текста вместе с рисунками и чертежами. При этом обращается внимание на чистоту, грамотность, аккуратность выполнения отчета. Умение грамотно оформить свои отчеты графически (чертежами, графиками, рисунками и т. д.) является ценным качеством творческого работника в технике.



Рис. 93. К задаче 81

78. Предложите конструкцию устройства, позволяющего тросу двигаться свободно в одну сторону, но автоматически стопорящего его при движении в обратную сторону.

79. Предложите конструкцию не видимых снаружи петель для дверок инструментального шкафа.

80. Как сделать пружинную защелку для дверки того же инструментального шкафа, состоящую из одной детали?

81. В стенке 1 (рис. 93) бака пробито отверстие. Как сделать опорное приспособление на конце винта 5 внутри емкости, чтобы, вставив его в отверстие, можно было прижать барашком 4 через шайбу 3 резиновую прокладку 2 к наружной стенке и тем самым прекратить утечку жидкости? Заглушка и все детали ее устанавливаются только через наружную стенку сосуда.

Решение задач

78. Устройство, стопорящее трос, состоит из корпуса 1 (рис. 94) с установленными в нем дисбалансами 2, свободно вращающимися на осях 3. При движении троса влево дисбалансы сво-

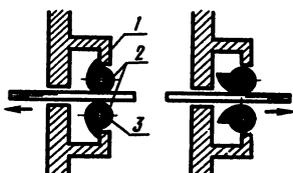


Рис. 94. К решению задачи 78

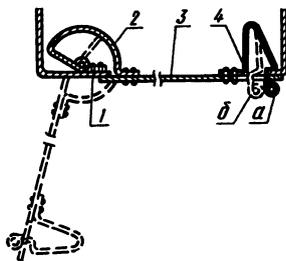


Рис. 95. К решению задач 79 и 80

бодно расходятся и не мешают перемещению троса. При движении троса вправо дисбалансы поворачиваются за счет трения о трос и заклинивают его.

79. Невидимая снаружи петля дверки инструментального шкафа состоит из неподвижной полупетли 1 (рис. 95), закрепленной внутри на передней стенке, и подвижной фигурной полупетли 2, прикрепленной к дверке 3.

80. Защелка из одной детали для шкафчика выполнена в виде фигурной плоской пружины 4 (см. рис. 95), укрепленной на дверке 3. Свободный конец пружины может перемещаться в пазу дверки. При нажатии на свободный конец пружины (положение б) дверку можно открыть. При закрывании дверки (положение а) защелка запирается автоматически.

81. Конец винта 5 (рис. 96) имеет паз, в котором на оси 6 свободно сидит несимметричный упор 7. Этот упор располагают вдоль

оси винта 5 и вводят в отверстие. Более длинная часть упора 7 поворачивается вокруг оси 6 на 90° и при завинчивании барашка 4 упирается во внутреннюю стенку 1 сосуда, удерживая винт 5 (2 и 3 уплотнения).

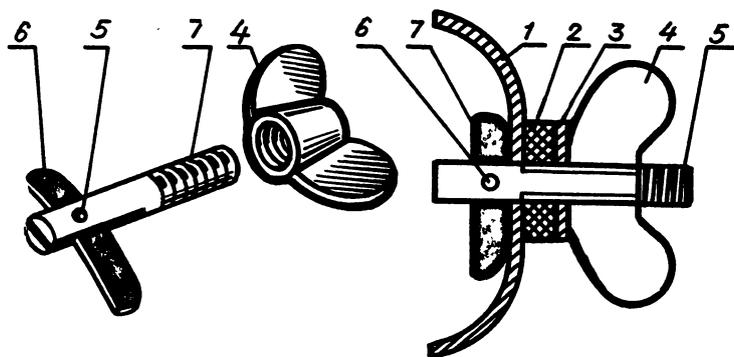


Рис. 96. К решению задачи 81

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артоболовский И. И., Эдельштейн Б. В. Сборник задач по теории механизмов и машин. М., «Наука», 1973, 256 с.
- Гольдфарб Н. И. Сборник вопросов и задач по физике. М., «Высшая школа», 1973, 354 с.
- Горский В. А. Введение в конструирование.— «Моделист-конструктор», 1974, № 9—12; 1975, № 5.
- Горский В. А., Кротов И. В. Ракетное моделирование. М., Изд-во ДОСААФ, 1973, 192 с.
- Космодемьянский А. А. Теоретическая механика и современная техника. М., «Просвещение», 1969, 256 с.
- Модельные двигатели. М., «Просвещение», 1973, 240 с.
- Мосолов К. И. 60 задач для молодого конструктора и изобретателя. М., «Молодая гвардия», 1957, 120 с.
- Общетехнический справочник. Под ред. А. Н. Малова. М., «Машиностроение», 1971, 464 с.
- Осадчий В. А., Файн А. М. Руководство к решению задач по теоретической механике. М., «Высшая школа», 1972, 254 с.
- Островцев А. Н. Основы проектирования автомобилей. М., «Машиностроение», 1968, 204 с.
- Пугачев А. С. Задачи-головоломки по черчению. Л., «Судостроение» 1971, 76 с.
- Роджерс С. Физика для любознательных, т. 2. М., «Мир», 1970, 652 с.
- Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин. Изд. 4-е. М., «Машиностроение», 1974, 286 с.
- Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. В. К. Качурина. М., «Наука», 1972, 430 с.
- Сотов Ю. С. Композиция в технике. М., «Машиностроение», 1972, 280 с.
- Ходаков Ю. В. Как рождаются научные открытия. М., «Наука», 1964.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Источники энергии. Накопители и преобразователи энергии

Источники энергии, используемые человеком. Формы энергии. Аккумуляторы, батареи, конденсаторы. Твердые и жидкие топлива. Топливные смеси.

Лабораторная работа № 1. Определение зависимости времени разряда батареи от нагрузки. Оценка достоинств и недостатков различных типов источников электрической энергии.

Лабораторная работа № 2. Определение качественных показателей (удельная теплоемкость, зольность и т. д.) различных топлив и топливных смесей.

Лабораторная работа № 3. Включение в электрическую цепь конденсатора, понижающего трансформатора, выпрямителя.

Двигатели, используемые в технических моделях

Понятие о механизмах и машинах, преобразующих некоторые формы энергии в механическое движение. Техническая характеристика машины-двигателя. Понятие о классификации двигателей. Понятие о стендовых испытаниях двигателей.

Лабораторная работа № 4. Расчет и выбор параметров резиномотора:

а) определение зависимости числа оборотов закручивания резиномотора от его массы и сечения;

б) определение зависимости крутящего момента от числа оборотов при закручивании резиномотора.

Лабораторная работа № 5. Расчет основных параметров парового микродвигателя для судомодели; определение зависимости скорости вращения турбины от давления в котле при заданном диаметре сопла.

Лабораторная работа № 6. Выбор ДВС для технической модели:

а) определение влияния степени сжатия на мощность и экономичность двигателя МК-12В (или МК-16);

б) определение влияния газораспределения на обороты и мощность двигателя;

в) определение зависимости мощности ДВС от числа оборотов вала двигателя. Сравнительная оценка достоинств и недостатков микродвигателей разных типов;

г) характерные неисправности двигателей, методика их обнаружения и устранения.

Лабораторная работа № 7. Стендовые испытания электродвигателей (ДП и МУ):

а) определение зависимости числа оборотов двигателя от подаваемого напряжения тока;

б) определение зависимости мощности электродвигателя от величины потребляемого тока;

в) определение к. п. д. электродвигателя;

г) включение электродвигателей в электрическую цепь с регулировкой числа оборотов и реверсированием электродвигателей типа ДП и МУ.

Лабораторная работа № 8. Стендовые испытания реактивного двигателя на твердом топливе:

- а) определение влияния площади горения на тягу двигателя;
- б) определение зависимости тяги двигателя от диаметра его сопла;
- в) изготовление одноступенчатой модели ракеты с одним двигателем, запуск и оценка высоты полета модели.

Устройство и эксплуатация некоторых механизмов для передачи движения с изменением скорости движения

Понятие о способах передачи движения с изменением скорости движения. Понятие о классификации механизмов передачи движения, используемых в технических моделях (редукторы, муфты, фрикционы, рычажные устройства, прерыватели движения, толкатели и др.).

Лабораторная работа № 9. Определение передаточного числа в передающих механизмах разных типов (шестеренчатые редукторы, рычажные устройства, шкивные передачи, электромеханические устройства).

Исполнительные устройства, применяющиеся в технических моделях

Понятие об исполнительных устройствах транспортных машин (колесо, плоскость, винт, гусеница, шнек и т. д.).

Лабораторная работа № 10. Определение зависимости удельного давления на грунт от формы и размеров исполнительного устройства (колеса двух-трех типов, плоские опоры, гусеница).

Лабораторная работа № 11. Определение зависимости скорости передвижения модели от формы и размеров исполнительного механизма (по заданной поверхности).

Лабораторная работа № 12. Определение зависимости тягового усилия, развиваемого воздушным винтом, от его размеров и угла атаки.

Лабораторная работа № 13. Определение зависимости тягового усилия подводного винта от его диаметра и угла атаки.

Лабораторная работа № 14. Определение зависимости подъемной силы крыла от его формы и угла атаки.

Механизмы управления, применяющиеся в технических моделях

Понятие о некоторых принципах управления работой механизмов и машин. Некоторые наиболее распространенные способы управления работой технических моделей (механический, электромеханический, электронный, радио и т. д.).

Лабораторная работа № 15. Исследование возможных вариантов контроля движущейся ленты в механизме программного устройства. Оценка достоинств и недостатков каждого из вариантов.

Лабораторная работа № 16. Исследование конструктивных возможностей кулачковых механизмов для составления программы включения и выключения потребителей энергии. Оценка достоинств и недостатков каждого из вариантов.

Лабораторная работа № 17. Определение скорости реакции человека на различные сигналы (звук, свет, текст).

Лабораторные работы № 18, 19, 20, 21. Исследование триода, фотодиода, реле (РСМ), термореле.

Экскурсия на промышленное предприятие с целью ознакомления с работой центрального диспетчерского пульта управления.

Понятие о компоновке технических устройств

Понятие об устойчивости. Центр тяжести и центр давления в машинах и механизмах.

Лабораторная работа № 22. Определение центра тяжести и центра давления технической модели. Определение влияния их взаиморасположения на устойчивость движения при больших скоростях.

Лабораторная работа № 23. Определение зависимости устойчивости плавающей модели от расположения ее центра тяжести.

Лабораторная работа № 24. Определение зависимости пути торможения и величины угла заноса от скорости и расположения центра тяжести модели.

Понятие о некоторых способах крепления деталей, узлов и механизмов в технических моделях

Способы крепления деталей механизмов и узлов. Понятие о разъемных и неразъемных соединениях. Кинематические пары. Комбинированные соединения. Подшипники. Амортизаторы. Стопоры и захваты. Цепи. Детали крепления. Понятие о способах контровки деталей. Разъемные соединения.

Лабораторная работа № 25. Определение зависимости надежности крепления деталей от способа соединения и контровки. Оценка достоинств и недостатков различных способов соединения.

Понятие о правилах выполнения монтажно-сборочных работ в технических моделях

Практическая работа. Сборка технической модели движущейся управляемой тележки из деталей металлического «Конструктора» и набора типа «Электрон».

Экскурсия на промышленное предприятие с целью ознакомления с содержанием труда рабочих на главном конвейере.

Экспериментальное исследование готовых технических устройств

Лабораторные работы № 26, 27, 28. Ходовые испытания. Замер скорости движения модели. Замер тягового усилия. Определение к. п. д. устройства. Определение надежности работы механизма управления устройством. Определение проходимости и устойчивости устройства.

Понятие об экспериментальном исследовании технических устройств. Планирование экспериментальных исследований. Выбор методов измерения. Фиксирование и оценка результатов испытаний. Некоторые принципы экспериментальных исследований. Обработка полученных результатов. Техника безопасности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
ГЛАВА I Материально-техническая база кружка	5
Помещение	5
Оборудование и инструмент	6
Материал	8
Сведения по технике безопасности	9
Наглядные пособия	10
Список литературы	11
ГЛАВА II Организация занятий в кружке	12
Цели и задачи	12
Условия работы	18
Комплектование кружка	22
Проведение занятий	25
Подведение итогов	33
Некоторые особенности технических задач и методов их решения в кружке	34
Определение технических требований	40
Понятие о компромиссных решениях	42
Работа с технической литературой	47
Список литературы	49
ГЛАВА III Содержание занятий в кружке	51
Постановка задачи	51
Определение источника энергии для модели	56
Разработка исполнительного механизма	60
Разработка механизма передачи	73
Разработка механизма управления	88
Компоновка технического устройства	107
Определение внешней формы модели	112
Разработка соединений	116
Список литературы	124
Перечень лабораторных работ	125

ВЛАДИМИР АКИМОВИЧ ГОРСКИЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ

Редактор *В. Н. Ионов*. Художественный редактор *Т. А. Хитрова*. Технический редактор *С. А. Бирюкова*. Корректор *В. Д. Синева*.
ИБ № 304.

Г-91656. Сдано в набор 21/Х 1976 г. Подписано к печати 13/І 1977 г. Изд. № 2/840. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 2. Зак. 599. Тираж 150 000 экз. Цена 23 коп. Усл. п. л. 8,0. Уч.-изд. л. 8,04.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР. 107066, Москва, Б-66, Новорязанская ул., д. 26.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белоруссии, Минск, Ленинский проспект, 79.

ОПЕЧАТКА

**В выходных данных
вместо цена 23 коп.
следует читать 24 коп.**

Цена 24 к.