

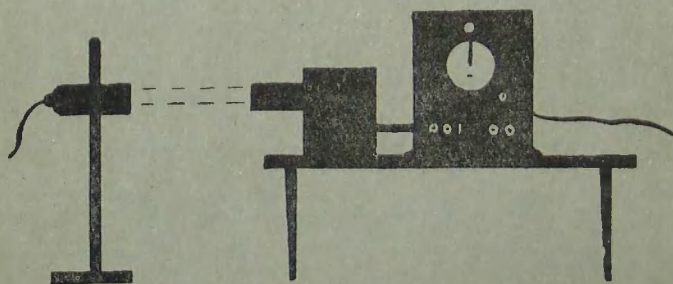
ПРИЛОЖЕНИЕ

К ЖУРНАЛУ

Юный  
ТЕХНИК

Автоматический  
«СТАРТ-ФИНИШ»

№16 (178)



Ю. ВЕРХАЛО

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАРТ-ФИНИШНАЯ УСТАНОВКА

*(Для спортивных соревнований)*

На многих спортивных стадионах установлены старт-финишные авторегистраторы-хронометры. Они позволяют во время соревнований бегунов, на скачках или кроссах засекаать время пробега от старта до финиша с точностью до сотых долей секунды, то есть гораздо точнее, чем это делают ручными секундомерами судьи-хронометристы.

Автоматическая установка обычно состоит из нескольких электрохронометров (по числу дорожек), стартового пистолета, фотореле с зеркальным вращающимся осветителем и фото- или киноаппаратом.

В стартовом пистолете вмонтированы два контакта, замыкающиеся во время выстрела при срабатывании курка. Контакты соединены проводами с реле пуска автохронометров.

На линии финиша, где поперек беговой дорожки натянута шелковая ленточка (бегун разрывает ее грудью), установлен осветитель. От него параллельно ленточке посылается узкий луч света, направленный на фотоэлемент реле. Когда спортсмен, первым добравший до финиша, пересекает луч, фотоэлемент затемняется: срабатывает реле, и первый электрохронометр останавливается. При пересечении луча следующим спортсменом останавливается второй электрохронометр и т. д.

Одновременно реле автохронометра включает фотоаппарат. На пленке автоматически срабатывающего аппарата фотографируются бегуны, пересекающие линию финиша. Такая фотография необходима для разрешения спора — кто же из двух почти одновременно пришедших к финишу спортсменов был первым.

Известны автохронометрические установки и другой конструкции — с пишущим устройством. Несмотря на кажущуюся простоту, сделать такие установки довольно трудно. Однако для точного определения времени победителя забега на соревнованиях школьников юные техники могут применить упрощенную автохронометрическую установку — либо контактную, либо с применением фотореле. Такие установки собраны ленинградскими юными техниками Володей Акуленко и Володей Нестеровым в кружке электроники СЮТ Дворца культуры имени 1-й пятилетки и на XVIII Всесоюзной радиовыставке отмечены дипломом первой степени.

### I. КОНТАКТНЫЙ АВТОХРОНОМЕТР

Такой автохронометр состоит из электросекундомера, электромагнитного реле и стартового пистолета. Схема контактной упрощенной установки показана на рис. 1, а общий вид — на рис. 2.

Работу по изготовлению автоматической старт-финишной установки начните со сборки электросекундомера. Принцип действия нашего электросекундомера основан на свойстве синхронного двигателя — моторчика Уорена — развивать строго постоянное число оборотов при постоянстве частоты питающего электрического тока, в частности частоты 50 герц, принятой для энергосистем Советского Союза и ряда других стран.



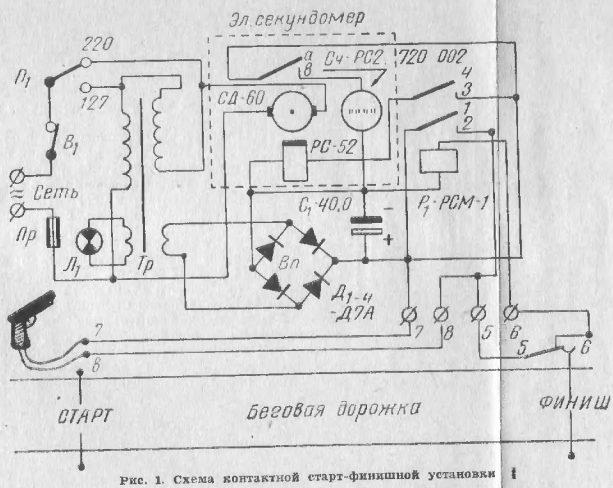


Рис. 1. Схема контактной старт-финишной установки

Следует отметить, что значительное отклонение питающего напряжения от номинала (127 ± 20 вольт и 220 ± 30—35 вольт) не влияет на работу данного двигателя. Так как отклонение по частоте в электросети от величины 50 герц не допускается (такое отклонение может вызвать аварийное положение в энергосистемах), то работа секундомера стабильна. Секундомер может фиксировать действия по времени с точностью до 0,005 сек. Он состоит из трех основных частей: электродвигателя — моторчика Уорена (типа СД-60, развивающего 60 оборотов в секунду), передаточного, состоящего из электромеханического реле, выпрямителя и двух рычагов. Показания электросекундомера фиксируются стрелкой и электромагнитным счетчиком.

При изготовлении прибора основное внимание следует уделить деталям передаточного и старт-стопного механизмов. С этого и следует начать работу по сборке секундомера.

**Передаточный механизм.** Детали передаточного механизма показаны на рисунке 3 (они обозначены номерами по порядку их сборки). Детали механизма, их четыре, лучше всего изготовлять из бронзы или латуни.

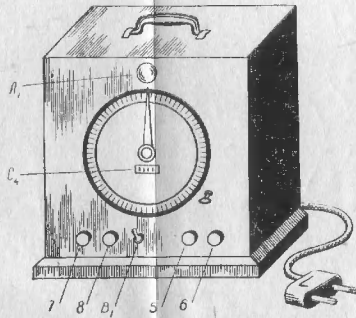


Рис. 2. Общий вид автохронометра

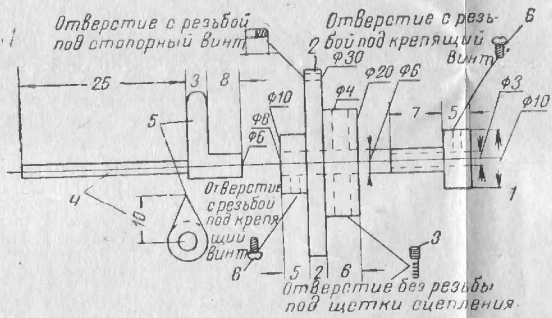


Рис. 3. Детали передаточного механизма

Втулка 1 вытачивается на токарном станке. Она имеет центральное сквозное отверстие без резьбы, а в утолщенной части — отверстие с резьбой для крепящего винта 6. Втулка надевается на ось электродвигателя, закрепляется винтом и служит для сцепления оси мотора с передаточным механизмом.

Барaban сцепления 2 — наиболее сложная деталь механизма — также вытачивается. Он состоит из диска, двух утолщений и стопорного упора. В центральное отверстие барабана с одной стороны вводится втулка 1,

с другой — ось 4. В правой утолщенной части барабана просверливается сквозное отверстие диаметром 4 мм. В это отверстие с противоположных сторон вставляются две щетки сцепления 3. Щетки сцепления представляют собой небольшие пружинки, на концах которых закрепляются кусочки текстолита или резины. Сверху пружинки (чтобы не выпали из отверстий) прижимаются резиновым кольцом. Щетки создают возможность проскальзывания втулки 1 в барабане 2 во время вращения мотора при остановке передаточного механизма,

и они же служат для сцепления при пуске. В левой утолщенной части барабана имеется отверстие с резьбой для винта, крепящего утолщенную часть оси 4. Винт служит для жесткого крепления оси. Кроме того, в диске на резьбе устанавливается стопорный упор, необходимый для остановки передаточного механизма при приведении стрелки к «нулевому» положению. По периметру диска (узкой поверхности) напыляется делается поперечная насечка. Она необходима для мгновенного затормаживания барабана при остановке хронометра. Ось 4 вытачивается согласно размерам, указанным на рисунке 3. Она имеет на тонком конце нормальную правую резьбу под гайку, а на утолщенном — контактный выступ 5.

**Старт-стопный механизм.** Детали старт-стопного механизма выполняются из железных полосок толщиной 2—2,5 мм. Рычаг возврата 9 вырезается в виде фигурной планки с тремя «ступеньками». Верхние края ступенек отгибаются, как показано на рисунке 4. Получаются три небольших упора — верхний, нижний и средний, и сверлятся два отверстия. Второй рычаг 10 — пусковой, вырезается в виде металлической пластинки. С одного конца она завершается в трубку (рис. 5) — образуется отверстие для крепящего винта. Затем рычаг зажимается в тиски, и свободный конец пластинки рычага поворачивается плоскогубцами на 90°. Кроме того, по размерам, указанным на рисунке 6, вырезаются планки 11 и 12 для закрепления оттягивающих пружин рычагов, 13 — для крепления электромагнитного реле, 14 — для установки оси шкива возвратного тросика.

Основанием, на котором крепятся все механические детали и электрический двигатель, являются металлические стенки; 7 — передняя стенка, 8 — задняя. Стенки могут быть сделаны из листовой латуни или меди толщиной 1,5—2 мм. В стенках высверливаются ряд отверстий для крепящихся винтов и рычагах делаются отверстия для крепления винтов и рычагах делаются отверстия для крепления винтов. Размеры и точки отверстий показаны на рисунке 7 (обе стенки показаны со стороны электродвигателя).

Из медной или алюминиевой трубки с внутренним диаметром 5—6 мм ножовкой отрезаются втулки: четыре втулки 15 длиной 25 мм устанавливаются между мотором и задней стенкой, четыре втулки 16 длиной 20 мм — между задней и передней стенкой и четыре втулки 17 длиной 10 мм — между передней стенкой и лицевой панелью. И, наконец, из листа алюминия или пластика размером 200×200 мм изготавливается лицевая панель хронометра с отверстиями для крепящих винтов, осей стрелок и тросика рычага возврата.

**Сборка электросекундомера.** Сборка начинается с укрепления рычагов. Рычаг возврата 9 крепится на передней стенке 7 при помощи винта с гайкой и контргайкой. Для лучшего хода между рычагом и гайкой на винт обязательно надевается шайба. В левом верхнем углу стенки на двух винтах (рис. 8) устанавливаются угольники 11 для оттягивающей пружины этого рычага.

Пусковой рычаг 10 устанавливается на задней стенке 8 со стороны механизма также при помощи гайки и контргайки. Между стенкой и пластинкой рычага на винт надевается втулка. Величина втулки (около 10 мм) подбирается так, чтобы резиновая трубка, надевая на пластинку, при поднятом рычаге прижалась к диску барабана 2. На этой же стенке находится угольник 12 для оттягивающей пружины. Расположение названных деталей на задней стенке со стороны механизма показано на рисунке 8.

Наиболее ответственным этапом сборки является соединение передаточной линии (рис. 9, 10).

В отверстия корпуса электродвигателя вставляются четыре винта 18, на винты надеваются втулки 15 и задняя стенка 8, на которой уже смонтированы рычаг пуска 10 и угольник 12. При этом ось мотора должна совпасть с отверстием в стенке. Отдельно собирается передаточный узел, состоящий из втулки 1 и барабана 2. Конец втулки 1 вводится в центральное отверстие барабана 2. В диаметральных отверстиях в утолщенной части барабана вставляются щетки сцепления 3. Сверху щетки закрепляются резиновым кольцом или изоляционной лентой.

Весь узел надевается на ось электродвигателя и закрепляется винтом, имеющимся в утолщенной части втулки 1.

На винты 18 надеваются втулки 16 и передняя стенка 7, на которой устанавливаются рычаг возврата 9 и угольник 11. Затем в центральное отверстие барабана 2 через переднюю стенку 7 вставляется и закрепляется винтом ось 4. Стрелка 23, отсчитывающая сотые доли секунды, помещается и закрепляется между двумя гайками на оси 4. Оба рычага — сначала возврата, затем пуска — устанавливаются в верхнем положении при помощи оттягивающих пружин, закрепленных соответственно в угольниках 11 и 12. Средний упор рычага возврата должен находиться выше пластинки рычага пуска.

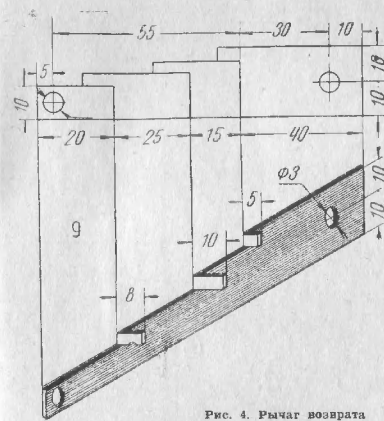


Рис. 4. Рычаг возврата

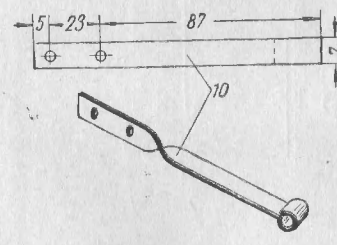


Рис. 5. Рычаг пуска

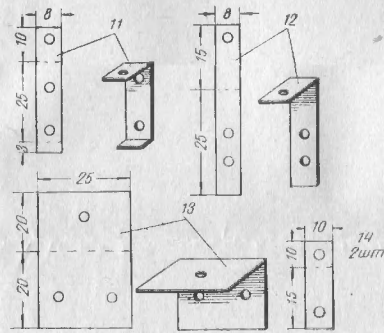


Рис. 6. Угольники крепления

Пластинка же рычага пуска должна прижиматься резиновой прокладкой к диску барабана 2.

**Пуск механизма.\*** Подключите электродвигатель к сети переменного тока. Ось электродвигателя и соединенная с ней втулка 1 начнут вращаться. Оттяните вниз рычаг пуска 10 — движение втулки под действием пружин и щеток сцепления передается барабану 2. Последний, не удерживаемый теперь рычагом 10, приведет в движение через ось 4 стрелку 23. Стрелка, отсчитывающая время, пущена.

Если сейчас освободить рычаг пуска, резиновая прокладка прижмется к диску барабана. Вращение деталей передаточного механизма прекратится, стрелка остановится. Однако электродвигатель и втулка 1, проскальзывающая между щеток 3 барабана 2, будут продолжать работать.

Для приведения стрелки к «нулевому» положению нужно оттянуть рычаг возврата 9 вниз. При этом сред-

\* Нормальное рабочее положение хронометра — вертикальное.

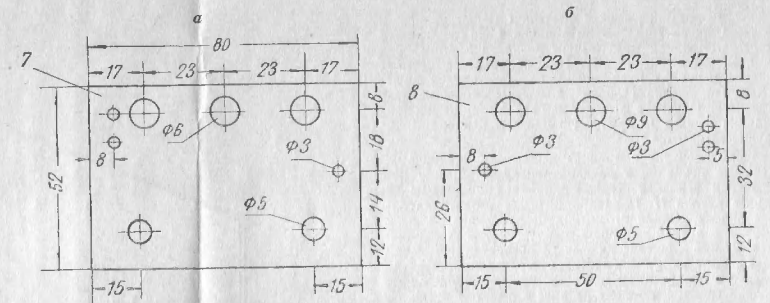


Рис. 7. Металлические стенки для монтажа деталей механизма:  
а — передняя стенка; б — задняя стенка

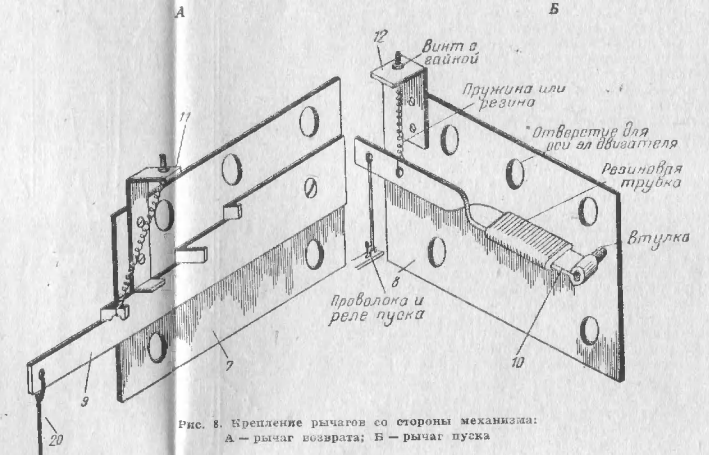


Рис. 8. Крепление рычагов со стороны механизма:  
А — рычаг возврата; Б — рычаг пуска

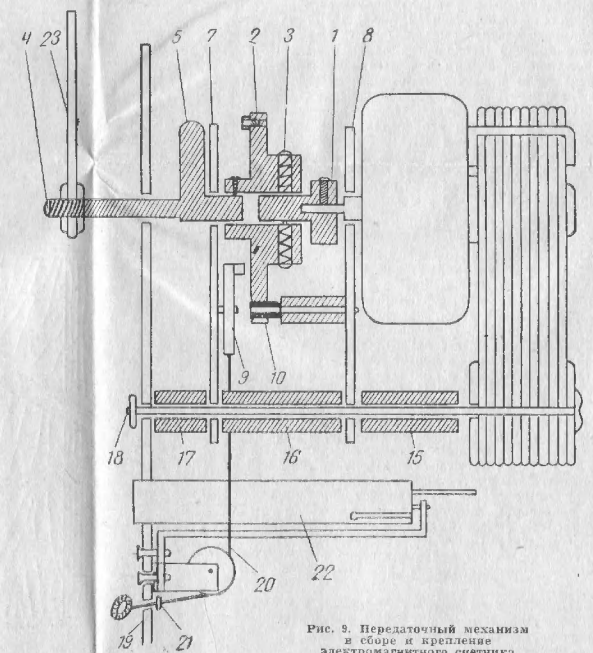


Рис. 9. Передаточный механизм в сборе и крепление электромагнитного счетчика



ний упор возвратного рычага отодвигает (вниз) пластинку рычага пуска 10. Барабан 2 и ось 4 снова начнут вращаться. Верхний упор рычага возврата 9 станет на пути створного барабана 2. При их соприкосновении барабан 2 и ось 4 с находящейся на ней стрелкой останутся. Положение стрелки должно соответствовать «нулевому». Опустите рычаг возврата 9 — и резиновая прокладка рычага 10 станет удерживать барабан 2 до следующего пуска.

Окончив проверку работы передаточного механизма, прикрепите механизм к левой панели 19. Между панелью 19 и передней стенкой 7 на крепежные винты 18 наденьте втулки 17. Предварительно установите на левой панели, справа от мотора на угольнике 13, реле пуска, а с другой стороны между двумя угольниками 14 — шкив для тростки рычага возврата. Реле можно взять типа РС-52. К пластинке якоря реле приложите небольшую проволочную петельку. Затем соедините проволочной скобой 11 петельку на реле с рычагом пуска 10, как показано на рисунках 8 и 11. При прижатом якорю рычаг пуска должен отходить от барабана 2.

Перебросьте через шкив и выведите через отверстие в панели тростку 20 рычага возврата. На тростке узавком закрепите шайбу 21 — она необходима для ограничения хода рычага возврата вниз. Теперь наклейте на панель циферблат. Он должен иметь 100 делений отсчета. Если каждое из этих делений разделить пополам, то можно фиксировать время с точностью до 0,005 долей секунды.

**Механизм отсчета секунд.** Доли секунд наш электросекундомер будет показывать при помощи стрелки, а вот как отсчитывать целые секунды? Для этого к электросекундомеру присоединяется электромагнитный счетчик 22 типа РС2.720.002, выключаемый контактором. Контактор выполняется просто: сзади на левой панели, на металлическом угольнике слева (рис. 13), укрепляются две контактные пластины а и в от старого электромагнитного реле. Концы пластин устанавливаются так, чтобы они располагались над утопленной частью оси 4. В момент, когда утопленная часть 5 (толкатель) находится в верхнем положении, пластины а и в замыкают электрическую цепь, подающую ток на счетчик. При повороте каждого электрического втулка показания на четырехзначном счетчике изменяется на одно деление, то есть будут отсчитываться секунды. Электрический счетчик устанавливается при помощи металлической скобы в отверстие, прорезанном в левой панели механизма электросекундомера (см. рис. 9).

После регулировки установите электросекундомер в деревянный или металлический футляр — кожух (рис. 2). В этом же кожухе нужно собрать электрическую схему: смонтировать трансформатор и выпрямитель. Трансформатор Tr лучше всего взять готовый, например от радиоприемника «Рекорд». Он должен иметь три обмотки. Две из них предназначены для подключения к сети переменного тока с напряжением 127 или 220 вольт. Третья обмотка низковольтная, с нее снимается 6—8 вольт для питания контрольной (сигнальной) лампы и выпрямителя. Выпрямитель необходим для питания постоянным током реле пуска и электромагнитного счетчика. Выпрямитель Вп соберите по мостиковой схеме на селеновых элементах или диодах типа ДГЦ. Для подключения проводов, идущих к цепи управления, на кожухе установите четыре гнезда или зажима (клеммы) — 7, 8, 5, 6. Кроме того, электрическая часть должна содержать предохранитель Пр, выключатель В, электролитический конденсатор 40 микрофард X 30 вольт, — С, контрольную лампу Л<sub>1</sub> — 6,3 в X 0,28 а и переключатель напряжения. Принципиальная схема электрических соединений автохронометра показана на рисунке 1.

**Пусковая схема.** Пусковая схема, или схема управления, несложна: фотореле и сложная система вращающегося зеркального осветителя заменяются ленточкой, соединенной с двумя контактами, включенными в цепь пускового электромагнитного реле. Электромагнитное реле Р<sub>1</sub> нужно взять типа РСМ-1, имеющее две пары нормально разомкнутых контактных пластин. Реле при помощи металлического угольника монтируется внутри кожуха, а контактные пластины и обмотка присоединяются, как показано на схеме (рис. 1). Снаружи к зажимам 7, 8, 5, 6, имеющимся на кожухе установок, подключаются стартовый пистолет с контактами 7—8, включающимися в момент выстрела при старте, и контактные пластины 5—6, которые размыкаются в тот момент, когда спортсмен натягивает ленточку на линии финиша. Контакты 5—6 для установки электросекундомера закрепляются на стойке, находящейся на линии финиша, как показано на рисунке 14. Если у вас нет стартового пистолета, замените его хлопнушкой с двумя контактными пластинами (например, от электромагнитного реле), либо используйте флажок, в ручке которого смонтирована электрическая кнопка, как показано на рисунке 15.

**Работа установки.** Как же работает установка? В момент выстрела контактные пластины 7—8, смонтированные в стартовом пистолете или в заменяющем его флажке, замыкаются, а после выстрела — размыкаются. В мо-

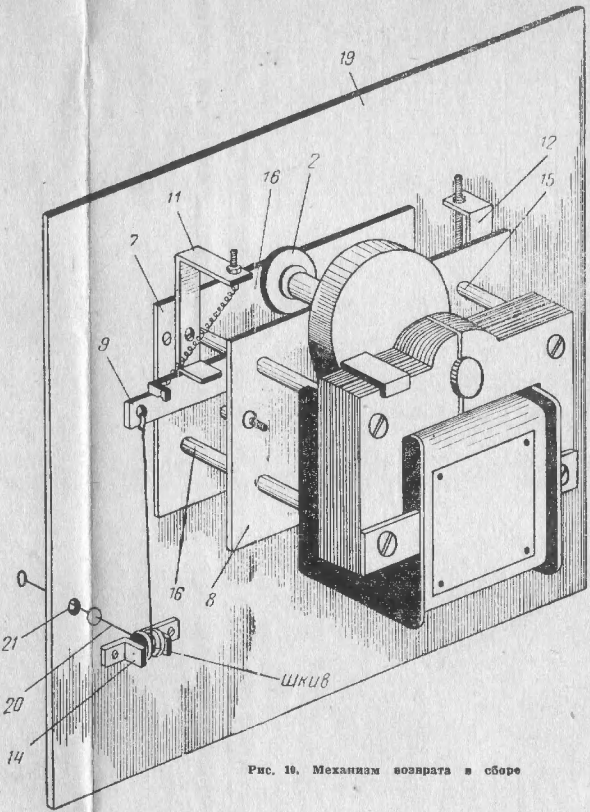


Рис. 10. Механизм возврата в сборе

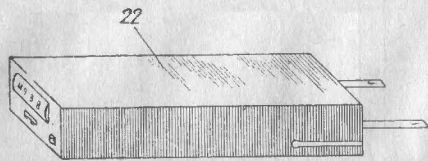


Рис. 12. Электромагнитный счетчик типа РС2.720.002

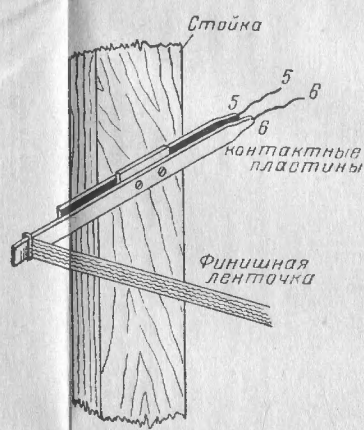


Рис. 14. Установка контактных пластин (5-6) на стойке на линии финиша

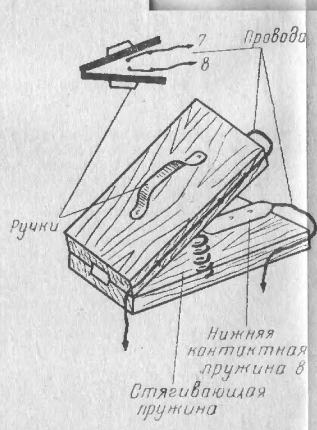


Рис. 15. Устройство хлопнушки, заменяющей стартовый пистолет

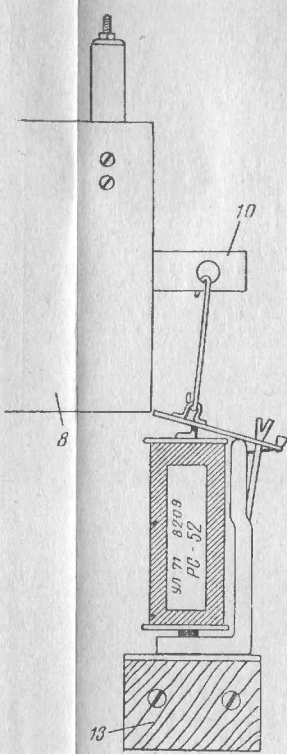


Рис. 11. Крепление механизма пуска

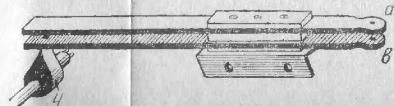


Рис. 13. Крепление контактных пластин а-в для включения электромагнитного счетчика

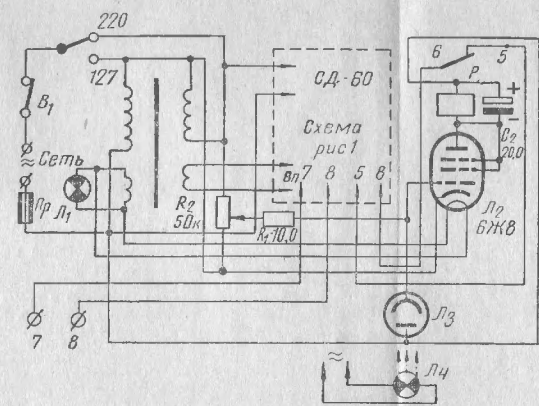


Рис. 17. Схема автохронометра с фотореле

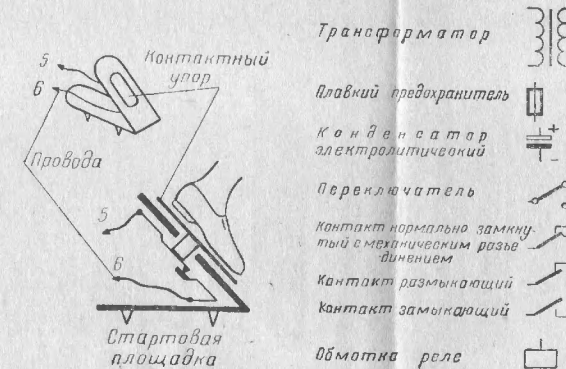


Рис. 16. Устройство контактной стартовой колодки

- Трансформатор
- Плавкий предохранитель
- Конденсатор электролитический
- Переключатель
- Контакт нормально замкнутый с механическим разрывом движением
- Контакт размыкающий
- Контакт замыкающий
- Обмотка реле
- Лампа накаливания
- Фотоэлемент электронный

Рис. 18. Основные обозначения на схемах по ГОСТУ

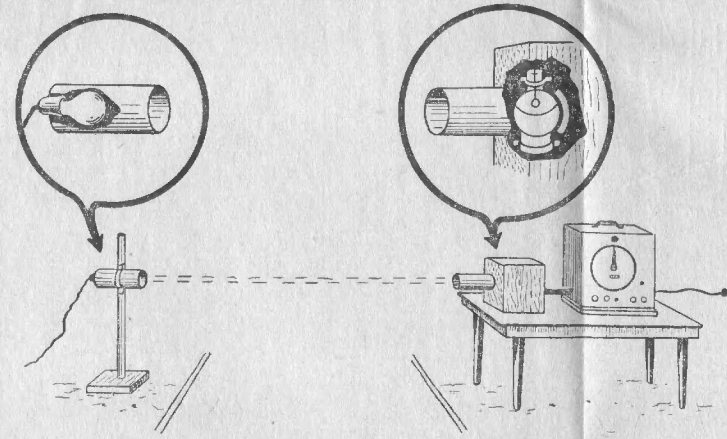


Рис. 18. Установка фотореле на линии финиша

мент выстрела ток от выпрямителя проходит через пластины 7—8, 6—6, установленные на стойке у линии финиша, и через обмотку электромагнитного реле Р<sub>1</sub>. Реле срабатывает, замыкает пластины самоблокировки 1 и 2. Одновременно соединяются пластины 3 и 4 — включается электросекундомер. Реле заблокировано, и стартовый пистолет или флажок теперь не нужны, их можно отключить.

Пока спортсмен преодолевает дистанцию, электросекундомер работает. Когда будущий спортсмен касается ленточки и натягивает ее, разъединяются контакты 5 и 6. Ток, идущий от выпрямителя, прерывается, и реле отключается. Контактные группы 1—2 и 3—4 размыкаются, и электросекундомер останавливается. Стрелки электросекундомера показывают время бега, первым пересекшего линию финиша.

Установку можно использовать и для определения времени «взятия старта» спортсменом, то есть времени, прошедшего от момента выстрела до момента «отрыва» спортсмена от старта. Это время, называемое **латентным**, или скрытым периодом, также характеризует спортивную подготовленность бегуна. А сделать это совсем просто: достаточно только контактные пластины 5—6 смонтировать не на стойке, а в стартовой колодке (см. рис. 16), и электросекундомер будет показывать время, затрачиваемое спортсменом на «взятие старта». Такое приспособление поможет тренировке вашей команды: ведь спортсмен, задерживающийся во время старта, редко бывает победителем!

## 2. АВТОХРОНОМЕТР С ФОТОРЕЛЕ

Юные техники, имеющие опыт по сборке радиоаппаратуры, могут усложнить контактную схему, применив на линии финиша электросекундомер, автоматически включающийся при помощи фотореле. Такое реле (в отличие от предыдущей конструкции) состоит из двух частей: осветителя и самого фотореле.

Фотореле, изображенное на схеме (рис. 17), срабатывает от луча света, подаваемого осветителем на расстоянии 5—7 метров. В устройстве использован фотоэлемент Л<sub>2</sub> типа ЦГ-3 (дешевый газонаполненный, в стеклянном баллоне с двумя выводами) и радиолампа Л<sub>2</sub> типа 6Ж8 для усиления слабых токов фотоэлемента. В анодную цепь лампы Л<sub>2</sub> включено электромагнитное телефонное реле Р типа 100, отрегулированное на ток срабатывания в 8 миллиампер. Для создания наилучшего режима на ее управляющую сетку подается напряжение с потенциометра Р<sub>2</sub> (величиной 50 килоом). Напряжение, подаваемое с потенциометра, устанавливается такой величиной, при которой анодный ток радиолампы Л<sub>2</sub> немного меньше тока отпущенная реле при отсутствии луча света, падающего на фотоэлемент Л<sub>2</sub>. При освещении фотоэлемента Л<sub>2</sub> через него и последовательно включенное с ним сопротивление Р<sub>1</sub> (величиной 10 мегом) потечет фототок, который увеличит напряжение на управляющей сетке лампы 6Ж8. При этом возрастет анодный ток, и электромагнитное реле Р сработает, выключит реле пуска Р<sub>1</sub>, а последнее, в свою очередь, выключит электросекундомер.

В качестве осветителя применяется электрическая лампочка Л<sub>1</sub>, установленная в тубусе с остронаправленным лучом. Для защиты от попадания дневного света такой же тубусе нужно установить и на фотореле. Располагаясь фотореле и осветитель на стойках или столбиках на линии финиша примерно на уровне груди спортсменов, участвующих в соревнованиях (рис. 18).

## ДАЛЬНЕЙШЕЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОХРОНОМЕТРОВ

Наиболее любознательным и подготовленным юным техникам мы даем задания по дальнейшему усовершенствованию электроавтохронометров.

1. Схему с применением фотореле можно модернизировать, установив не один, а несколько электросекундомеров (по числу беговых дорожек), включив в схему и шаговое реле. Тогда можно будет регистрировать время не только победителя забега, но и время преодоления дистанции каждым участником соревнований.

2. На линии финиша можно установить и фотоаппарат с самовозводящимся затвором и автоматическим устройством протягивания ленты (например, фотоаппарат «Ленинград»). Для нажатия затвора фотоаппарата надо поставить электромагнитный рычаг, сделанный из мощного электромагнитного реле, присоединив его к фотореле. При пробеге спортсменом линии финиша включаться будет фотореле, и фотоаппарат одновременно сфотографирует спортсмена или группу спортсменов.

3. Контактный автохронометр можно использовать и при соревнованиях по плаванию. В этом случае контактные пластины (5, 6) устанавливаются на дощечке, прикрепленной к бортику бассейна.

8

реп

Ответственный редактор О. Лебедев      Художественный редактор А. Куприянов  
Технический редактор Т. Выковская      Корректоры Н. Сендерова, Н. Пьянкова  
Подписано к печати 23/VI — 64 г.      Бумага 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Уч.-изд. л. 1,18.      Тираж 100 000 экз.  
Л 108432      Заказ № 0285      Изд. № 966.

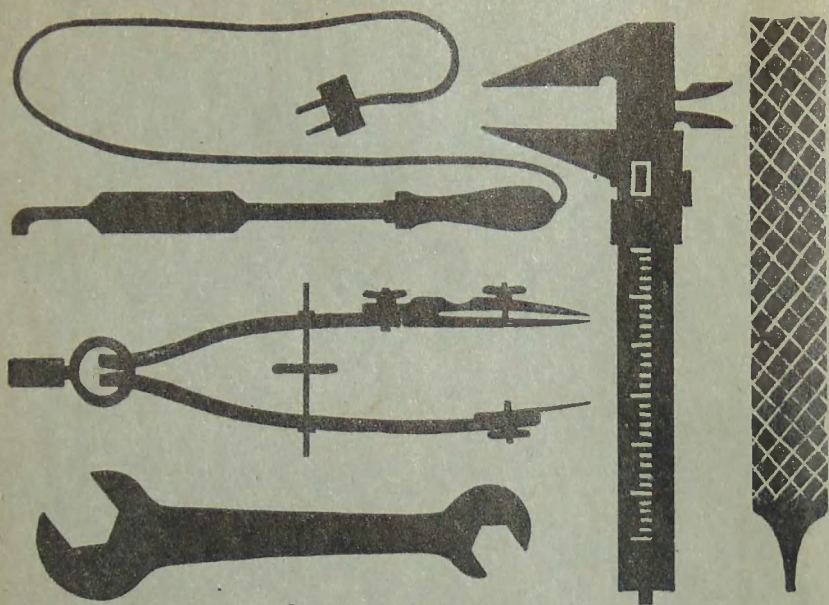
По оригиналам издательства «Малыш» Государственного комитета  
Совета Министров РСФСР по печати.

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30



Цена 9 коп.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ



**ДЛЯ  
УМЕЛЫХ  
РУК**