«БИБЛИОТЕКА ЮНОГО КОНСТРУКТОРА»

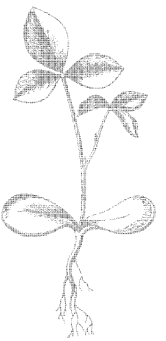
«Простейшая ветроэлектростанция КД-2» — седьмая брошюра «Библиотеки юного конструктора». Брошюры этой серии выпускаются в помощь молодежи, интересующейся радиотехникой, занимающейся авиамоделизмом, морским моделированием и т. д.

Отзывы и пожелания о «Библиотеке юного конструктора» Издательство просит присылать по адресу: Москва, 66, Ново-Рязанская, 26, Издательство ДОСАРМ, Книжная редакция.

ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ

Б. Б. КАЖИНСКИЙ

ПРОСТЕЙШАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ КД-2



Scan AAW

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСАРМ * МОСКВА — 1949

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Тихоходные и быстроходные ветродвигатели . . . 3

Девятилопастный ветродвигатель типа КД-2 5

Крепление станины к столбу 13

Двухлопастный ветродвигатель 16

Коротко об электрической части ветродвигателя 27

Реле обратного тока ЦБ-4118 29

Реле-РЗ-69 30

Реле-регулятор РРА-44 31

Схема электрической части установки 36

Редактор *И. Спижеский* **Техн. редактор** *Н. Рушковский*

Г-12849. Сдано в произв. 1/VII 1949 г. Подп. к печ. 13/IX 1949 г. **Форм.** бум. 60×84 1/16 д. л. Объем 2 1/2 п. л. **Тир.** 20 000 экз. Зак. 581/128

Типография издательства ДОСАРМ, г. Тушино.

ТИХОХОДНЫЕ И БЫСТРОХОДНЫЕ ВЕТРОДВИГАТЕЛИ

Маломощные ветродвигатели, предназначенные для зарядки радиоаккумуляторов и для освещения, могут быть быстроходными и тихоходными. Первые технически более совершенны, но они и более сложны в конструктивном отношении.

Чтобы добиться нормальной работы электрогенератора при быстроходном ветродвигателе, нужно в точности знать рабочие характеристики первого и второго и добиться согласованности в их работе. Между тем, на местах чаще всего приходится пользоваться маломощными генераторами какого-либо одного чисто случайного типа, причем характеристики такого генератора чаще всего неизвестны. Поэтому трудно ожидать успешных результатов при спаривании быстроходного ветродвигателя, хотя бы и с известной характеристикой, с генератором, имеющим неопределенную характеристику. Эта задача становится более простой при тихоходном ветродвигателе, так как в этом случае требуется лишь одно — обеспечить генератору нормальное число оборотов в минуту. Это достигается правильным выбором соотношения диаметров шкивов передачи на валу генератора и ветродвигателя.

Поэтому для лиц, впервые приступающих к постройке самодельной ветроэлектростанции, тихоходный ветродвигатель является более простым и доступным. Следует также отметить, что хотя тихоходный ветродвигатель считается аэродинамически менее совершенным, он все же обладает некоторыми преимуществами перед быстроходным двигателем. Так, например, под нагрузкой тихоходный ветродвигатель начинает работать при более низкой скорости ветра, чем быстроходный. Это значит, что первый будет в течение года работать боль-

шее число часов, чем быстроходный ветродвигатель, обладающий такой же мощностью. Тихоходные ветродвигатели реже выбывают из строя из-за аварий и легче поддаются восстановлению, чем быстроходные.

Из сказанного вовсе не следует, что, рекомендуя вниманию читателей этой книги описание тихоходного ветродвигателя, мы являемся сторонниками исключительно таких двигателей,

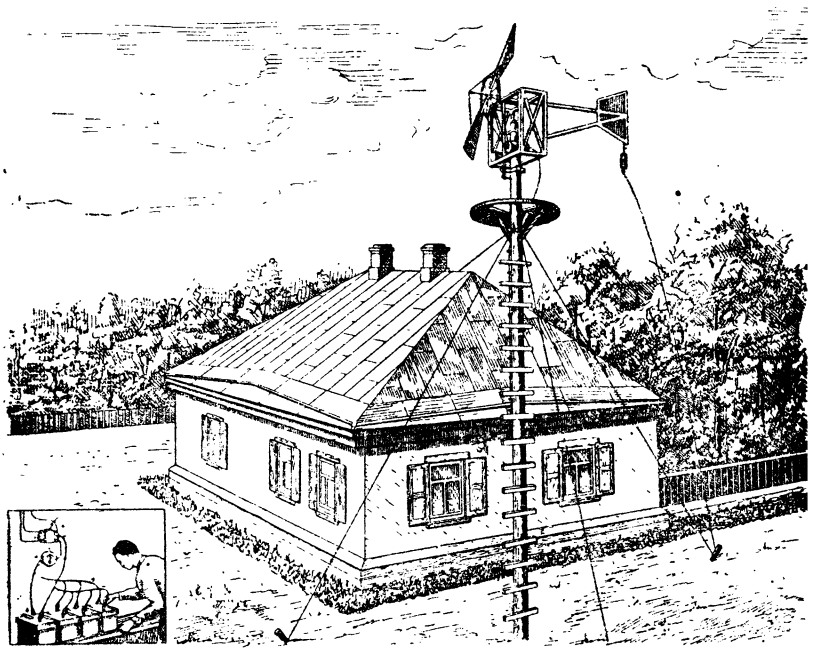


Рис. 1. Простейшая ветроэлектростанция с двухлопастным ветроколесом

да еще самодельного изготовления. Конечно, нет! Подлинный прогресс советского ветроэнергоиспользования будет достигнут тогда, когда самое широкое распространение получат наиболее совершенные и вместе с тем недорогие быстроходные ветродвигатели промышленного производства. Именно в этом направлении работают передовые деятели и энтузиасты советской ветротехники, и к этому мы скоро придем. Уже сей-

час многие заводы СССР изготовляют комплектные маломощные ветроэлектростанции с быстроходными ветродвигателями. Но пока промышленность не может удовлетворить полностью непрерывно возрастающий спрос на такие установки. Поэтому не будет ничего зазорного в том, что местные силы и средства также будут привлечены хотя бы к частичному покрытию этого спроса путем строительства простейших, самодельного типа, ветродвигателей, для которых можно использовать утильные и выбракованные части и детали сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

В дальнейшем, когда у владельца такой простейшей ветроустановки накопится известный опыт, он при желании сможет переделать или построить заново быстроходный ветродвигатель по имеющимся руководствам и проектам.

В этой брошюре дается описание устройства двух вариантов простейшего деревометаллического ветродвигателя: тихоходного девятилопастного типа КД-2, доступного в изготовлении для всякого, кто знаком со столярными и кузнечными работами, и более сложного — двухлопастного быстроходного. Ветродвигатель КД-2 может вращать маленькую динамомашину мощностью 150—200 *вт*. При скорости ветра 8 *м* в секунду такая ветроэлектрическая установка может развивать мощность до 200 *вт*.

В качестве материалов для сборки описываемых установок могут быть использованы старые подшипники (желательно шариковые), валики, трубы и другие детали от утильных машин. Основным материалом является древесина. Древесина, идущая на постройку ветродвигателей, должна быть выдержанной, т. е. сухой, не иметь трещин, гнили и свилеватости.

ДЕВЯТИЛОПАСТНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ ТИПА КД-2

Всякая ветроэлектрическая установка состоит из трех основных частей: ветродвигателя (ветроколеса с хвостовым оперением), динамомашины и опоры (мачты), на которой устанавливаются две первые части.

Описываемый нами в этом разделе тихоходный ветродвигатель КД-2 имеет девятилопастное ветроколесо. Основой этого колеса служит трехгранная втулка из дерева твердой породы. Форма и размеры ее показаны на рис. 2. Для ее изготовления

может быть взят начисто отпиленный отрезок круглого бревна диаметром 225 *мм*, длиной 200 *мм*.

В центре, вдоль всей длины втулки, сверлится сквозное отверстие диаметром 50 *мм*. Этим отверстием втулка наглухо

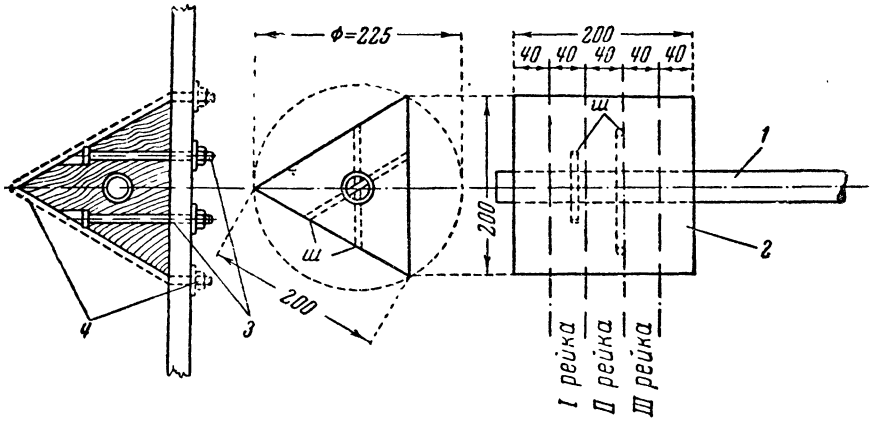


Рис. 2. Трехгранная деревянная втулка ветроколеса:
1—главный вал; *2*—втулка, *3*—болты; *4*—V-образный двойной солг, *ш*—шплинты

насаживается на главный трубчатый (или сплошной) вал *1*, и скрепляется с ним при помощи двух шплинтов *ш*, проходящих сквозь гнезда, высверленные крест-на-крест в валу и втулке. Диаметр вала *1* должен быть равен диаметру отверстия у втулки.

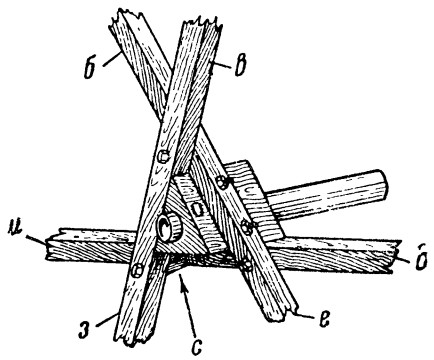


Рис. 3. Крепление трех длинных махов к втулке:
а—сухарь; *б—в*, *е—з*, *д—и*—махи

К каждой грани втулки привинчивается болтами своей средней частью деревянная рейка сечением 40×40 *мм* и длиной *2 м*. Взаимное расположение этих реек показано на рис. 2, справа, а способ их крепления понятен из рис. 3.

Крепить эти рейки к втулке надо либо двумя отдельными болтами *3*, либо одним V-образно изогнутым круглым стержнем *4*, на обоих концах которого име-

ется нарезка для гаек (рис. 2, слева пунктиром). Первый способ крепления проще, но при этом ослабляется прочность втулки. Второй способ несколько сложнее, но он обеспечивает большую прочность втулки. Поэтому второй способ предпочтительнее.

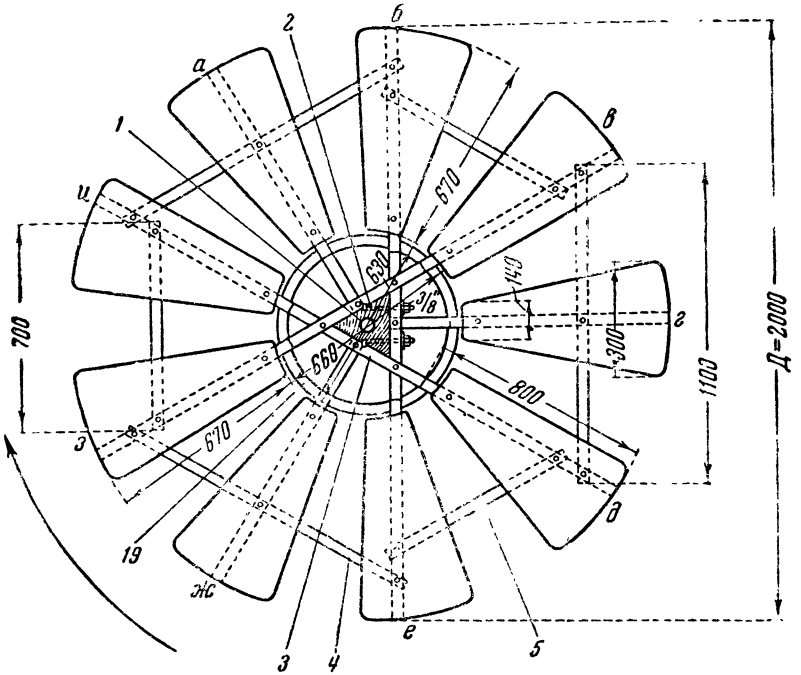


Рис. 4. Ветроколесо КД-2:

1—главный вал; *2*—трехгранная втулка; *3*—длинный мах; *4*—длинная поперечина для крепления короткого маха; *5*—короткая поперечина для укрепления концов длинных махов; *19*—желобчатый обод для ременной передачи; *а, г, ж*—короткие махи; *б—е, в—з, д—и*—длинные махи

Каждая рейка — это двойной мах, несущий на обоих своих концах две лопасти (рис. 4). К полученным таким образом шести лопастям *б—е, в—з, д—и* надо добавить еще три промежуточные — на отдельных коротких махах *а, г, ж*.

Каждый короткий мах одним своим концом прикрепляется к втулке, а вторым — к середине длинной поперечины *4*, прикрепленной своими концами к длинным махам.

Поперечины — это деревянные планки сечением 40 × 20 *мм*. Всего таких планок шесть — три длинные (поперечины *4*) и три короткие (поперечины *5*). Длина каждой поперечины *4* равна 1 100 *мм*, а короткой поперечины *5*—700 *мм*. Для увеличения жесткости ветроколеса махи скрепляются друг с другом в точках скрещения у втулки деревянными нагелями, или железными болтами диаметром $\frac{3}{8}$ дюйма.

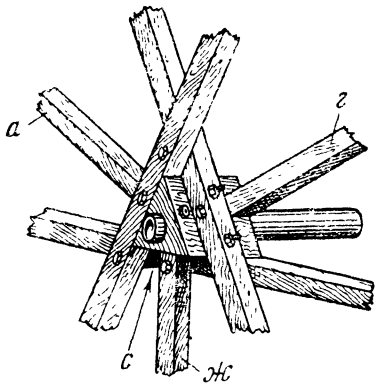


Рис. 5. Крепление к втулке трех длинных и трех коротких махов (*а, г, ж*); *с* — сухарь

На рис. 5 дополнительно показано крепление к втулке трех коротких махов *а, г, ж*. На торце каждого короткого маха должен быть сделан выступающий шип высотой 5 *мм*, а в корпусе втулки — гнездо для такого шипа. Короткий мах, вставленный своим шипом в гнездо втулки, кроме того, прикрепляется болтом к средней части прилегающего к нему длинного маха (рис. 4 и 5).

Так как длинные махи расположены на втулке в трех разных вертикальных плоскостях, в месте скрещения первой и третьей рейки образуется свободное пространство, равное толщине маха (40 *мм*). В этом месте надо между этими рейками проложить «сухарь» *С* в виде деревянного кубика (или отрезка бруска) со сквозным отверстием для нагеля или болта (рис. 5).

Такие же сухари надо будет подложить и между некоторыми поперечинами *4* и *5* в местах их крепления к длинным и коротким махам при сборке ветроколеса (рис. 4). Наконец, к махам ветроколеса, как увидим из дальнейшего, через отдельные сухари или через кольцевую вставку *24* (рис. 6), прикрепляется велосипедный обод, являющийся большим ведущим шкивом для ременной передачи вращения от ветроколеса к шкиву динамомашины.

Каждая лопасть (рис. 7) выпиливается из листа фанеры толщиной 10 *мм*. Длина лопасти — 670 *мм*, ее узкий конец имеет ширину 140 *мм*, а широкий—300 *мм*. За неимением фанеры можно применить шелевку (тонкую доску). Так как шелевку шириной 300 *мм* достать трудно, то можно применить

и более узкую; тогда ее ширина будет определять и ширину внешнего конца лопасти. Можно, конечно, лопасти делать из кровельного железа и дюралюминия.

Длинные кромки деревянных лопастей надо заострить.

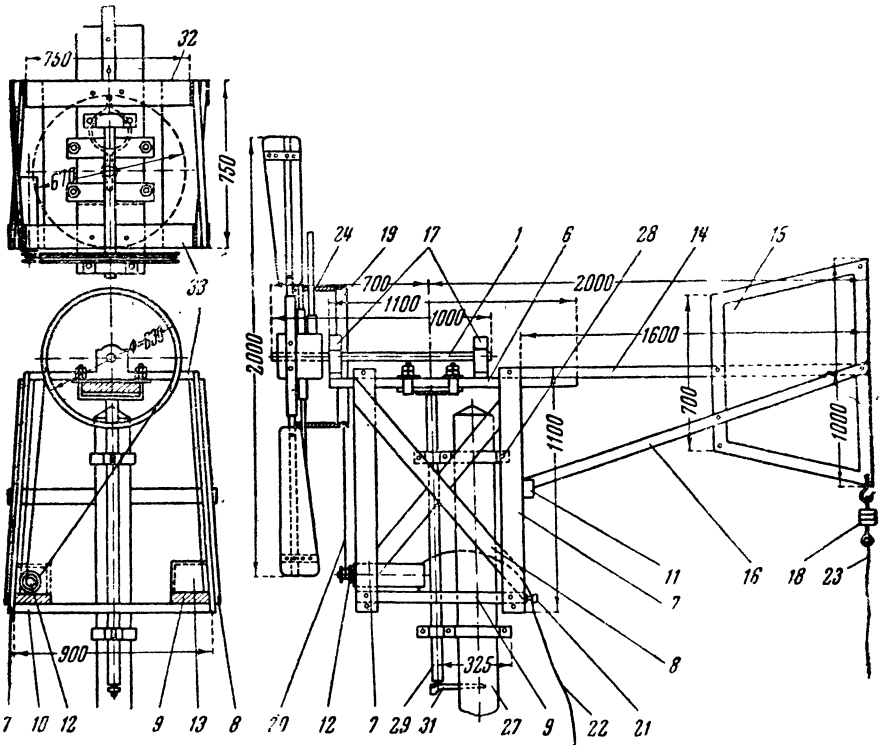


Рис. 6. Ветроэлектростанция КД-2 в сборе. Слева показан вид станции спереди (со снятым ветроколесом). Слева, вверху — план станины с желобчатым шкивом. Справа — боковой вид с разрезом через желобчатый шкив:

1 -главный вал; *6*—основная доска станины; *7*—ножка; *8*—подкос; *9, 10, 11, 32* и *33*—поперечины станины; *12*—динамомашина; *13, 18*—грузы-противовесы; *14*—рейка хвостового оперения; *15*—хвостовое перо; *16*—подкос хвоста; *17*—подшипники главного вала; *19*—желобчатый шкив ременной передачи; *20*—круглый ремень; *21*—изолятор; *22*—электропровода; *23*—бечева для остановки ветроколеса; *24*—кольцо для крепления желобчатого шкива к махам ветроколеса; *27*—столб; *28*—верхний хомут столба; *29*—опорная труба, или поворотный стояк головки ветряка; *31*—опорный костыль

Каждую лопасть прикрепляют к маху так, чтобы она была повернута под углом 25° по отношению к плоскости вращения ветроколеса. Для этой цели боковая грань маха в месте крепления лопасти стесывается на плоскость под тем же углом *.

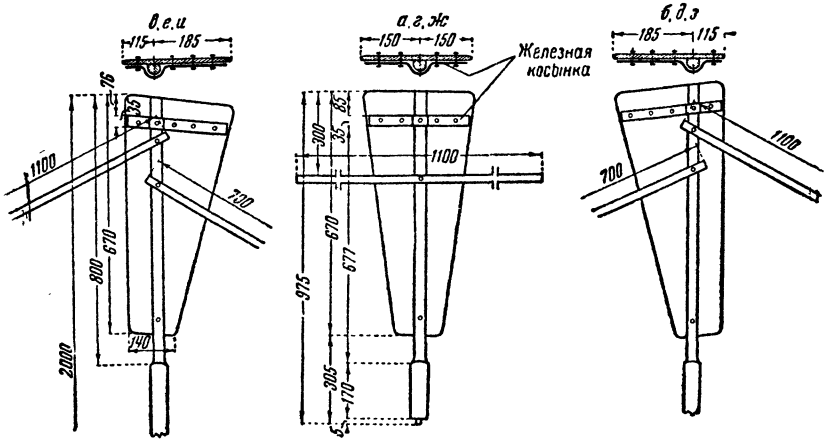


Рис. 7. Лопасти ветроколеса КД-2. Вид с тыльной стороны и разрез вдоль железной пластинки крепления

Своей широкой частью лопасть прикрепляется к маху при помощи привинченной к ней четырьмя шурупами полоски (косынки) кровельного оцинкованного железа (рис. 7). Косынка (полоска) должна иметь выгиб, которым лопасть и надевается на мах. Лопасть, надетая на мах и точно установленная на свое место, привинчивается к нему двумя сквозными шурупами — одним через железную полоску (косынку), вторым—возле второго (узкого) своего конца.

У лопастей *а, г, ж* мах должен быть расположен строго посредине, а у остальных — параллельно одной из длинных

* На рис. 4 ветроколесо показано с направлением вращения по часовой стрелке. Это значит, что если смотреть на ветроколесо спереди, то верхняя лопасть будет направлена своей передней кромкой вправо (а нижняя — влево). Такое же направление вращения (по часовой стрелке) должна иметь и динамомашина, приводимая в движение от этого ветроколеса. Для тех случаев когда шкивок динамомашины имеет вращение против часовой стрелки, надо, чтобы и ветроколесо вращалось против часовой стрелки. Этого можно добиться тем, что при сборке ветроколеса лопасти прибивают к маху так, чтобы верхняя лопасть была направлена своей передней кромкой влево, а нижняя — вправо.

их кромок (рис. 7). Собирают ветроколесо на земле, после чего производят его балансировку, т. е. проверку, не перевешивает ли одна половина ветроколеса другую. Для этой цели главный вал кладут концами на две горизонтальные рейки или полосы железа так, чтобы вал мог свободно вращаться на этих рейках. Если при медленном поворачивании ветроколеса оно будет сохранять любое приданное ему положение, значит оно правильно уравновешено. Наоборот, если ветроколесо, совершив один или несколько оборотов, каждый раз будет останавливаться в одном положении, поворачиваясь одной и той же своей стороною книзу, то это будет показывать, что одна половина ветроколеса перевешивает другую. В таком случае к концу одного из длинных махов более легкой половины ветроколеса привинчивают небольшой отрезок полосового железа. Повторная затем проверка должна показать, нужно ли убавить или увеличить этот дополнительный груз.

Как лопасти, так и махи, а также все остальные деревянные части ветродвигателя после их сборки и первого опробования в работе, должны быть несколько раз окрашены масляной краской.

Главный вал (рис. 6) может быть сделан из отрезка трубы диаметром 50 *мм* и длиной 1 *м*. Можно для этих целей использовать и стальной валик тех же размеров. Желательно было бы для главного вала применить готовые шарикоподшипники *17*, из которых один должен быть упорным (рис. 6). Корпус каждого подшипника необходимо прочно прикрепить к основной доске *6* станины, составляющей головку ветродвигателя. К этой же доске *6* на рейке *14* прикрепляют хвостовое оперение *15*, крайняя планка которого отнесена на расстояние 2 *м* от оси поворота головки ветряка.

Щит или перо хвоста *15* — представляет собою лист фанеры, обрезанный в виде трапеции, у которой длина параллельных сторон равна 700 и 1 000 *мм*; ширина трапеции равна 700 *мм*. Этот щит прибит гвоздями к деревянной рамке, составленной из планок сечением 40×20 *мм*. Рамка с фанерой крепится к рейке *14* так, чтобы последняя проходила точно посредине фанерного щитка. Для увеличения жесткости и прочности хвостового оперения применен реечный подкос *16*, упирающийся в поперечину *11* станины.

Хвостовое оперение служит для автоматической установки ветроколеса лобовой частью к ветру. Вместе с тем оно уравновешивает головку ветродвигателя. Точно уравновешенная головка ветряка легко будет повертываться по ветру при всяком

изменении его направления. Если хвост недостаточно уравновешивает переднюю часть головки, то можно прикрепить под его хвостовым пером *15* противовес *18*.

Станина ветродвигателя КД-2 представляет собой легкое деревянное решетчатое сооружение, напоминающее деревянный стол на ножках с раскосами. Верхнюю основную доску *6* станины надо взять толщиной 50 *мм*, шириной от 200 до 300 *мм* и длиной 1 100 *мм* (рис. 6). К этой доске прикреплены нагелями или болтами две поперечины *32* и *33* (рис. 7, слева) длиной по 750 *мм* каждая. К этим поперечинам особо прочно прикреплены четыре ножки *7* в виде узких шелевок. Нижними своими концами эти ножки также прочно прикреплены к двум поперечинам *10* длиной по 900 *мм* каждая. Таким образом, станина книзу несколько расширена. Кроме того, ножки *7* укреплены раскосами *8* (из тонких шелевок) и поперечиной *11*, а в продольном направлении—двумя нижними досками *9* длиной каждая по 750 *мм*.

На одной из поперечин *9* устанавливают динамомашину *12*, а на другой — противоположной — груз *13*, являющийся противовесом для динамомашины *12*, и поэтому он должен быть равным ей по весу. Груз этот делают в виде ящика, прочно прибитого к доске *9*. В ящик насыпают мелкие камни или песок.

Опорой для ветряка КД-2 служит обыкновенный телеграфный столб высотой *7 м*, диаметром в верхнем отрубе 200 *мм*. Если место установки ветроэлектростанции окружают высокие здания, то лучше устанавливать ветродвигатель на крыше одного из этих зданий. В качестве опоры в таких случаях достаточно применить столб или железную трубу (мачту) высотою 3—4 *м*.

Как столб, так и мачту, надо укреплять проволочными растяжками. Нижний конец столба закапывают в землю, опуская его в яму глубиной не менее 1 *м*, и плотно утрамбовывают его землей. Мачту укрепляют на крыше здания так, чтобы ее нижний конец был прочно прикреплен железными скобами или хомутами с ершами к стропилам кровли.

Проволочные растяжки от мачты должны быть туго натянуты и прочно прикреплены своими нижними концами к стропилам крыши. В столб заранее должны быть вбиты железные костыли (по обе стороны столба) на высоте 300 *мм* один от другого, по которым можно было бы взбираться наверх к ветродвигателю. Вместо костылей можно прибить гвоздями к одной стороне столба деревянные планки, врезанные примерно на половину своей толщины в корпус столба (рис. 1).

Для удобства обслуживания ветродвигателя можно устроить под его станиной рабочий мостик, общий вид которого показан на рис. 1.

КРЕПЛЕНИЕ СТАНИНЫ К СТОЛБУ

Станина ветряка крепится к опорному столбу так, чтобы она вместе с ветроколесом и хвостом могла свободно поворачиваться вокруг вертикальной оси. Для этого к вершине столба (мачты) *27*, пока он еще лежит на земле, прикрепляют два железных хомута *28*, соблюдая размеры и расстояния, указанные на рис. 8. Каждый хомут состоит из двух половин, изготовляемых в кузнице, из полосового железа поперечного сечения 60×6 *мм*. Один конец полосы выгибается соответственно толщине столба *27*, а второй — толщине газовой трубы *29*. В каждой половинке хомута просверливают по три отверстия для болтов $\frac{5}{8}$ дюйма, которыми две такие половинки будут скрепляться между собой.

Вместо указанной здесь можно применять трубу и большего диаметра. Но тогда и изгибы в отростках половинок хомутов надо делать соразмерно диаметру такой трубы. При этом надо помнить, что труба не только не должна туго зажиматься отростками хомута, но, наоборот, должна свободно вращаться в них, как в подшипниках. К столбу же хомуты должны быть настолько прочно прижаты, чтобы их невозможно было сдвинуть с места, применяя даже большие усилия.

Заготовленный отрезок трубы должен иметь длину 1 400 *мм*.

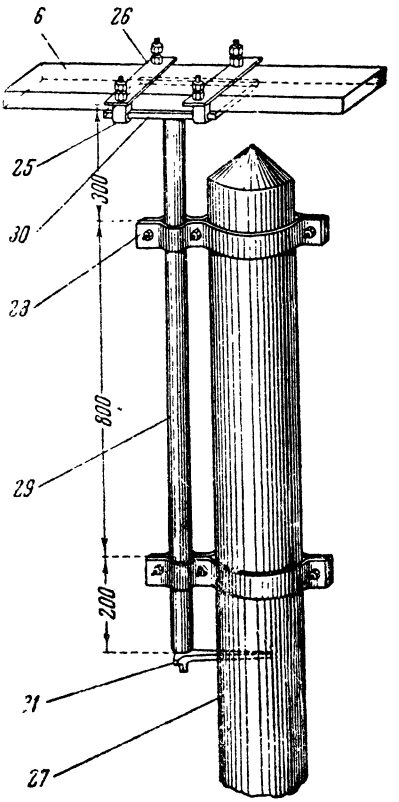


Рис. 8. Поворотная трубчатая опора — стояк.

6—основная доска станины; *25*—хомут; *26* — пластина хомута; *27*—вершина столба; *28* — хомут; *29*—опорная поворотная труба—стояк; *31*—косынка стояка; *31*—опорный костыль

В верхнем конце трубы, на протяжении 100 *мм*, ножовкой, в продольном направлении делают восемь пропилов. Получившиеся восемь желобчатых полосок, нагретых докрасна, осторожно отгибают во все стороны. С помощью кузнечной гладилки каждую желобчатую полоску выпрямляют наподобие «лепестков» цветка так, чтобы все они находились в одной плоскости. При этом надо следить, чтобы не образовались трещины в местах сгиба («ножки») лепестков. В каждом лепестке просверливают отверстие для заклепок, которыми эти лепестки будут затем приклепываться к косынке. Упомянутая косынка делается из котельного железа, размерами $10 \times 300 \times 200$ *мм* (последний размер берется по ширине доски *6* станины). В косынке тоже сверлятся отверстия для заклепок соответственно расположению лепестков трубы *29*. Приклепав косынку к трубе, проверяют, чтобы труба была расположена строго перпендикулярно к косынке. В этом отношении нельзя допускать ни малейшего крена в ту или другую сторону — в противном случае головка ветряка будет всегда наклонена в одну и ту же сторону и ветряк не будет «слушаться» направляющего действия своего хвоста. В результате этого ветростанция будет малопроизводительной.

Основная доска *6* крепится к косынке опорной трубы *29* при помощи двух хомутов *25*, на нарезанные концы которых надевают поверх доски *6* две планки *26* и привинчивают их гайками и контргайками. Чтобы хомуты *25* не смещались в продольном направлении, в ребре косынки надо сделать для хомутов углубления (вырезы).

При креплении доски *6* к опорной трубе *29* надо иметь в виду, что все детали станины должны быть расположены от оси трубы *29* минимум на 335 *мм*. Диктуется это требование тем, что крайняя точка конца верхнего хомута *28* расположена от этой оси на расстоянии 325 *мм*. Следовательно, если ножка *7*, подкос *8* станины или ремень *20* проходят внутри окружности, описанной радиусом 325 *мм* от указанной оси, то при повороте станины по ветру эти детали будут задевать за хомут *28* и поэтому станина не сможет поворачиваться, а ремень *20* может оборваться или соскочить со шкивов.

Чтобы этого не произошло, надо расположить перечисленные детали станины и ремень *20* за пределами окружности с радиусом 335 *мм*, описанной из центра поворота станины. Эта окружность показана пунктиром на плане станины (рис. 6, в левом верхнем углу).

Непременным условием безопасной и исправной работы агрегата КД-2 является наблюдение при его эксплоатации за

тем, чтобы доска *6* была надежно скреплена хомутами *25—26*. Для этого при каждом периодическом осмотре станины надо поджимать гайки хомутов. Такое же наблюдение надо вести и за гайками всех других мест крепления станины, а также ветроколеса.

В нижний конец трубы *29* плотно забивают металлическую пробку с шаровым углублением в ее центре для стального шарика диаметром 10 *мм*. Этим шариком труба должна опираться на головку костыля *31*, забитого в столб на расстоянии 200 *мм* от нижнего хомута.

Так осуществляется поворотное крепление станины *6* ветряка к вершине опорного столба *27*. Монтаж ветродвигателя на вершине столба лучше делать до его подъема, расположив столб на земле так, чтобы его нижний конец находился над ямой. В этом случае поднимать столб придется вместе с установленным на нем ветряком. Это делать надо в безветренную погоду. Можно, конечно, монтировать ветряк и после установки столба, но эта работа будет заметно труднее.

После подъема столба надо установить его строго вертикально и тщательно выверить вертикальность опорной трубы *29*.

При сборке ветряка все трущиеся части должны быть смазаны вазелином или тавотом. В процессе эксплоатации все такие части периодически надо осматривать и смазывать — в особенности те части опорной трубы, которые обхватываются хомутами, а также шарик, на который опирается труба нижним своим концом.

Перейдем к вопросу об устройстве привода для динамомашины. В канавку желобчатого обода *19* (рис. 6) закладывают круглый ремень *20* для привода динамомашины *12*, которая также должна иметь малый желобчатый шкивок. Так как наше ветроколесо будет вращаться со скоростью около 100 оборотов в минуту, а малая динамомашина нормально должна совершать от 2 000 до 3 000 оборотов в минуту, то диаметр ее шкивка должен быть в 20—30 раз меньше диаметра большого обода *19*.

Приводной ремень должен быть достаточно туго натянутым. За отсутствием кожаного круглого ремня можно применить резиновый жгут, сделанный из куска автомобильной камеры. Камеру надо разрезать в виде узкой спиральной ленты, наблюдая за тем, чтобы на ленте не было значительных утолщений и узелков. Таким способом из небольшого куска утильной камеры можно вырезать очень длинную резиновую ленту.

Такую ленту надо закрутить жгутом, затем оба ее конца прочно склеить друг с другом резиновым клеем. Предварительно лишь надо точно подогнать длину такого кольцевого ремня с тем, чтобы в рабочем положении (надетый на шкивы) он сохранял достаточное натяжение, так как слабо натянутый ремень при вращении ветроколеса будет скользить по шкиву динамомашины.

Ток от динамомашины отводится по изолированным проводам, сплетенным в длинный шнур *22,* укрепленный на изоляторе *21* в нижней части станины (рис. 6). Этот шнур свободно спускается вниз. Делается это для того, чтобы при поворотах головки двигателя по ветру закручивающийся вокруг столба шнур не натягивался слишком туго. Если шнур закрутился вокруг столба, надо при помощи бечевки *23* повернуть соответствующее число раз головку ветряка в обратную сторону и таким путем выпрямить шнур.

Этой же бечевой *23* пользуются для вывода ветряка из рабочего положения в боковое (холостое), чтобы остановить вращение ветроколеса. Делается это, например, перед осмотром головки или ветроколеса, когда требуется смазать подшипники, проверить натяжение гаек или же произвести исправления*. Выводить ветроколесо из рабочего положения в холостое надо также перед наступлением бури, чтобы сильный шквал не раскрутил ветроколесо до опасного числа оборотов, когда возможен разнос и авария двигателя. В этих случаях хвост ветряка надо повернуть в такое положение, чтобы ветроколесо стало боком (в разрез) к ветру и после этого конец бечевы *23,* оттянув подальше от столба, прикрепить к какому-нибудь неподвижному предмету на земле. Ветродвигатель не будет работать до тех пор, пока не отпустят бечеву, или пока ветер не изменит своего направления и снова не станет дуть в лоб ветроколеса.

Таково устройство тихоходного ветродвигателя КД-2.

ДВУХЛОПАСТНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

В тех случаях, когда имеется возможность использовать целиком старое велосипедное колесо (или еще лучше колесо от утильного мотоцикла), можно изготовить еще более простое ветроколесо — с двумя лопастями.

---

* Правила технической безопасности при работах на ветродвигателе требуют перед осмотром, смазкой или ремонтом агрегата и вообще до подъема к ветроколесу обязательно останавливать двигатель.

Здесь в основном все сводится к тому, чтобы прикрепить к такому колесу две лопасти и дать им возможность свободно вращаться на неподвижно закрепленной оси колеса.

При наличии заднего велосипедного колеса из его втулки удаляется внутренний механизм, т. е. тормоз и ось с шариками. Вместо прежней тонкой и короткой оси заготовляют более длинную и толстую стальную ось. Обточку оси надо делать так, чтобы средняя часть оси заменила собой один конус для шариков, а конец оси имел бы нарезку, на которую можно было бы навинчивать второй конус для шариков, т. е. нужно сделать так, чтобы втулка колеса могла вращаться на шариках так же, как она вращалась прежде на оси велосипедного колеса.

Прежде чем приступить к описанию порядка переделки втулки, коснемся важного вопроса о соблюдении условий прочности для подобного ветроколеса. Ввиду того, что у такого ветроколеса ось крепится только с одного конца, то она будет испытывать изгиб в этой точке крепления. Изгиб этот будет тем больше и опаснее, чем сильнее нагрузка, чем тоньше ось втулки и чем дальше расположена точка приложения нагрузки на ось от точки ее неподвижного крепления.

Поэтому при изготовлении такого ветроколеса требуется соблюдение трех условий: 1) по возможности снизить вес ветроколеса; 2) сделать ось колеса возможно более толстой; 3) возможно ближе расположить мах к втулке колеса, а самую втулку — к месту неподвижного крепления ее оси к доске *б* станины ветряка.

Наименьший вес мы получим, уменьшив число лопастей до двух и применив для их крепления только один мах в виде сосновой рейки сечением 40×40 *мм* и длиной 2 *м*. Способ крепления обеих лопастей к маху остается прежний и под тем же углом 25° к плоскости вращения ветроколеса. Вес маха с двумя лопастями, включая стержень с растяжками, о которых речь будет итти дальше, не должен быть больше 1 *кг*. Если эту пару лопастей, смонтированных на общем длинном махе, надежно прикрепить средней частью к втулке велосипедного колеса, то этим путем и создадим необходимое нам ветровое колесо облегченного типа. Вместе с велоколесом и его крепежными деталями такое ветроколесо будет весить не более 2—3 *кг*.

Рассмотрим по порядку, как можно надежнее и легче всего сделать крепление маха к втулке велоколеса.

На середине маха проставляется метка карандашом. Лег-

кий мах с двумя лопастями на его концах надо крепить не к ободу велоколеса, а только к его втулке.

Дело в том, что обод велоколеса не приспособлен к восприятию боковых нагрузок. Многим известно из практики, как легко при столкновениях и авариях образуется «восьмерка»

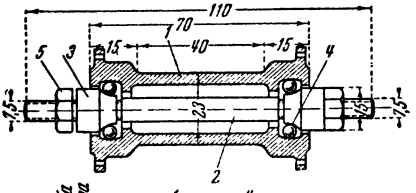


Рис. 9,а. Втулка переднего колеса велосипеда (в разрезе):
1—корпус втулки; *2*—ось; *3*—конус; *4*—шарик; *5*—гайка

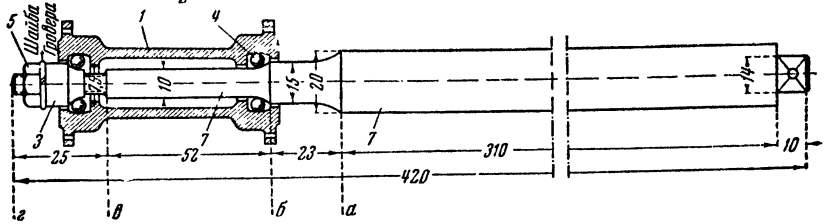


Рис. 9,б. Втулка, насаженная на неподвижную ось ветроколеса:
1—корпус втулки; *3*—конус; *4*—шарик; *5*—гайка; *7*—ось

у велоколеса. В дальнейшем мы будем рассматривать крепление маха применительно к втулке переднего велоколеса. Предоставим читателям, желающим воспользоваться для данных целей задним велоколесом (или даже колесом мотоцикла), найти более легкое решение этой задачи.

На рис. 9,а показана в разрезе обычная втулка *1* переднего велоколеса вместе со своей осью *2* (длиной 110 *мм*), конусами *3*, шариками *4* и гайками *5*.

На рис. 9,б показана та же втулка *1*, но насаженная на другую стальную ось *7* общей длиной 420 *мм*, специально изготовленную для нашего случая.

Сравнивая обычное устройство втулки с новым, мы видим следующее. Стальная ось *7* диаметром 20 *мм* (можно принять и больший диаметр) от кромки *а* на расстоянии 23 *мм* обтачивается постепенно до диаметра 15 *мм* в кромке *б*. С этого места на протяжении 3—4 *мм* производят обточку на конус до толщины 10 *мм*. Этот конус в точности должен соответствовать одному из конусов *3* прежней втулки велоколеса. Дальнейшую обточку оси на толщину 10 *мм* производят до кром-

ки *в*, находящейся на расстоянии 52 *мм* от кромки *б*. Далее до конца оси на длину 25 *мм* идет обточка до толщины 7,5 *мм*. Закончив эту обточку, производят нарезку под гайку *5* (диаметром $^3/_8$ дюйма).

Правый конец оси *7* заканчивается обточкой на протяжении 10 *мм* до диаметра 18 *мм* и опиливается на квадрат со стороной 14 *мм*. В этом конце просверливают отверстие для шплинта диаметром 3 *мм*.

Таким образом, если прежде (рис. 9,а) правый конец оси *2* в точке, соответствующей кромке *а* на рис. 9,б имел толщину 7,5 *мм*, то теперь здесь толщина оси *7* достигает 20 *мм* (если не больше). В месте крепления правого конуса (рис. 9,б) толщина оси доведена до 15 *мм*, т. е. вдвое больше прежней, и до 10 *мм* у кромки *в*, т. е. в 1,5 раза больше прежнего. Следовательно, соблюдено и условие второе изложенных выше требований.

Посмотрим, как соблюдено третье условие — возможно более близкое расположение маха ветроколеса к втулке и месту крепления оси в головке ветряка. На рис. 10 показано внизу — в плане, и вверху — в разрезе по линии *А—Б* крепление маха к втулке *1* ветроколеса. Для этой цели заводят между спицами велоколеса и с двух сторон накладывают на втулку две половины хомута *11*, изготовленные в кузнице, каждая из полосового железа 40 × 5 *мм* (заготовка длиной 130 *мм*). Половинки хомута *11* должны быть откованы так, чтобы своими выгнутыми частями плотно облегали втулку снаружи. Между смежными плоскостями (отростками) обеих половинок хомута должен оставаться зазор в 2 *мм*, позволяющий при помощи четырех болтов *12* стянуть их и покрепче зажать ими втулку. В одной из половинок этого хомута надо просверлить сквозное окно *а* для масленки втулки, которая должна быть сохранена и здесь для целей смазки.

Далее приготовляют в кузнице же еще два вторичных хомута *13* из полосового железа 13 × 5 *мм*. Форма их показана на рис. 10, вверху. Изгибы половинок этих хомутов должны соответствовать с одной стороны размерам концевых частей хомута *11*, т. е. 40 × 5 *мм*, а с другой — поперечным размерам маха, т. е. 40 × 20 *мм*. Между смежными плоскостями обеих половинок хомута *13* также должен оставаться зазор в 2 *мм*. Правые части половинок хомутов *13*, которые зажимают между собой концы хомута *11*, должны иметь по два отверстия для болтов *12*, а на концах левых частей—по одному отверстию для болтов *12А* диаметром $^1/_4$ дюйма.

Сборку ветроколеса на втулке *1* производят вдвоем с помощником. Сначала хомуты *11* собирают на втулке без болтов, придерживая обе его половинки руками. Затем заводят между спицами конец одной из половинок хомута *13* и вводят

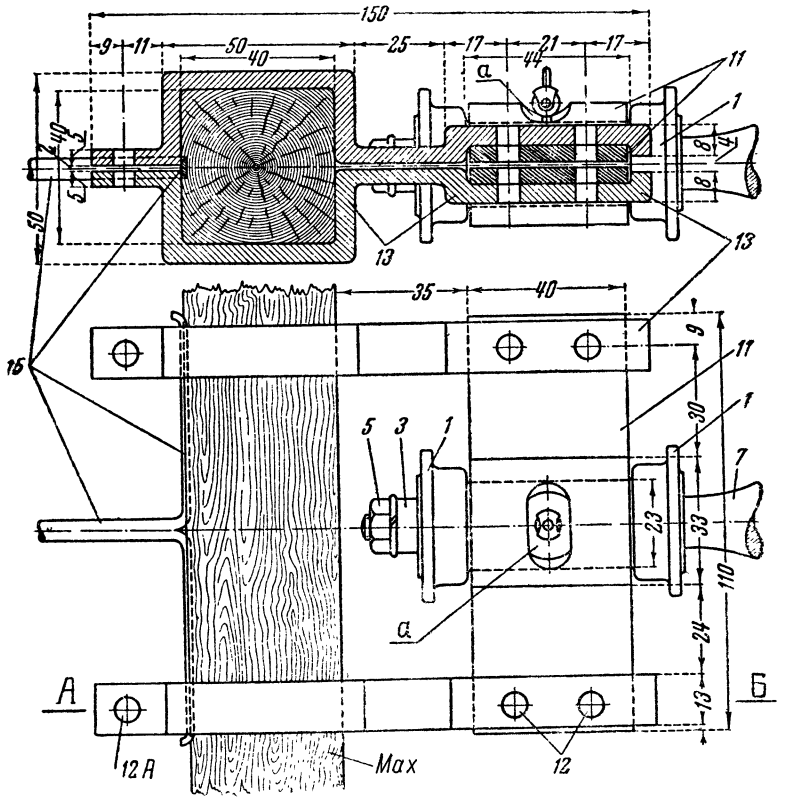


Рис. 10. Крепление маха к втулке. В нижней части рисунка показано крепление в плане. В верхней части показан вид сбоку и разрез по линии *А—Б* через вторичные хомуты:

1—корпус втулки; *3*—конус; *5*—гайка, *7*—ось; *11*—хомут, *12* и *12А*—отверстия для болтов; *13*—ответвление вторичного хомута; *15*—стержень переднего вылета; *а*—окно (отверстие для масленки велосипедной втулки

в ее отверстия один за другим оба болта *12* и ведут их (болты) далее сквозь отверстия хомута *11*, пока они не выступят наружу из отверстий второй половинки хомута *13*. Одновре-

менно другими своими концами половинки хомута должны охватить стержень маха в его средней части.

После этого навинчивают, сначала не туго, гайки на все три болта первой пары хомута *13*. Затем надевают таким же способом на противоположный конец хомута *11* и мах вторую пару половинок хомута *13*, продевают через его отверстия болты и навинчивают на них гайки.

Здесь мы сделаем небольшое отступление. Дело в том, что полезно было бы увеличить жесткость маха с его лопастями настолько, чтобы под давлением сильного ветра они не отклонялись назад и не нажимали сбоку на борты обода велоколеса. Этого можно достичь, устраивая впереди маха вылет *15* в виде стержня с проволочными растяжками *16* (рис. 11) *.

Для этой цели в центре ветроколеса (маха) перпендикулярно к маху прикрепляют металлический стержень *15*. Такой стержень делают из отрезка пруткового железа толщиной 6 *мм* и длиной 365 *мм*. Один конец стержня на протяжении 65 *мм* пропиливают ножовкой вдоль оси на две половинки, которые затем осторожно отгибают в накаленном докрасна состоянии в обе стороны под прямым углом к стержню. На другом конце этого стержня на протяжении 40 *мм* делают на резку и приготовляют две гайки и разрезное кольцо.

Затем приготовляют цилиндрическую насадку *17*, заканчивающуюся маленьким желобчатым роликом *18*. Насадку делают из отрезка трубки с внутренним диаметром не более 7 *мм*. Отступив от края на 15 *мм*, в ней делают два продольных надреза, а затем один продольный пропил ножовкой. Полученные два концевых лепестка выпрямляют в виде двух пластинок *д—д*, в которых пропиливают канавки для оси ролика *18*. Отступив на 45 *мм*, этот конец трубки отрезают. Получается капсуль с роликом.

На конец стержня *15* сначала навинчивают доотказа первую гайку, а потом надевают разрезное кольцо и навинчивают вторую гайку. После этого на него надевают капсуль (насадку) *17*.

Остается теперь укрепить растяжки *16*. Делается это так. Отступя 700 *мм* от середины маха в обе стороны, укрепляют на обеих его половинках две железные скобы *19*. Каждая ско-

---

* Подобное увеличение жесткости ветроколеса желательно, но не обязательно.

ба охватывает мах со всех сторон снаружи, проходя своими концами через прорези, сделанные в фанерной лопасти.

Надежно закрепив конец проволочной растяжки *16* за одну скобу, перекладывают растяжку на ролик *18* насадки

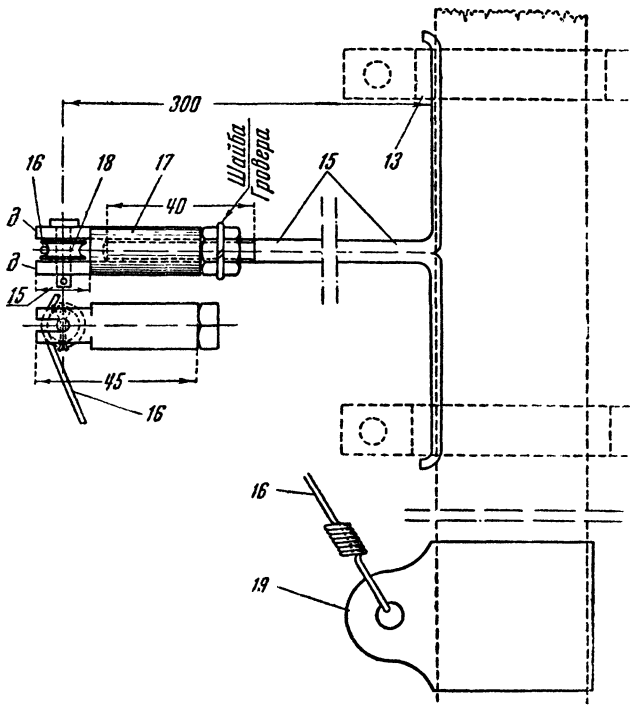


Рис. 11. Устройство стержня переднего вылета с натяжной насадкой: *15*—стержень; *16*—растяжка; *17*—насадка; *18*—ролик; *19*—скоба с коушем (на махе)

17 и подводят второй конец растяжки к отверстию другой такой же скобы (на второй половине маха). Здесь этот конец растяжки так же надежно (с некоторым натяжением) закрепляется за скобу. Излишний кусок проволоки отрезают.

После этого с помощью насадки *17* натягивают растяжки. Для этой цели первую от насадки гайку отвинчивают (в сторону насадки). Второй гайкой прижимают разрезное кольцо к первой гайке и этим самым не дают ей возможности отвинчиваться обратно и ослаблять растяжки.

Стержень *15* двумя своими отростками прикрепляется к середине маха хомутами *13*.

Теперь продолжим описание процесса крепления маха к втулке *1* (рис. 10). До окончательного закрепления гаек на всех болтах *12*, стягивающих хомуты *11* и *13*, надо проверить, правильно ли расположен мах в хомутах *13*, т. е. совпадает ли центр маха точно с центром оси втулки *1*, а также правильно ли подведены под хомуты *13* оба конца отростков стержня *15*. После этого завинчивают все шесть гаек хомутов доотказа.

Затем можно приступить к насадке ветроколеса на ось *7*. Для этого предварительно надо (рис. 9,б) все гнезда для шариков *4* втулки *1* заполнить густой смазкой (тавотом или вазелином), а потом вставить в них шарики — по 10 штук в каждое гнездо втулки, — следя за тем, чтобы они оттуда не выпадали. Вставив после этого во втулку доотказа ось, завинчивают на ее свободный конец конус *3* настолько, чтобы для ее вращения рукою пришлось бы применять заметное усилие. Затем надо отвинтить этот конус примерно на ¼ оборота или на несколько больше с тем, чтобы ось легко проворачивалась рукой, но не имела слишком свободного хода («игры») в продольном направлении. После этого надевают на конец оси поверх конуса *3* разрезное кольцо и навинчивают на ось доотказа гайку *5* (рис. 9,б).

Монтаж ветроколеса на основной доске *6* станины ветряка начинают с разметки карандашом на этой доске расположения деталей крепления. Напомним, что на доске *6* имеются две готовые детали, нужные нам для крепления оси *7* к станине: это поперечная доска *33* (рис. 7) и металлическая планка *26* переднего хомута *25* (рис. 8). Желательно, чтобы и доска *33* и планка *26* были одинаковой ширины — по 100 *мм*. Если планка *26* сделана меньшей ширины, то для прочности надо сменить ее на другую.

По рис. 12 изготовляют из полосового железа размерами 40 × 4 *мм* две прямоугольные скобы *34* и *35* (рис. 13) с отверстиями диаметром 20 *мм* на каждом отростке скобы. Сквозь эти отверстия пройдет ось *7*. В скобе *35* одно отверстие делают меньшего диаметра, например, 14 *мм* и затем распиливают его напильником на квадрат со сторонами 14 × × 14 *мм* (рис. 12, справа).

Под доску *33* надо подложить скобу *34*, а под планку *26* хомута *25* (рис. 8) скобу *35* так, чтобы центры всех четырех отверстий этих двух скоб строго совпадали с центром оси *7*.

У скобы *35* квадратное ее отверстие должно находиться с правой стороны. В это отверстие будет входить запиленный на квадрат конец оси *7* (рис. 13). Укрепив на своих местах доску *33* и планку *26*, продевают ось *7* через отверстия обеих

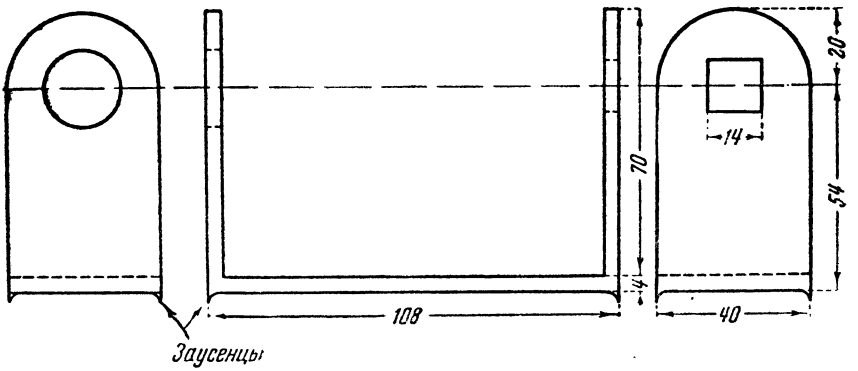


Рис. 12. Скоба для крепления неподвижной оси ветроколеса

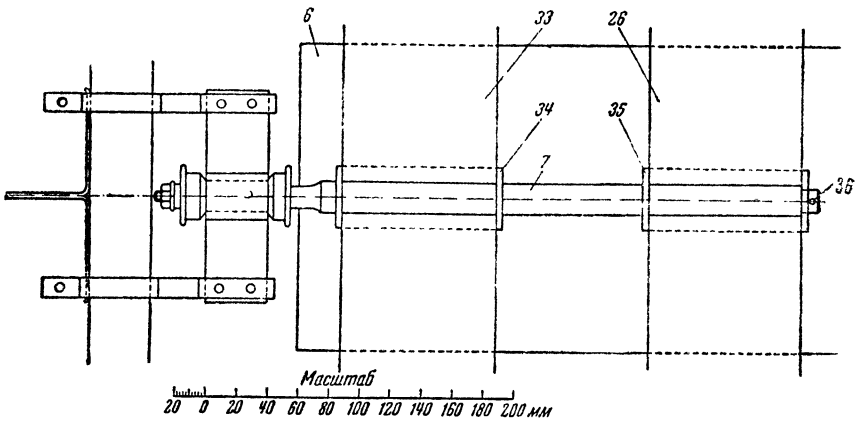


Рис. 13. Крепление неподвижной оси ветроколеса к станине:
1—основная доска станины; *7*—ось; *26*—металлическая планка хомута; *33*—поперечная доска станины; *34*—скоба с двумя круглыми отверстиями; *35*—скоба с одним круглым и одним квадратным отверстиями; *36*—шплинт

скоб доотказа. При этом запиленный на квадрат конец оси *7* пройдет через квадратное отверстие правой скобы. Остается после этого вставить шплинт в отверстие, высверленное в за-

пиленном конце оси *7*. Этим самым мы прочно закрепим ось *7* в приданном ей положении, т. е. она не будет смещаться ни в осевом, ни в поперечном направлениях, если таких смещений не будут претерпевать сами скобы *34* и *35*. В осевом

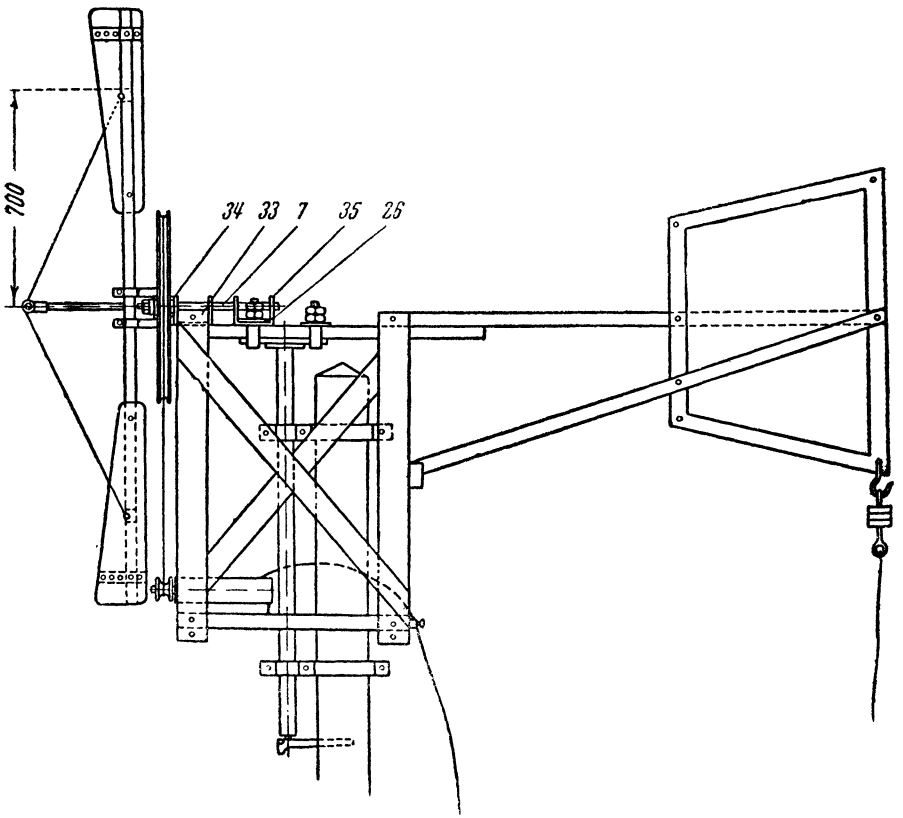


Рис. 14. Боковой вид двухлопастного ветродвигателя КД-2:
7—ось ветроколеса; *26*—металлическая планка хомута; *33*—поперечная доска станины; *34*—скоба с двумя круглыми отверстиями; *35* скоба с одним круглым и одним квадратным отверстиями

направлении смещению скоб будут препятствовать доска *33* и планка *26*. Поперечным же смещениям этих скоб будут препятствовать имеющиеся у них заусенцы, по всем четырем

углам каждой скобы (рис. 13). Благодаря сильному нажиму доски *33* и планки *26* на скобы эти заусенцы войдут в дерево доски *6* (для прочности их можно вогнать в доску ударами молотка при установке скоб) и будут препятствовать скобам смещаться в стороны.

В остальном порядок устройства станины, хвостового оперения, опорной трубы и столба ветряка остается такой же, как и у первого варианта КД-2. Боковой вид двухлопастного агрегата показан на рис. 14.

Закончив пробный монтаж двухлопастного ветроколеса на станине, производят его балансировку так, как было указано выше. Если при проверке выяснится, что одна лопасть тяжелее второй, то, конечно, надо будет уравновесить ветроколесо.

Для этого, отвинтив гайки хомутов настолько, чтобы можно было слегка высвободить мах, необходимо передвинуть его немного в сторону более легкой лопасти. Повторная проверка ветроколеса покажет, насколько удалось его отбалансировать. Окончательно уравновесив этим способом ветроколесо, надо опять завинтить доотказа гайки хомутов.

Во избежание произвольного отвинчивания гаек желательно навинчивать на них контргайки или же подкладывать под гайки разрезные кольца.

Разрезные кольца изготовляют из стальной проволоки, свернутой в виде спиральной пружины. Если от такой спирали отрубить зубилом один виток, то у полученного «кольца» концы будут несколько расходиться в противоположные стороны. Когда такое кольцо зажимают гайкой, то его концы упираются в прилегающие к нему поверхности свинченных деталей и гайки и не дают последней произвольно отвинчиваться.

КОРОТКО ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Для ветродвигателей, описанных здесь типов, можно применить любую динамомашину постоянного или переменного тока мощностью около 150—200 *вт*. Когда ветродвигатель предназначается для зарядки низковольтных аккумуляторов, то динамомашина должна быть постоянного тока напряжением 6—12 *в*. Для целей же освещения можно пользоваться, конечно, и генератором переменного тока. Вообще же для этих ветродвигателей подойдет любая динамомашина от автомобиля или от трактора.

Желательно, чтобы мощность генератора была равна (или немного превышала) нормальной мощности ветродвигателя, в данном случае не меньше 200 и не выше 250 *вт*.

Для зарядки аккумуляторов надо также иметь реле, которое бы отключало аккумуляторы при падении напряжения динамомашины (в случае резкого уменьшения оборотов или остановки ветроколеса) и затем опять включало их при восстановлении напряжения. Для измерения напряжения и силы тока желательно иметь вольтметр и амперметр постоянного тока, смонтированные на специальном щитке.

Чаще всего на местах приходится пользоваться утильными динамомашинами от мотоцикла, трактора или автомашины. Поэтому здесь перечисляются вкратце марки и основные показатели именно таких динамомашин.

На мотоциклах устанавливают динамо марки ГМН мощностью 70 *вт* с напряжением 6 *в*. На тракторах ХТЗ, СТЗ, У-1 и У-2 применяются динамомашины марки ГВТ-4541. Мощность таких динамомашин составляет 60—80 *вт*, напряжение 6 *в*, сила тока 10 *а*, число оборотов от 1 100 до 2 000 в минуту. При каждой из этих динамомашин имеется регулятор напряжением ВР-4550.

На тракторах «Сталинец» и ЧТЗ применяется 6-вольтная динамо типа ГАУ-4101 мощностью 100 *вт;* число оборотов — 900—2 000 в минуту, регулятор напряжения ВР-4550.

На автомобилях ГАЗ-А и АА довоенных выпусков применялись динамомашины типа ГБФ-4105. Электрические данные их следующие: мощность 60—80 *вт,* напряжение 6 *в,* сила тока 10 *а,* число оборотов 1 100 в минуту. Эти динамомашины имеют реле обратного тока типа ЦБ-4118.

На автомашинах ГАЗ и М-1 позднейших выпусков применяется динамо типа ГМ-71. Ее данные следующие: мощность 100 *вт,* напряжение 6 *в* при 2 100 *об/мин;* она имеет реле обратного тока типа ЦБ-4118.

На автомашинах ЗИС-5-6, и ЯГ-4 применяется динамо ГБФ-4600, развивающая мощность 60—80 *вт* при напряжении 6—8 *в* и 1 600 *об/мин;* она имеет реле ЦБ-4118.

Автомобили ЗИС-101 оборудуются динамо типа ГЛ-41; ее мощность—110—130 *вт* при напряжении 6—8 *в* и 1 700 *об/мин.* Эта динамомашина снабжена реле типа РЗ-69, выполняющим функции реле обратного тока и реле заряда. Все упомянутые здесь динамомашины, за исключением ГБТ-4541, имеют правое вращение. Это обстоятельство следует учитывать при монтаже лопастей ветроколеса КД-2.

На автомашинах ЗИС-21 и автобусах ЗИС-8 и ЗИС-13 применяется динамо ГА-27. Ее данные следующие: мощность 225—250 *вт,* напряжение 12 *в* при 1 200—3 000 *об/мин,* сила тока 20 *а,* вес — 19,7 *кг.* Она снабжается отдельным реле-регулятором типа РРА-44.

Все перечисленные выше реле и регуляторы — это электрические приборы, служащие для автоматического включения и выключения частей схемы или отдельных электрических аппаратов и устройств.

Наличие при динамомашине реле и регуляторов-автоматов имеет особенно важное значение, так как это приспособление обеспечивает правильную работу ветроэлектростанций. Динамомашина, приводимая в движение от ветродвигателя, вынуждена работать с переменным числом оборотов. Между тем, напряжение на зажимах динамомашины зависит исключительно от числа оборотов ее якоря. Поэтому напряжение динамомашины, вращаемой электродвигателем, будет с изменением числа оборотов меняться от минимума (6 *в)* до максимума (8 *в)* у шестивольтовой динамо и от 12 *в* до 16 *в* — у двенадцативольтовой динамо.

Вот почему необходимо дополнительно иметь то или иное приспособление, автоматически включающее динамо в сеть

питания электроламп или аккумуляторной батареи, когда напряжение динамомашины достигает нормальной величины, и автоматически выключающее ее, когда напряжение на зажимах машины резко падает при уменьшении числа ее оборотов или остановке ветродвигателя. Эту задачу и призваны выполнять реле и регуляторы.

Понятно, что при любой ветроэлектростанции должна иметься аккумуляторная батарея, которая всегда должна быть в заряженном состоянии с тем, чтобы в периоды отсутствия ветра, когда двигатель не может работать, она могла бы питать током сеть освещения или радиоприемник. Для переключения аккумуляторной батареи на зарядку или на питание осветительной сети радиоприемника также необходимы автоматы в виде реле и регулятора.

Представим себе, что аккумуляторная батарея включена в цепь динамомашины без реле и регулятора. Вследствие непостоянства действия силы ветра напряжение на зажимах динамомашины будет колебаться из-за изменения числа оборотов ее якоря. Поэтому в отдельные моменты напряжение, даваемое динамомашиной, может быть меньше напряжения аккумуляторной батареи и последняя начнет разряжаться через динамомашину. В подобных случаях динамо начнет работать электромотором и вращать ветроколесо, потребляя ток из батареи.

Чтобы это не могло произойти, в цепь между динамомашиной и аккумуляторной батареей включают автомат-реле обратного тока; такое реле немедленно разрывает цепь и таким образом отключает батарею от динамо.

У других автомобильных динамомашин имеются несколько более сложные реле-регуляторы типа РЗ-69, РРА-44 и пр. Ознакомимся бегло с устройством этих реле.

РЕЛЕ ОБРАТНОГО ТОКА ЦБ-4118

Схема реле обратного тока ЦБ-4118 изображена на рис. 15. Это реле служит не только для автоматического отключения аккумуляторной батареи от динамомашины при уменьшении числа оборотов двигателя, но и для включения батареи в зарядную цепь, как только напряжение на зажимах динамо превысит напряжение аккумуляторной батареи.

Независимо от конструкции и марки реле обратного тока всегда имеет две обмотки. Обмотка *С* с небольшим количе-

ством витков, намотанная из толстого провода, называется последовательной или сериесной обмоткой. Она включается последовательно в цепь, питаемую динамомашиной. Вторая обмотка *Ш*, имеющая большое число витков тонкого провода, называется шунтовой или намагничивающей обмоткой и включается параллельно щеткам динамомашины. Эта обмотка служит для намагничивания сердечника реле в момент, когда он должен притянуть к себе якорек *Я*. Этот якорек соприкасается с контактом *Г* и таким путем соединяет зажим *Д* динамомашины с зажимом *А* аккумуляторной батареи.

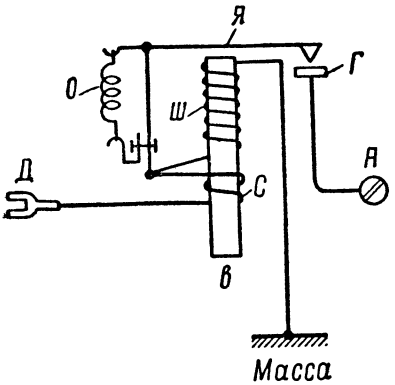


Рис. 15. Схема реле обратного тока ЦБ-4118:

А—зажим для соединения с аккумуляторной батареей; *Д*—зажим для соединения с динамомашиной; *в*—сердечник реле, *Г*—контакт, *Я*—якорек сердечника; *С* обмотка с небольшим числом витков толстого провода; *О*—спиральная пружина с регулировочным установочным винтом; *Ш*—шунтовая обмотка с большим количеством витков тонкого провода

Назначение толстой обмотки состоит в том, чтобы усиливать магнитное поле, возникающее вокруг сердечника реле, в результате чего контакт якоря *Я* будет прилегать плотнее к контакту *Г*, когда происходит зарядка аккумуляторов. Вместе с тем та же толстая обмотка способствует более быстрому размыканию контакта *Г* при обратном токе, т. е. когда ток начинает итти из аккумуляторной батареи в динамомашину.

РЕЛЕ РЗ-69

Реле РЗ-69 (рис. 16) имеет, кроме рассмотренного нами автомата I обратного тока, еще автомат II, называемый реле заряда. Оба эти автомата смонтированы на общем основании, укрепленном на корпусе динамомашины ГЛ-41.

Реле II заряда имеет одну обмотку *2*. При увеличении нагрузки на динамомашину выше нормы ток в обмотке *2* усиливается, в результате сердечник притягивает якорек, который замыкается с контактом *3*. Этим самым закорачивается на «массу» (т. е. перестает действовать) дополнительное сопротивление *Т*, включенное в цепь возбуждения динамомашины. Благодаря этому сила зарядного тока аккумуляторной батареи будет неизменной за счет увеличения тока возбуждения

динамомашины. При резком уменьшении или выключении нагрузки сила тока в обмотке *2* уменьшается, контакты *3* размыкаются, в цепь обмотки возбуждения динамомашины опять

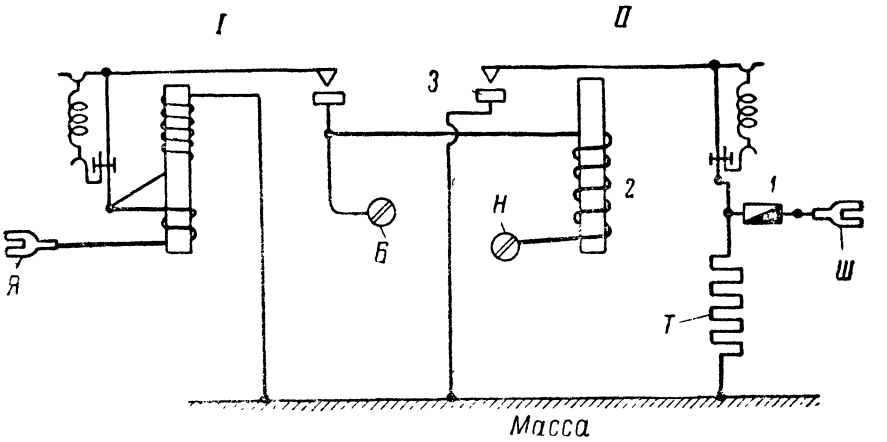


Рис. 16. Схема реле РЗ-69:
I—реле обратного тока; *II*- реле заряда; *Б*—зажим для соединения с аккумуляторной батареей; *Н*—зажим для соединения с сетью (нагрузкой); *Ш*—зажим для соединения с обмоткой возбуждения динамомашины; *Т*—дополнительное сопротивление; *1*—плавкий предохранитель; *2*—обмотка реле заряда; *3*—контакты

включается дополнительное сопротивление *Т*. Вследствие этого уменьшается отдаваемый динамомашиной ток и аккумуляторная батарея предохраняется от чрезмерно сильного зарядного тока.

РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОР РРА-44

Поскольку наиболее подходящей для нашей ветроэлектростанции по своей мощности является динамо ГА-27, работающая с отдельным от нее реле-регулятором РРА-44, коснемся более подробно устройства этого автомата (рис. 17). В других автомобильных генераторах малой мощности реле и регуляторы не отделены от динамомашины и смонтированы непосредственно на ее корпусе снаружи. В данной же системе (ГА-27) реле-регуляторы смонтированы в отдельном от динамо корпусе, закрытом крышкой.

Если снять крышку с корпуса и посмотреть на автомат со стороны его зажимов, то справа будет видно уже знакомое нам реле *Р* обратного тока (рис. 17), а слева — регулятор *П* напряжения. Принципиальная схема этого реле изображена

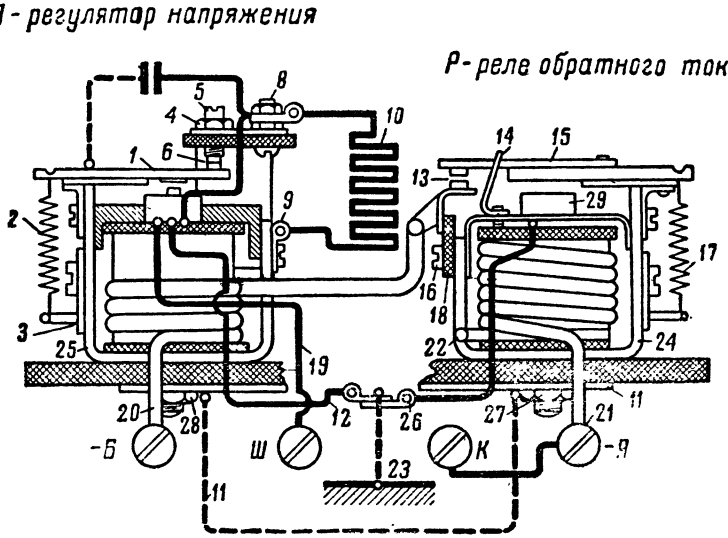


Рис. 17. Монтажная схема реле-регулятора РРА-44:

1—якорек сердечника регулятора напряжения; *2*—спиральная пружина; *3*—стойка пружины, прикрепленная к планке, перестаьляемой вручную при регулировании натяжения пружины (с помощью установочного винта); *4*—контргайка для крепления винта *5* неподвижного контакта на определенной высоте над подвижным контактом *6* якорька *1*; *7*—конденсатор, уменьшающий искрение при размыкании контактов *5—6*; *8*—винт для зажима наконечника провода, идущего от добавочного сопротивления *10*, другой конец которого заканчивается наконечником *9*; *11*—медная шина, соединяющая между собой оба сердечника регулятора *П* и реле *Р*; *12*—вывод концов намагничивающей и ускоряющей обмоток регулятора *П* на „массу"; *13*—контакты реле *Р*; *14*—медная упорная рамка на сердечнике реле *Р*; *15*—якорек; *16*—винт для крепления контакта *13* на планке *18*, *17*—спиральная пружина; *19*—канатик, соединяющий выравнивающую обмотку регулятора *П* с зажимом *Ш*; *20*—толстый провод сериесной обмотки регулятора *П*; *21*—вывод обмотки реле *Р*; *22*—ярмо реле *Р*; *23*—„масса"; *24*—ярмо реле *Р*; *25*—ярмо регулятора *П*; *26*—наконечник канатика от реле *Р*; *27* и *28*—гайки на нижних концах сердечников регулятора *П* и реле *Р*; *29*—сердечник реле *Р*; *Б, К, Ш, Я*—зажимы, назначение которых приведено в подписи к рис. 18

на рис. 18, в правой части которого показано реле обратного тока (обозначено буквой *Р*). Спиральная пружина *О* служит для размыкания контактов *Г*. Натяжение этой пружины регулируется вращением специального винта.

Регулятор напряжения *П* (левая половина рис. 18) служит для поддержания напряжения динамомашины в преде-

лах нормального значения, независимо от числа оборотов ее якоря или от изменения величины нагрузки. Это достигается за счет изменения силы тока в обмотке возбуждения динамомашины. Необходимо, чтобы при увеличении числа оборо-

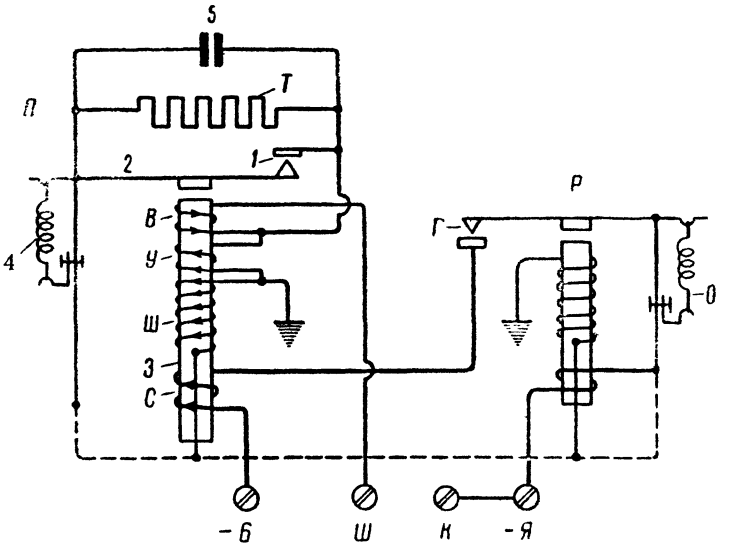


Рис. 18. Схема соединений реле-регулятора РРА-27:

П—регулятор напряжения; *Р* - реле обратного тока; *1*—контакты регулятора *П*; *2*—якорек сердечника; *3*—сердечник; *4*—спиральная пружина якорька регулятора *П*; *5*—конденсатор; *В*—выравнивающая обмотка; *С*—сериесная обмотка; *Ш*—шунтовая обмотка; *О*—спиральная пружина якорька реле *Р*; *Т*—дополнительное сопротивление величиной 85 *ом*; *Б*—зажим для соединения с минусовым проводом аккумуляторной батареи; *К*—зажим для соединения с обмоткой возбуждения динамомашины; *Я*—зажим для соединения с изолированной отрицательной щеткой коллектора

тоь (и при уменьшении нагрузки) сила тока в обмотке возбуждения уменьшалась, а при снижении числа оборотов (или росте нагрузки)—сила тока возбуждения возрастала. Такое изменение силы тока возбуждения регулятор *П* выполняет автоматически периодическим размыканием контактов *1*, в результате чего происходит включение в цепь обмотки возбуждения дополнительного сопротивления *Т*. Якорек *2*, на котором установлен подвижной конец контакта *1*, имеет спиральную пружину *4*, которая всегда стремится держать контакты *1* замкнутыми. При прохождении тока в обмотках регулятора *П* сердечник *3* электромагнита намагничивается. Сила его магнитного притяжения направлена против действия силы пружины *4* и всегда стремится притянуть якорек

2 к сердечнику *3*, т. е. разомкнуть контакты *1* регулятора. Натяжение пружины *4* регулируется вручную при помощи установочного винта с таким расчетом, чтобы при достижении напряжения на зажимах динамомашины 15—16 *в* сила магнитного притяжения сердечника *3* преодолевала силу пружины *4* и размыкала контакты *1*. Конденсатор *5*, включенный параллельно контактам *1*, служит для уменьшения искрения этих контактов при размыкании.

На сердечнике *3* намотаны четыре следующие обмотки: шунтовая или намагничивающая *Ш*, ускоряющая *У*, выравнивающая *В* и сериесная *С* (рис. 18).

Шунтовая обмотка *Ш* включена параллельно щеткам динамомашины. Она всегда находится под полным напряжением генератора и намагничивает сердечник *3* соответственно этому напряжению. Назначение этой обмотки — автоматически ограничивать напряжение динамомашины введением добавочного сопротивления *Т* в цепь обмотки возбуждения, когда напряжение динамо переходит за пределы допустимого. Частота размыканий и повторных замыканий контактов *1* сравнительно высока и поэтому якорек *2* испытывает сильное вибрирование. Однако частота этих колебаний при одной лишь обмотке *Ш* все же недостаточна, и для ее повышения применяется вторая — ускоряющая обмотка *У*. Она включена параллельно с обмоткой возбуждения динамомашины и питается током через обмотку *В*. Ее назначение — повышать частоту колебаний якорька *2* до 100—150 в секунду. При замкнутых контактах *1* обмотка *У* подмагничивает сердечник, действуя в этот момент согласованно с основной обмоткой *Ш*. Когда контакты *1* размыкаются, то в цепи обмотки возбуждения образуется ток самоиндукции того же направления, как и основной ток в этой цепи. При этом часть тока самоиндукции (так называемый «экстраток») проходит через витки обмотки *У* в обратном направлении и размагничивает сердечник *3*. Благодаря этому ускоряется замыкание контактов *1* и частота колебаний якорька *2* сильно возрастает.

С возрастанием числа оборотов динамомашины время замкнутого состояния контактов *1* сокращается. Это значит, что уменьшается подмагничивающее действие обмотки *У* на сердечник *3*, что и способствует повышению напряжения. Чтобы избегнуть такого повышения, введена третья обмотка *В*, выравнивающая напряжение.

Выравнивающая обмотка *В* включена последовательно с обмоткой возбуждения динамо. Она действует всегда навстречу шунтовой обмотке *Ш*, т. е. размагничивает сердечник *3*.

Назначение обмотки *В* заключается в том, чтобы поддерживать постоянным среднее значение напряжения на зажимах динамо или, как говорят, «выравнивать» его.

При отсутствии обмотки *В* напряжение динамомашины с увеличением числа ее оборотов возрастало бы на 1,5 — 2 *в*. Поскольку, однако, через обмотку *В* всегда протекает ток возбуждения, уменьшающийся по мере увеличения числа оборотов, то размагничивающее действие этой обмотки будет наибольшим при малых оборотах и оно будет ослабевать по мере увеличения числа оборотов. Поэтому, чем больше растет число оборотов динамо, тем меньше размагничивается сердечник *3* от воздействия обмотки *В*. Поскольку обмотка *У* повышает напряжение динамо при высоком числе оборотов, а обмотка *В* — при низком числе оборотов, то при их совместном действии напряжение динамо выравнивается, т. е. остается неизменным даже при значительных колебаниях числа оборотов ветроколеса.

Четвертая — сериесная или последовательная — обмотка *С* состоит из четырех витков толстого медного провода. Она действует лишь при замкнутых контактах *Г* реле *Р* и пропускает через себя весь рабочий ток динамомашины. Поскольку число витков обмотки *С* невелико, ее подмагничивающее действие на сердечник *3* становится заметным лишь в случае большого возрастания нагрузки динамомашины. Таким образом, обмотка *С*, способствуя размыканию контактов *I*, обеспечивает возможность снижать напряжение на зажимах динамомашины при ее перегрузке.

Динамомашина ГА-27 может одновременно питать до 20—21 автомобильных лампочек напряжением 4—6 *в* и потребляющих ток 1 *а* каждая. Надо лишь все лампочки разбить на группы (по 2—3 штуки) и в каждой группе соединить лампочки последовательно между собой. Все же группы включаются параллельно в цепь динамомашины. Такого количества лампочек будет вполне достаточно для освещения нескольких жилых изб или сельской школы и пр. Одновременно с этим можно будет производить и зарядку аккумуляторной батареи.

Для одновременного питания 20 указанных выше лампочек в течение 8 часов нужна аккумуляторная батарея емкостью 160 *а/ч* (ампер-часов). Она будет состоять из восьми параллельно включаемых групп емкостью каждая по 20 *а/ч*, или из четырех групп емкостью по 40 *а/ч*, или двух групп — по 80 *а/ч*. В каждой группе будут по 5 последовательно соединенных аккумуляторов. Общее нормальное напряжение каждой группы будет составлять 10 *в*, а в конце заряда повы-

шаться до 12,5 *в*. Такое именно напряжение дает динамомашина ГА-27.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ УСТАНОВКИ

Схема электрической части ветроэлектростанции показана на рис. 19. Осветительная сеть *Л* состоит из нескольких групп, последовательно включенных автомобильных лампочек (на-

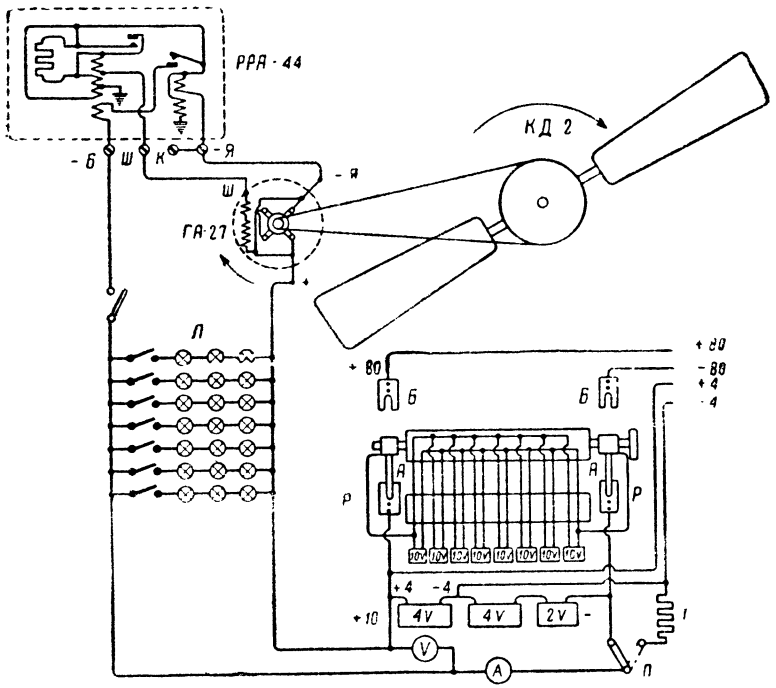


Рис 19. Схема соединений распределительного щита ветроэлектростанции КД-2 с генератором ГА-27 и реле-регулятором РРА-44

пример, 7 групп по 3 лампочки 4-вольтовых или 10 групп по 2 лампочки 6-вольтовых). Для того, чтобы от динамомашины ГА-27 с напряжением 12 *в* можно было не только питать осветительную сеть, но и заряжать батарею накала и анодную батарею радиоприемника, можно применить барабанный переключатель конструкции Я. М. Бабича (см. нижнюю часть рис. 19). Это приспособление дает возможность быстро переключать анодную батарею, разбитую на 8 отдельных групп

(по 5 элементов в каждой) либо на зарядку, соединяя все группы параллельно, либо на разряд. В последнем случае поворотом ручки переключателя все 8 групп соединяются последовательно между собой.

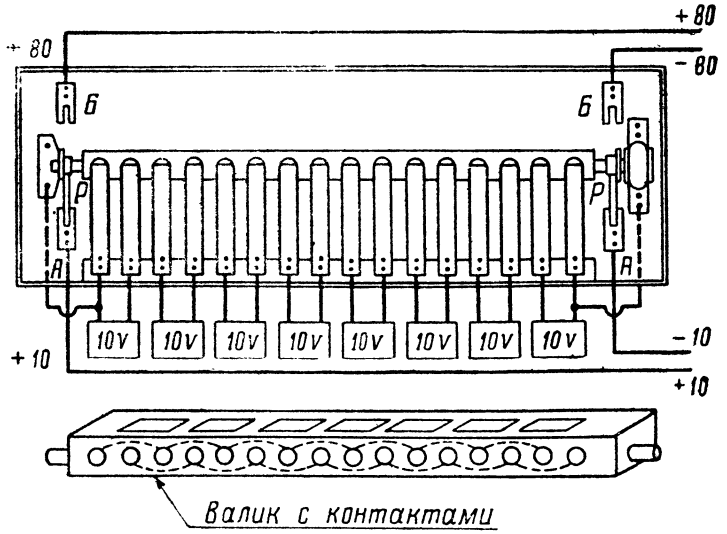


Рис. 20. Барабанный переключатель, установленный в положении на зарядку анодной батареи

Разделена анодная батарея на 8 групп с той целью, чтобы в каждой группе было одинаковое число элементов, дающих в общем напряжение 10 *в*.

Батарея накала включается на зарядку параллельно анодной батарее. В схеме применен добавочный переключатель *П*, позволяющий отдельно подзаряжать батарею накала (при установке переключателя *П* в правое положение, показанное пунктиром).

Барабанный переключатель (рис. 20) монтируется на подставке, сделанной из изолирующего материала и имеющей две металлические стойки с просверленными в них на высоте 30 *мм* сквозными отверстиями диаметром 5 *мм*. В эти отверстия входят латунные оси четырехгранного валика — барабана, сделанного из изоляционного материала. Длина валика 220 *мм*, поперечное сечение — 15 × 8 *мм*.

На расстоянии 20 *мм* от валика установлена планка из такого же изоляционного материала. На ней неподвижно укреп-

лены 16 латунных пластинок, свободные концы которых контактно соприкасаются с верхней стороной поворотного валика. По всей длине поворотного валика просверлены 16 сквозных отверстий диаметром 6 *мм*, в которые вставлены медные гильзы от патронов малокалиберной винтовки, или же короткие трубки, свернутые из тонкой латунной ленты.

Головки этих гильз служат контактами для латунных пластинок неподвижной изолированной планки. Выступающие с противоположной стороны валика концы гильз соединяют проводником между собой попарно (через одну гильзу), как показано пунктиром на рис. 20, внизу. Эти соединительные проводники необходимо надежно припаять к гильзам. Крайние контактные пластины переключателя отдельными проводниками соединены со стойками валика.

На другой стороне валика делают семь прямоугольных углублений размерами 6 × 22 × 0,5 *мм*, в которых монтируют семь коротких отрезков латунной ленты размером 5,5×21×1 *мм*. Каждый отрезок ленты прикрепляют к валику винтиком или

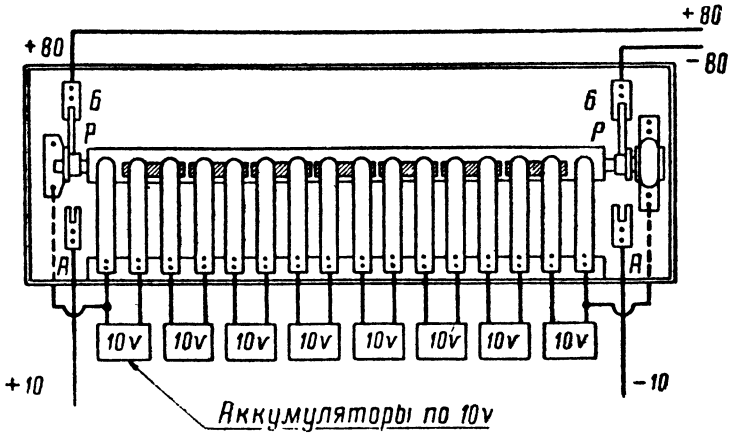


Рис. 21. Барабанный переключатель, установленный в положении питания радиоприемника током от аккумуляторных батарей

небольшим гвоздем так, чтобы латунь выступала из углубления на 0,5 *мм*.

К обоим концам оси валика припаивают под прямым углом два рычага *Р* длиной по 30 *мм* (рис. 20). При поворотах валика в одну сторону эти рычаги одним плечом будут соприкасаться с контактами *Б—Б*, а при повороте в обратную сторону другим плечом с контактами *А—А*. К этим контак-

там присоединяют провода от батареи накала (4 + 4 + 2 = = 10 *в*) и от распределительного щитка, причем один из этих проводов подводится через переключатель *П* (рис. 19).

При положении валика, показанном на рис. 21, все 8 групп аккумуляторов анодной батареи соединяются последовательно и одновременно с этим сама батарея подключается к разряд-

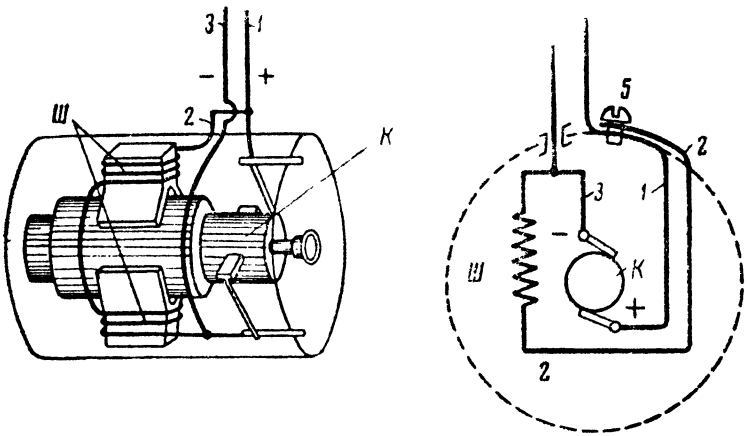


Рис. 22. Схема динамомашины типа ГБТ-4541:

К—коллектор со щетками; *Ш*— шунтовая обмотка магнитных полюсов; *1*—черный проводник, идущий от положительной щетки коллектора; *2*—красный проводник шунтовой обмотки; *3*—черный минусовый провод; *5*—шуруп, прикрепляющий проводники *1* и *2* к корпусу динамомашины, т. е. присоединяющий их на „массу"

ной цепи, т. е. к радиоприемнику. Если же повернуть валик переключателя в обратную сторону (рис. 20), то анодная батарея разбивается на 8 параллельных групп, подключающихся на зарядку от динамомашины параллельно основной накальной батарее.

Рассмотрим другой случай, когда имеется какая-нибудь другая менее мощная динамомашина, например, ГБТ-4541 (мощность 60—80 *вт*, напряжение 6—8 *в*, ток — 10 *а*, число оборотов 1 100—2 000 в минуту). Она может одновременно питать 10 автомобильных лампочек или заряжать батарею аккумуляторов напряжением 6 *в* емкостью 80—120 *а/ч*.

Схема динамомашины ГБТ-4541 показана на рис. 22. Из отверстий в корпусе этой динамомашины выходят три проводника: один красного цвета и два — черного. Черный более длинный проводник *3* присоединен (внутри динамома-

шины) к минусовой щетке, изолированной от корпуса. Внутри черный проводник имеет соединение с корпусом динамомашины. К проводнику *3* внутри корпуса динамомашины присоединен конец от шунтовой цепи возбуждения.

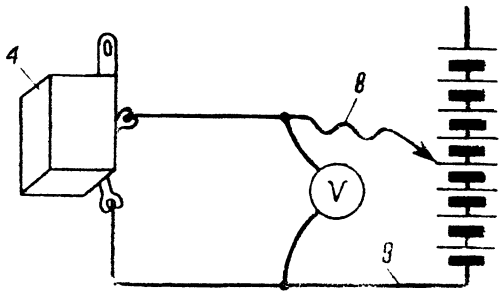


Рис. 23. Схема соединения контактов реле *4* с аккумуляторной батареей для проверки напряжения, при котором реле замкнется

Чтобы динамомашина давала ток нужного напряжения надо обеспечить поступление тока в шунтовую цепь. Для этой цели конец красного проводника *2* шунтовой обмотки (ротора) соединен со свободным концом черного провода идущего от коллекторной щетки. Так как красный проводник *2* не изолирован от корпуса, то можно его и проводник *1* присоединить шурупом *5* прямо к корпусу. Пунктирной окружностью на рис. 22 условно обозначен корпус динамомашины.

Черный проводник *1* и черный изолированный проводник идущие от динамо к распределительному щитку, присоединяют к реле типа ЦБ-4118 или реле типа А-10505 от автомашин ГАЗ-А и М-1 более ранних выпусков. При наличии реле неопределенного типа необходимо проверить, при каком напряжении оно дает замыкание, т. е. на какое напряжение оно отрегулировано. Для этого берут несколько последовательно соединенных аккумуляторных или гальванических элементов и поочередно подключают к реле *4* через провода *8* и *9* различное напряжение (рис. 23), наблюдая по вольтметру, при скольких вольтах реле *4* замкнется (включится). Правильно отрегулированное реле включается при напряжении около 7,2 *в*. В случае необходимости реле можно отрегулировать дополнительно, слегка подгибая медную упорную сердечнике реле.

Таковы краткие сведения об электрической части ветросиловой установки.
