

Самодельная

ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ



Б. КАЖИНСКИЙ, С. ПЕРЛИ

САМОДЕЛЬНАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1956

В этой брошюре подробно описаны способы изготовления самодельных ветродвигателей нескольких типов с диаметрами ветроколеса 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 м, мощностью от 50 до 1000 вт.

Полученная от подобных установок мощность (при условии укомплектования аккумуляторами) достаточна для точечного электроосвещения, зарядки аккумуляторов радиосвязи и т. д.

Брошюра рассчитана на широкий круг читателей, в особенности на молодежь, интересующуюся радиотехническими установками.

ВВЕДЕНИЕ

В сельских районах, где нет электростанций, радиоприемники обычно питают от сухих элементов и батарей. Такие элементы и батареи стоят дорого и нередко через 3—4 месяца работы выбывают из строя. Поэтому целесообразнее использовать маломощную ветроэлектростанцию с аккумуляторами, которую можно изготовить своими силами.

Например, с помощью наиболее простого ветродвигателя УД-1,6 можно приводить в движение генератор постоянного тока автотракторного типа. Такая ветроэлектростанция позволяет заряжать аккумуляторы для питания радиоприемника и к тому же освещать помещение одной — двумя электрическими лампочками автомобильного типа. Эта же самодельная ветроустановка может быть применена и для обслуживания электроэнергией физического кабинета сельской школы, а также всюду, где необходимо точечное освещение или, например, зарядка аккумуляторов автомашин.

Опыт показал, что даже в периоды самых слабых ветров — с июня по сентябрь — установка УД-1,6 может обеспечить работу одного и даже двух приемников типа БП-234 или «Родина» по 4—5 часов в сутки.

Чтобы сделать ветродвигатель УД-1,6, достаточно оборудовать простой колхозной кузницы и небольшой мастерской со сверлильным станком. Труднее всего сделать пружину, поэтому советуем использовать ее от старой сеялки или приобрести в магазине дверную пружину небольшого сечения.

Если придется изготавливать детали ветродвигателя из случайного материала или металлолома с отверстиями, то, чтобы установка не поломалась, отверстия эти не

должны находиться в сильно нагруженных местах конструкции.

В тех сельских районах, где имеются хорошо оборудованные МТС или МТМ, снабженные электросварочными аппаратами, части ветродвигателя УД-1,6 изготовить легко.

Чтобы сделать более мощный ветродвигатель, например для радиоузла или сельского клуба, нужна механическая мастерская. Для постройки ветродвигателя можно использовать детали от старых автомашины или трактора. Строителям, недостаточно знающим слесарные и электротехнические работы, следует обращаться за консультацией к специалистам МТС, шоферам и автомеханикам.

Ветродвигатель — это силовое устройство, подверженное стихийному воздействию ветра. Он должен быть прочным и безопасным для людей. Поэтому при постройке ветростанции обязательно следует соблюдать указанные в брошюре размеры деталей и, если изменять их, то только в сторону увеличения. Все указанные в брошюре детали и болты проверены расчетами на прочность, размеры их поставлены только после длительной проверки в эксплуатационных условиях на множестве построенных машин. Рекомендуется обязательно ставить боковую лопату, чтобы ветродвигатель во время бури сам уходил в защитное положение и не был разрушен. На ветродвигателях с диаметром ветроколеса более 2 м обязательно должен быть установлен механизм, ограничивающий обороты по одному из указанных в брошюре способов.

На обложке приведен общий вид самодельной ветростанции с двукрылым ветроколесом диаметром 2 м, работающей с 1946 года в с. Огульцы, Харьковской области, Вальковского района.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ВЕТЕР И ВЕТРОДВИГАТЕЛИ

Скорость ветра V измеряется длиной пути (в метрах), пройденного воздушным течением за секунду. Так, если пущенная по ветру пушинка пролетит за одну секунду 4,6 м, то пишут, что $V = 4,6$ м/сек.

В метеосводках скорость ветра обозначается в баллах. В зависимости от скорости ветра говорят о сильном, слабом, умеренном и т. д. ветре. Для приблизительного определения скорости ветра приводим табл. 1.

Таблица 1

Скорость ветра (м/сек)	Баллы	Характеристика ветра	Положение ветромерной доски (см. рис. 1) между штифтами дуги	Видимые признаки
От 0,5 до 1,7	1	Тихий	№ 1	Флаг свисает на штоке, не указывая направления ветра. Дым из трубы выходит спокойными волнами
От 1,8 до 3,3	2	Легкий	№ 1 — № 2	Флаг только развертывается. Дым выходит, клубясь и долго сохраняя форму клубов. Листья на ветвях деревьев слабо шелестят

Скорость ветра (м/сек)	Баллы	Характеристика ветра	Положение ветромерной доски (см. рис. 1) между штифтами дуги	Видимые признаки
От 3,4 до 5,2	3	Слабый	№ 2 — № 3	Флаг развевается. Пыль и мелкий песок на земле движутся. Дым как бы слизывается с верхушки трубы (при скорости более 4 м/сек). Листья и тонкие ветви на деревьях все время колыхаются
От 5,3 до 7,4	4	Умеренный	№ 3 — № 4	Сдуваемый с земли песок быстро движется. Гнутся тонкие ветви деревьев. Дым перемещивается в воздухе, теряя форму. Это лучший ветер для работы ветродвигателя
От 7,5 до 9,8	5	Свежий	№ 4 — № 5	Верхушки деревьев качаются из стороны в сторону. Двигается по земле крупный песок. На реке видны волны с гребешками. Ветро-двигатель показывает свою полную (расчетную) мощность. Обороты ветроколеса уже следует ограничивать
От 9,9 до 12,4	6	Сильный	№ 5 — № 6	Качаются толстые ветви и тонкие стволы деревьев. Гудят телефонные провода. Ветроколесо, складываясь, должно принимать защитное положение

Скорость ветра (м/сек)	Баллы	Характеристика ветра	Положение вееромерной доски (см. рис. 1) между штифтами дуги	Видимые признаки
От 12,5 до 15,2	7	Крепкий	№ 6	Ходить человеку против ветра трудно. Гнутся стволы толстых деревьев. Двигаются мелкие камешки по земле
От 15,3 до 18,2	8	Очень крепкий	№ 6 — № 7	Ветер ломает тонкие ветки на деревьях. Движение пешеходов невозможно. Ветродвижитель нужно остановить
От 18,3 до 21,5	9	Буря	№ 7	Ветер вырывает кирпич из труб, уносит мелкие незакрепленные предметы
От 21,6 до 25,1	10	Сильная буря	№ 7	Ветер вырывает деревья с корнями, причиняет зданиям мелкие повреждения
От 25,2 до 29,0	11	Шторм	№ 7 — № 8	Ветер срывает железные крыши зданий, причиняет зданиям большие разрушения, ломает деревья в лесу
Свыше 30	12	Ураган	№ 8	Ветер оказывает опустошительное действие. Отдельные порывы ветра достигают скорости 50—60 м/сек. Ураган бывает сравнительно редко, главным образом перед сильной грозой

Скорость ветра меняется очень часто. Так, при умеренном ветре она меняется чаще всего в пределах от 5,3 до 7,4 м/сек, но в отдельные секунды ветер совершенно затихает или его скорость достигает 8—10 м/сек.

Эти изменения скорости ветра, протекующие каждую секунду, до некоторой степени сглаживаются на работающем двигателе за счет запасенной в ветроколесе (как в маховике) энергии движения. Поэтому пользуются значениями средней скорости за минуту $V_{с. мин}$. Кроме того, для удобства подсчетов производительности ветроустановки пользуются значениями средней скорости за час $V_{с. час}$, за месяц $V_{с. мес}$, за год $V_{с. год}$ и т. д.

Среднегодовая скорость $V_{с. год}$ для данного места почти не меняется, но $V_{с. мес}$ — переменная величина. Так, если $V_{с. год} = 4,5$ м/сек, то наименьшая $V_{с. мес}$ может составить всего около 3 м/сек, а наибольшая — 5,5 м/сек.

Чтобы узнать распределение $V_{с. мес}$ для данной местности, нужно обратиться за справкой на ближайшую метеорологическую станцию. Те же сведения, но более грубые, например для города, ближайшего к данному району, можно получить из книг по ветродвигателям. Если ветродвигатель устанавливается среди домов в населенном пункте, долине или в лесистой местности, нужно вводить соответствующую поправку в сведения метеостанции, уменьшая иногда показанную в них скорость на 30—40%.

В табл. 2 приведено количество часов за месяц для района, когда дует ветер с той или иной среднечасовой скоростью $V_{с. час}$.

При составлении таблицы учтено, что скорость ветра меняется в ту или иную сторону на 0,5 м/сек. Например, если для района со среднемесячной скоростью ветра $V_{с. мес} = 2,5$ м/сек под среднечасовой скоростью $V_{с. час} = 4$ м/сек показана цифра 110, то это значит, что скорость ветра здесь меняется от 3,5 до 4,5 м/сек в течение 110 часов за месяц.

Скорость ветра определяется с помощью прибора — анемометра. Если такого прибора нет, можно изготовить самодельный — ветромерную доску Вильда (рис. 1).

На шпиге вертикального стержня 7, укрепленного неподвижно, насажена нижним концом вертикальная трубка 1 с укрепленным на ней флюгером 3, свободно вращающимся под действием ветра. Под флюгером на

Таблица 9

Среднемесячная скорость ветра в районе $V_{с. мес.}$ (м/сек)	Количество часов за месяц при среднечасовой скорости ветра $V_{с. час.}$ (м/сек.)				
	4 (3,5 ÷ 4,5)	5 (4,5 ÷ 5,5)	6 (5,5 ÷ 6,5)	7 (6,5 ÷ 7,5)	от 8 до 12 (от 7,5 до 12,5)
2,5	110	72	20	3	—
3,0	150	85	40	15	5
3,5	140	100	55	25	15
4,0	130	120	85	50	21
5,0	110	120	110	90	80

стержне 7 неподвижно укреплены стрелки—указатели направления ветра. Над флюгером к трубке 1 на горизонтальной оси 5 шарнирно прикреплена к рамке 4 ветромерная доска 6 размером 300×150 мм. Эта доска должна весить обязательно 200 г. От рамки 4 отходит назад прикрепленный к ней отрезок дуги (радиусом 160 мм) с восемью штифтами, из которых четыре — длинные (по 140 мм) и четыре — короткие (по 100 мм). Углы, под которыми они закреплены, составляют с вертикалью для штифта № 1 — 0° ; № 2 — 4° ; № 3 — $15,5^\circ$; № 4 — 31° ; № 5 — $45,5^\circ$; № 6 — 58° ; № 7 — 72° ; № 8 — $80,5^\circ$.

Скорость ветра узнают путем отсчета угла отклонения доски. Определив положение ветромерной доски между штифтами дуги, обращаются к табл. 1, где этому положению соответствует определенная скорость ветра.

Положение доски между штифтами даст лишь приблизительное представление о скорости ветра, тем более что сила ветра быстро и часто меняется. Доска никогда не остается долго в каком-нибудь одном положении, а постоянно колеблется в некоторых пределах. Наблюдая в

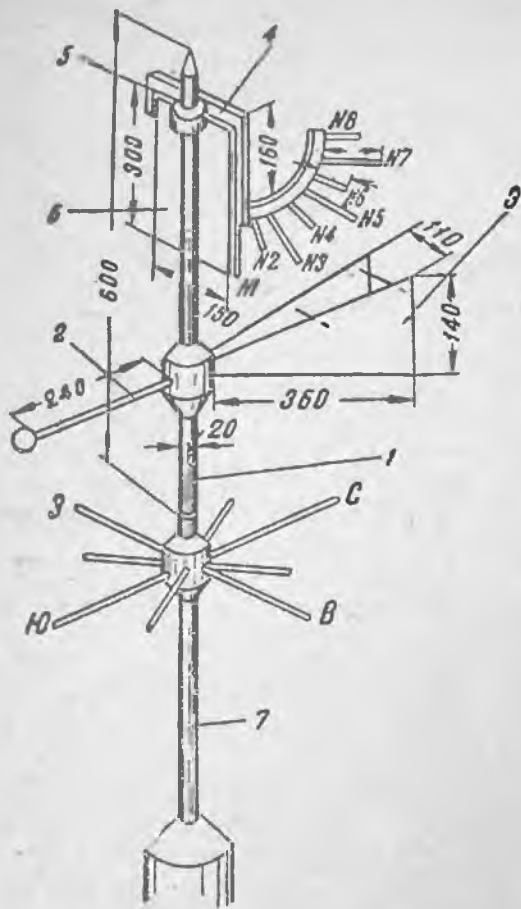


Рис. 1. Самодельная ветромерная доска-флюгер Вильда:

1 — вертикальная трубка (длиной 600 мм) с заваренным заостренным верхним концом, 2 — передний горизонтальный стержень флюгера с шариком-грузом противовеса, 3 — крыльчатка флюгера; 4 — верхняя рамка; 5 — горизонтальная ось шарнира доски; 6 — ветромерная доска (весом 200 г), 7 — нижний неподвижный вертикальный стержень с укрепленными на нем указателями стран света: С — север, Ю — юг, З — запад, В — восток, № 1 — № 8 — штифты — указатели скорости ветра

то при ветре 4 м/сек она уменьшится до 100 вт. Ветроподвигатели, рассчитанные на получение наибольшей мощности при $V = 8$ м/сек, начинают заряжать

течение 1—1,5 минуты за меняющимся наклоном этой доски, определяют ее средний наклон и только после этого судят о средней минутной скорости ветра. Для большой скорости ветра, превышающей 12—15 м/сек, показания этого прибора не точны, но рабочие скорости ветра (до 9 м/сек) он показывает правильно.

Флюгер следует устанавливать на расстоянии 3—5 диаметров от ветроколеса впереди его центра, считая от мачты ветроустановки.

Каждому строителю ветроустановки необходимо знать некоторые физические особенности использования энергии ветра.

Мощность ветрового потока пропорциональна скорости ветра в третьей степени. Так, если скорость ветра уменьшилась в два раза, например с 8 до 4 м/сек, то мощность ветродвигателя уменьшится в $2^3 = 8$ раз. Если мощность ветродвигателя при ветре 8 м/сек была 800 вт.

то при ветре 4 м/сек она уменьшится до 100 вт. Ветроподвигатели, рассчитанные на получение наибольшей мощности при $V = 8$ м/сек, начинают заряжать

аккумуляторы уже при скорости ветра около 4 м/сек.

Мощность ветроколеса пропорциональна площади круга, описанного крыльями. Поскольку площадь круга пропорциональна диаметру во второй степени, то с увеличением размаха крыльев (диаметра ветроколеса), например в два раза, мощность установки при той же скорости ветра возрастет в $2^2=4$ раза. Если при ветре 8 м/сек мощность ветроколеса диаметром 2 м равна 293 вт, то мощность ветроколеса диаметром 4 м будет в 4 раза больше, т. е. 1172 вт.

Мощность одной и той же установки при одной и той же скорости ветра может быть разная в зависимости от числа оборотов ветроколеса, меняющегося при уменьшении или увеличении нагрузки. На рис. 2 показан график мощности установки Д-1,6 м при скорости ветра 8 м/сек в зависимости от

числа оборотов ветроколеса. При отсутствии нагрузки двигатель разовьет 1100 об/мин (см. на рис. 2 точку а кривой 1 в правом углу графика). Если двигатель нагружать так, что число оборотов снизится до 820 в минуту, то мощность может достигнуть 0,3 л. с. или 220 вт (см. точку б на кривой 1). Если попробовать загрузить двигатель еще больше, то окажется, что обороты сразу уменьшаются и при нагрузке всего в 100 вт обороты упадут до 400 в минуту (см. точку в). Если оборотов нет, то мощность, конечно,

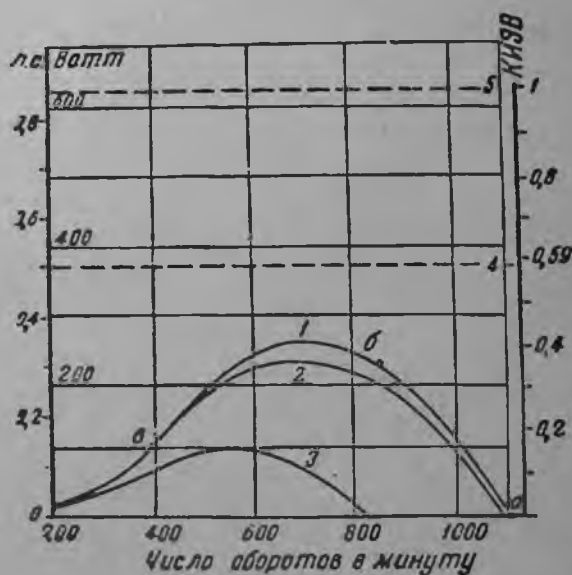


Рис. 2. График зависимости мощности ветродвигателя УД-1,6 от числа оборотов ветроколеса при одной и той же скорости ветра:

1 — кривая мощности ветроколеса с крыльями отличного изготовления; 2 — то же, но с крыльями хорошего изготовления; 3 — то же, но с крыльями плохого изготовления; 4 — линия предельного значения КПЭВ; 5 — линия общей мощности ветрового потока; а, б, в — точки на кривой 1, обозначающие мощность установки при разной нагрузке

получить невозможно. Поэтому необходимо всегда так подбирать нагрузку, чтобы обороты ветродвигателя были близки к наиболее выгодным при данной скорости ветра. Для подбора нагрузки следует избрать наиболее выгодное передаточное отношение от ветроколеса к генератору.

На графике горизонтальной линией 5 обозначена и принята за единицу та мощность, которую имеет ветровой поток, т. е. энергия ветра, а горизонтальной линией 4 указана наибольшая теоретически возможная для использования мощность, которая составляет 0,59 от мощности ветрового потока.

Отношение полученной мощности на кривой 1 к мощности на прямой 5 называется коэффициентом использования энергии ветра (условимся сокращенно обозначать буквами КИЭВ). Ветродвигатель дает наибольшее значение КИЭВ (до 40—42%) только при тщательном изготовлении крыльев, с точным соблюдением профиля и углов установка. Кривая 2 показывает мощность обычного двигателя с хорошо изготовленным ветроколесом, наибольшее значение КИЭВ которого составляет до 30—35%. Кривая 3 показана для того же диаметра ветроколеса, что и кривая 1, но углы наклона профиля крыла ветроколеса (по кривой 3) в точности не выдержаны, само крыло имеет шероховатую поверхность, вмятины и выступы. Поэтому оборотов у него меньше и мощность значительно ниже, составляет всего 15 и менее процентов от энергии ветра.

Чтобы лучше использовать энергию ветра и получить более быстроходное ветроколесо, последнее должно иметь крылья с тщательно выполненным авиационным профилем, установленным под возможно меньшим углом наклона к плоскости вращения. Быстроходное ветроколесо легче создать с небольшим числом крыльев (2—3).

Мощность ветроколеса (при одинаковом диаметре сравниваемых ветроколес) не зависит от числа крыльев.

При одном и том же диаметре нескольких ветроколес с разным числом крыльев одинаковой ширины (у всех ветроколес) ветроколесо тем быстроходнее, чем меньше у него крыльев и чем меньше углы наклона крыльев к плоскости вращения ветроколеса. Однако чем более быстроходным должно быть ветроколесо, тем более правильно надо выполнить профиль крыла.

Таблица 3

Диаметр ветроколеса (м)	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Число оборотов в минуту (при ветре 7—8 м/сек)	670	450	360	300	225	180
Мощность (при ветре 7—8 м/сек) (ватт)	65—80	100—130	200	300	500	1000
Среднемесячная скорость ветра $V_{с.мес.}$	Полезная отдача ветроэлектростанции (киловатт-часов в месяц)					
2,0	0,8	1,0	2,0	3,0	6,0	10,0
2,5	1,6	2,0	4,0	6,0	12,0	21,0
3,0	3,5	4,5	9,0	14,0	28,0	50,0
3,5	5,5	7,0	12,0	18,0	36,0	62,0
4,0	8,0	10,0	15,0	22,0	44,0	77,0

В табл. 3 указаны мощность, наимыгоднейшее число оборотов и полезная отдача за месяц (т. е. месячная производительность) двукрылых ветроколес различного диаметра. Таблица эта построена с таким расчетом, что для самодельного ветроколеса при среднем качестве изготовления КИЭВ в лучшем случае равен 0,33.

При падении нагрузки генератора его мощность понижается. Это видно из следующего сопоставления.

Наибольшая мощность на валу ветроколеса (вт)	100	300	1000
Мощность генератора в процентах от мощности ветроколеса при полной нагрузке генератора (%)	40	50	70
При падении нагрузки на генератор до $\frac{1}{3}$ от полной мощности его упадет до	20%	35%	40%

Если между генератором и ветроколесом имеется еще передача, то отдаваемая мощность будет меньше показанной на 5—10%, на каждую пару зубчатых колес (или шкивов ременной передачи).

От аккумуляторов можно получать не более 60% той энергии, которая в них вложена. Поэтому диаметр (и мощность) ветроколеса нужно выбирать с запасом, как это и сделано в табл. 3. В ней учтены коэффициенты полезного действия генератора, передача и т. д.

Зная расход энергии за месяц на радиоприемнике (или радиоузле) и среднемесячную скорость ветра (наименьшую в году), путем сопоставления данных табл. 3 можно выбрать подходящий диаметр ветроколеса.

ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ

При постройке самодельной ветроэлектростанции обычно применяют генератор от утильной автомашины или трактора. В табл. 4 приведены основные технические данные подобных генераторов.

Число оборотов генератора в момент, когда начинают заряжаться аккумуляторы, составляет всего 60% от числа оборотов, при котором генератор отдаст электроэнергию на свою полную мощность. Это позволяет начинать зарядку при меньшей скорости ветра, чем та, при которой ветродвигатель развивает свою полную мощность.

Сравнив число оборотов по данным табл. 3 и 4, увидим, что почти всегда приходится вводить передачу от ветроколеса к генератору. Это намного затрудняет изготовление ветроэлектростанции.

На корпусе генератора выбиты цифры с таким расположением: « $\frac{220}{12}$ 1450» (иногда впереди имеются еще буквы или цифры, обозначающие тип генератора). Последняя цифра 1450 — число оборотов в минуту, при котором достигается мощность 220 вт при напряжении в 12 в. Отсюда можем подсчитать, что этот генератор начнет заряжать 12-вольтовые аккумуляторы примерно при 60% от полного числа оборотов:

$1450 \times 0,6 = 870$, т. е. почти 900 об/мин.

Нередко приходится пользоваться старыми генераторами, на кожухе которых нет цифр, указывающих их мощность, напряжение и число оборотов.

Эти показания можно определить путем испытания генератора. Сначала надо снять характеристику холостого

хода. Для этого генератор присоединяют к шпинделю токарного станка, которым вращают вал генератора. Обмотка возбуждения 1 (рис. 3, А) должна быть подсоединена к щетке 2, а к проводам — только вольтметр. Ведется испытание и строится график изменения напряжения в зависимости от изменений числа оборотов генератора. Меняя соотношение передачи к шпинделю, получают разное число оборотов генератора.

Такие испытания следует проводить с участием техника или инженера-электрика.

Очень важно получить точку, обозначенную на графике буквой а (рис. 3, В). Эта точка определит начало устойчивого режима работы генератора, когда к нему можно подключить аккумуляторы на зарядку. Число оборотов генератора (при работе с аккумуляторами) в этот момент под-

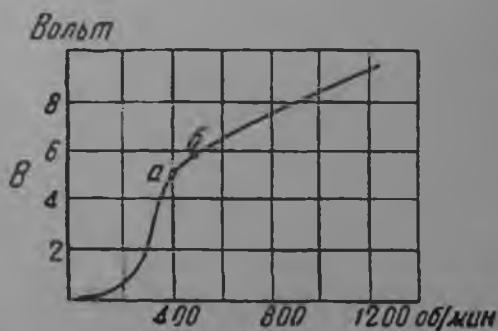
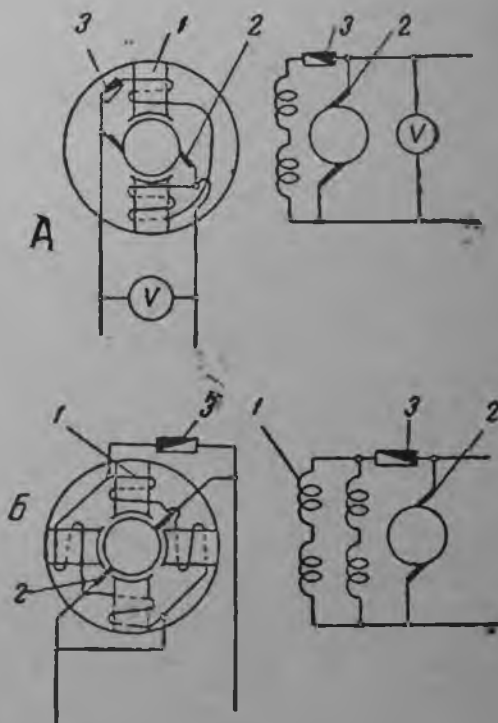


Рис 3 Схемы соединений А и Б для снятия характеристики холостого хода генератора и график В зависимости его напряжения от числа оборотов:

1 — обмотка возбуждения; 2 — щетка, 3 — предохранитель; а, б — точки на кривой характеристики генератора

Показатели	Генераторы автомобильные			
	ГБФ-4600	ГБФ-4501	ГМ-71	Г-28
Марка генератора				
Установлен на машине	ЗИС-5 ЯГ-6 ЯС-3	ГАЗ-А ГАЗ-АА ГАЗ-ММ	ГАЗ-М1 ГАЗ-М415 ГАЗ-67	„Москвич“
Мощность (ватт)	80	80	100	100
Номинальное напряжение (вольт)	6	6	6	6
Наибольшая сила тока нагрузки (ампер)	11	10	14	17
Направление вращения	Правое	Правое	Правое	Правое
Сила тока генератора при работе электродвигателем (ампер)	7	7	7	6,5
Число оборотов, при котором может быть отдана полная мощность (в нагретом состоянии) (об/мин)	1900	1900	2200	3300
Число оборотов, при котором начинается зарядка аккумуляторов (об/мин)	1200	1200	1400	2000
Вес генератора (кг)	8,5	7,3	7,4	6,0

Генераторы тракторные

Г-066	ГБТ-4541 ГБТ-4692 Г-45	ГАУ-4101 ГАУ-4684	Г-20	Г-15	ГА-4630	ГА-150
С-80	СХТЗ-НАТИ СХТЗ КД-35;У-1 У-2	С-60 С-65 СГ-65			СТЗ-ХТЗ	
250	65	100	220	150	250	500
12	6	6	12	12	12	12
20	10	10	18	13	20	25
Левое	Левое	4101— прав- вое 4684—левое	Правое	Правое	Правое	Правое
7	6,5	5,7	7	5	10	15
950	1150	800	900	1200	1300	2600
550	650	450	550	800	800	1500
22,3	7,5	10,5	12,5	14	22	25

бирают с некоторым запасом (в 10—15%). Например, по рис. 3, В можно выбрать число оборотов в минуту от 500 до 600, чтобы подсоединить к генератору 6-вольтовые аккумуляторы (точка б).

Мощность генератора определить труднее, чем число оборотов, так как для этого ему необходимо дать нагрузку в течение трех часов и следить, чтобы обмотка не нагрелась более чем на 70° . Если обмотка не нагрелась до этой температуры, то можно увеличить нагрузку и продолжить опробование еще в течение трех часов.

Мощность генератора определяется и другим способом. К генератору присоединяют аккумуляторы с напряжением на 50% больше, чем напряжение в точке б; например, вместо 6-вольтовых аккумуляторов берут 9-вольтовые и замеряют при этом силу тока. Произведение силы тока на напряжение даст мощность (в ваттах), нужную для вращения генератора. Маломощный генератор при вращении с полными оборотами теряет половину энергии от полезно отдаваемой мощности. Поэтому, если при испытании от 9-вольтовых аккумуляторов необходимая для вращения генератора сила тока равна, например, $8,5 \text{ а}$, то значит, что потери равны $9 \times 8,5 = 76,5 \text{ вт}$, а полезно отдаваемая мощность будет около 150 вт .

Мощность генератора можно также проверить, прижимая его шкивок к вращаемому от руки заднему колесу велосипеда. Это применимо лишь для очень маломощного генератора ($60—100 \text{ вт}$), но его очень трудно вращать одному человеку длительное время, даже вхолостую.

Чтобы избавиться от необходимости изготовлять передачу к генератору, ветроколесо можно насаживать непосредственно на вал генератора, но для этого нужно снизить число оборотов и мощность генератора. Существует несколько способов: например, можно 12-вольтовый генератор заставить работать в качестве 6-вольтового. Это снизит число его оборотов. Если генератор марки Г-15 мощностью 150 вт , напряжением 12 в при 1200 об/мин заряжает 6-вольтовые аккумуляторы, то при этом напряжении мощность его снизится до $75—80 \text{ вт}$ и число оборотов упадет до 600 в минуту. Начнет он заряжать эти аккумуляторы только при $600 \times 0,65 = 400 \text{ об/мин}$. Следовательно, на вал этого генератора можно надеть ветро-

колесо диаметром 1,6 м. Но для постоянной работы с таким ветроколесом в генераторе следует сделать три изменения:

1. Разделить пополам катушки возбуждения и обе половины соединить между собой параллельно, как показано на рис. 3,Б для 4-полюсного генератора. Это даст магнитам полное питание при пониженном напряжении.

2. Ослабить в 2—3 раза силу нажима щеток на коллектор, которая у генераторов транспортных машин повышена для сохранения контакта щеток с коллектором при толчках. Ветродвигатели таких толчков в работе не испытывают, и поэтому не нужно преувеличенной силы нажима для надежности контакта щеток. Снизив силу нажима щеток в 2—3 раза, мы во столько же раз облегчим пуск ветродвигателя.

3. Перемотать обмотку якоря генератора, наложив большее число витков, чем было, и проводами меньшего сечения. Перемотку якоря необходимо делать под руководством специалиста техника-электрика или инженера, который сможет выполнить необходимые для этого расчеты.

Попадаются также стартерные электромашины, отличительным признаком которых является обмотка катушки возбуждения и якоря, сделанная из очень толстых проводов или медных полос. Чтобы воспользоваться стартерной электромашиной для зарядки аккумуляторов, ее нужно переделать, т. е. перемотать якорь и катушку возбуждения тонким проводом.

У нормальных генераторов полюсы и якорь обмотаны проволокой диаметром от 1 до 2 мм.

ПРОСТЕЙШАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ УД-1,6

Всякая ветроэлектростанция состоит из трех основных частей: ветродвигателя (ветроколеса с хвостом и боковой лопатой), генератора и опоры (мачты).

Общий вид ветродвигателя УД-1,6 приведен на рис. 4. На рис. 5 показана головка ветродвигателя со всеми деталями. Двукрылое деревянное ветроколесо 1 насажено непосредственно на вал генератора 6.

Генератор привинчивается болтами к двум накладкам 10 и 11, соединенным между собой Z-образной стой-

кой 12. Образованная ими рамка может легко поворачиваться на вертикальной трубе 44, для чего в нижней накладке 11 имеется вырез, соответствующий наружному диаметру трубы, а на стойке 12 сделан соответствующий упор.

По ветру двигатель устанавливается при помощи хвоста, имеющего стержень 17 с оперением 21 (рис. 4).

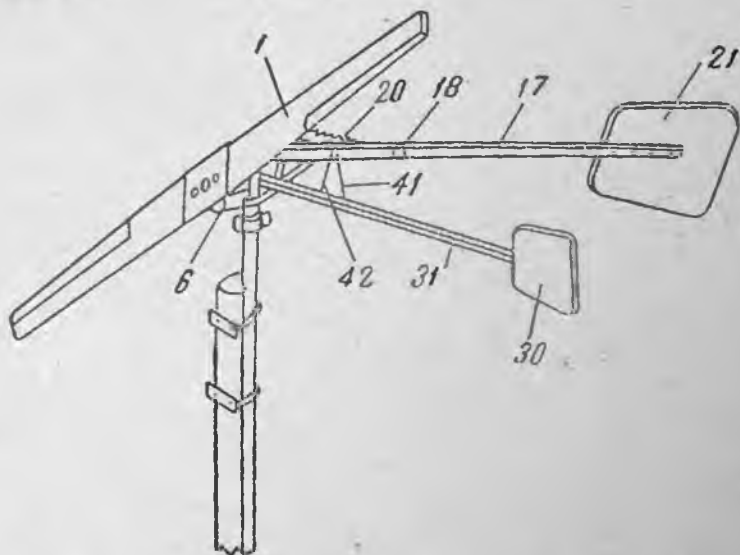


Рис. 4. Общий вид ветродвигателя УД-1,6:
 1 — деревянные крылья; 6 — генератор, 17 — стержень хвоста; 18 — скоба на стержне хвоста; 20 — пружина, 21 — оперение хвоста; 30 — оперение лопасти; 31 — стержень лопасти; 41 — тяга-ограничитель; 42 — тяга останова

Между скобой 18 на хвосте и выступающим сбоку кронштейном 32 натянута пружина 20.

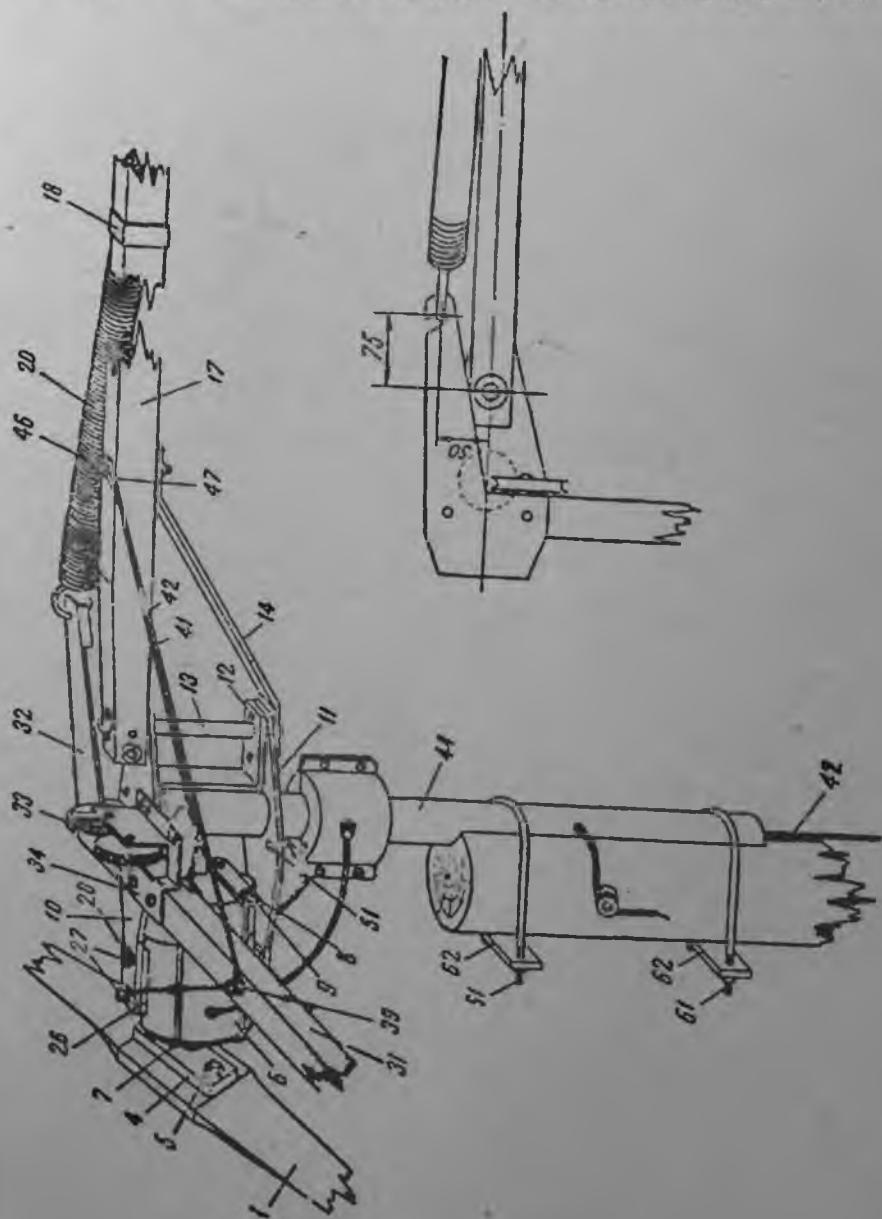
Боковая лопасть 31 с оперением 30 при очень сильном ветре выводит ветроколесо из рабочего положения в холостое и останавливает его при шторме, защищая таким образом ветроэлектростанцию от аварии. При этом пружина 20 растягивается. Когда ветер слабеет, то пружина 20, сжимаясь, ставит ветроколесо опять в рабочее положение.

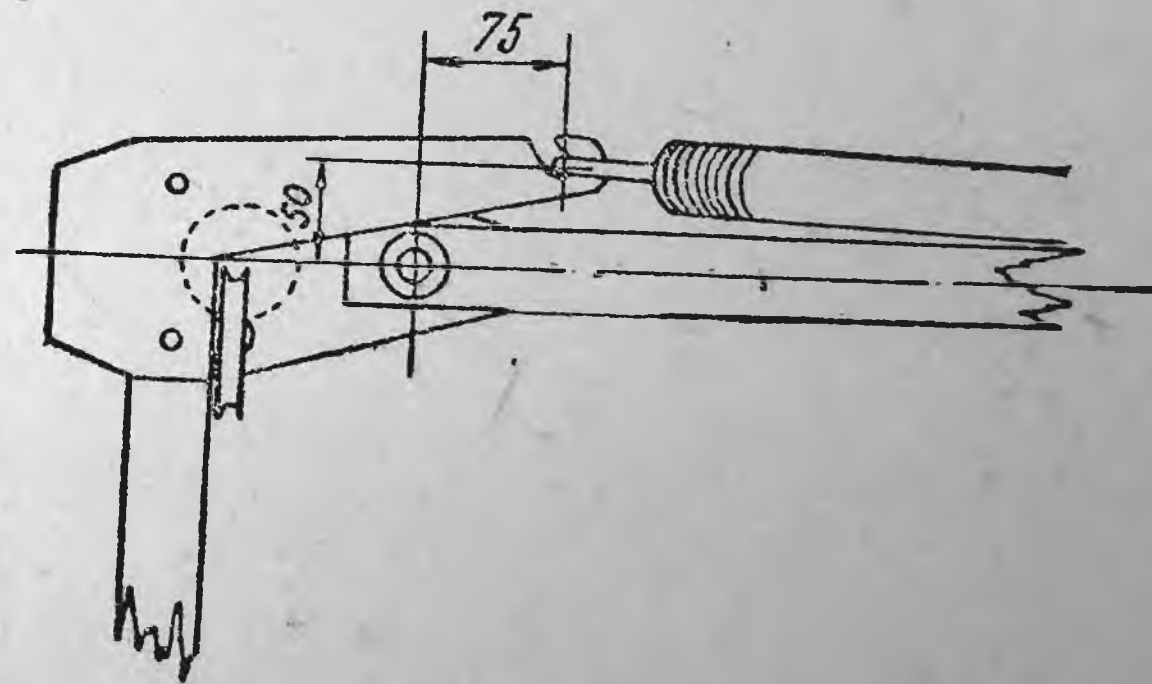
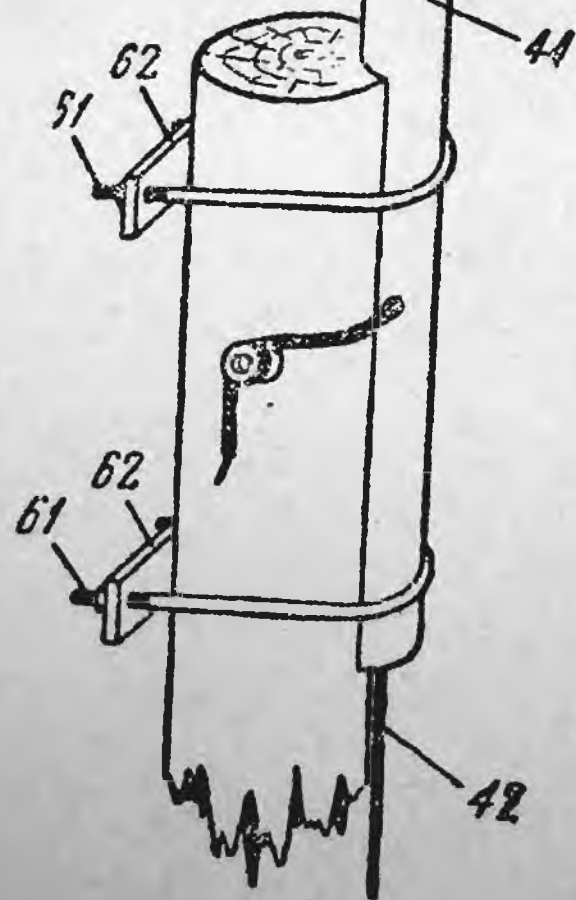
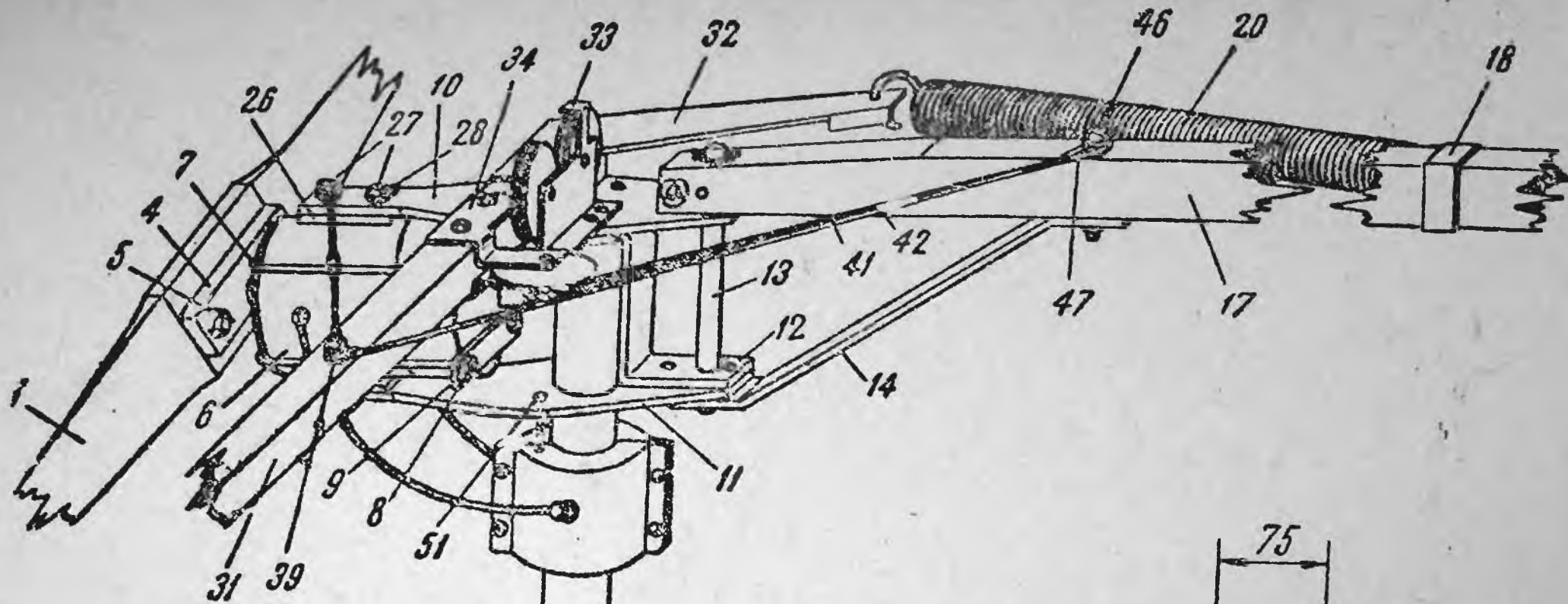
На рис. 6 приведена схема действия боковой лопасти и хвоста. Стрелками показано направление ветра и его относительная скорость (чем длиннее стрелка, тем больше скорость ветра).

Ветродвигатель при скорости ветра не более 8 м/сек (рис. 6, А) находится в рабочем положении, т. е. в плоскости, перпендикулярной к направлению ветра. Боковая

Рис. 5. Головка ветродвигателя УД-1.6:

1 — деревянное встроко-десо; 4 — ступица ветроколеса; 5 — болты с гайками; 6 — генератор; 7 — хомут стяжки генератора; 8 — гайки; 9 — планка к деталям 7; 10 — верхняя накладка генератора; 11 — нижняя накладка генератора; 12 — стойка; 13 — ось хвоста; 14 — подкос хвоста; 17 — стержень хвоста; 18 — скоба на стержне хвоста; 20 — пружина; 26 — подкладка под детали 10 и 11; 27 — болты; 28 — фигурная скобка; 31 — стержень лопаты; 32 — кронштейн хвоста; 33 — ролик на щеке-держателе; 34 — верхний кронштейн ролика 36; 39 — болт с гайкой; 41 — тяга-ограничитель; 42 — тяга останова; 44 — труба; 46 — болт с гайкой; 47 — кольцо; 51 — водилка кожуха; 61 — хомут для трубы 44; 62 — планка детали 51





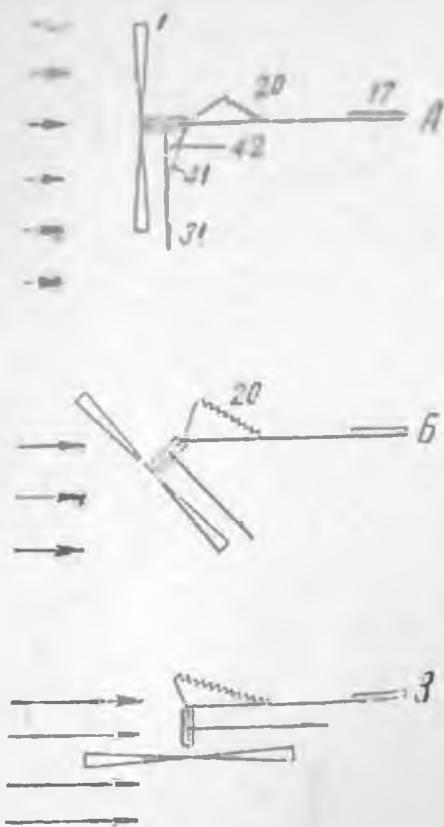


Рис. 6. Схема защиты ветроколеса от разноса при шторме (ветроколесо и механизмы защиты показаны в плане):

А — нормальное расположение ветроколеса 1 при ветре до 8 м/сек; 17 — стержень хвоста; 20 — пружина; 31 — боковая лопасть; 41 — тяга-ограничитель; 42 — тяга останова. Б — полусложенное положение ветроколеса 1 при ветре до 12 м/сек; Б' — ветроколесо полностью сложено при штормовом ветре

лопата 31 при этом перпендикулярна и к направлению ветра, и к стоящему по ветру хвосту 17, так как давление ветра на лопасть недостаточно, чтобы она могла растянуть пружину 20.

Если ветер усиливается (рис. 6,Б), то его давление на лопасть увеличивается и пружина 20 растягивается. Ветроколесо (вместе с головкой) поворачивается под некоторым углом к направлению ветра. В результате этого давление ветра на крылья уменьшается и двигатель не развивает мощность и обороты больше предельной величины.

При дальнейшем усилении ветра и его давления на лопасть ветроколесо с головкой все более поворачивается и выходит из лобового положения в боковое. Во время сильной бури давление ветра на боковую лопасть станет настолько большим, что пружина 20 растянется полностью и ветроколесо с головкой перейдет в положение, показанное на рис. 6,Б'. В этом случае направление ветра совпадает с плоскостью вращения ветроколеса и оно перестает вращаться.

Давление ветра на крылья уменьшится в десятки раз по сравнению с положением на рис. 6,А и остановленный двигатель не будет разрушен.

С помощью гибкой тяги 41 (рис. 4) ветроколесо удерживается в рабочем положении (рис. 6,А) под углом 90° к стержню хвоста. Эта тяга не позволяет пружине

жине 20 слишком сильно перетянуть головку. Для того чтобы остановить двигатель вручную, сделана другая гибкая тяга 42 (см. рис. 5) в виде троса, перекинутого через ролик 33 в трубу 44 и спущенного вниз до земли. Натягивая этот трос, можно притянуть лопату к хвосту, и тогда ветроколесо перейдет в холостое положение (как при шторме) и остановится (рис. 6, В).

Это устройство, кроме прямого назначения — останавливать двигатель при шторме, имеет еще второе, не менее важное — защищать крылья от поломки под действием гироскопических сил.

Каждый знает, что раскрученный до больших оборотов волчок, иначе называемый гироскопом, стремится сохранить ось своего вращения в одном положении. Если же попытаться наклонить его ось, то возникает момент, стремящийся вернуть ось в прежнее положение. Поэтому волчок-гироскоп, вращаясь, не падает.

Вращающееся ветроколесо — это как бы огромный волчок, стремящийся не менять плоскость своего вращения. Если под действием ветра на хвост головка с ветроколесом поворачивается, то вал двигателя, опорный столб и крылья выдерживают большую дополнительную нагрузку. На крыльях эта нагрузка даже превосходит нагрузку на них от давления ветра.

Чем быстрее вращается ветроколесо и чем быстрее поворачивается головка по ветру, тем больше растет нагрузка и увеличиваются усилия, ломающие крыло, вал и т. д. Поэтому нужно ограничить как число оборотов ветроколеса, так и скорость поворота головки по ветру. Чтобы ограничить число оборотов, применяют специальные ограничители-регуляторы оборотов, устраиваемые на концах крыльев (описание их приведено ниже). А для уменьшения скорости поворота головки служит устройство, состоящее из хвоста на шарнире и боковой лопаты. Во время бури ветер, меняя свое направление, может очень быстро, за десятые доли секунды, повернуть головку с ветроколесом на 90° вокруг вертикальной оси. Но этого не происходит только благодаря своевременному действию боковой лопаты и хвоста: ветроколесо останавливается и тем самым защищается от поломок.

Ветроколесо, работая при сильном ветре от 8 до 12—15 м/сек, защищается от быстрого поворота и, следовательно, от поломок тем же устройством боковой ло-

паты и шарнирно укрепленного хвоста. Благодаря этому устройству ветроколесо при сильном ветре находится в полурбочем положении (рис. 6,Б). Если ветер быстро на 45° изменит свое направление, то так же быстро повернется и хвост, но головка с боковой лопастью и ветроколесом, как показали испытания, повернется раза в три медленнее. Поэтому во столько же раз уменьшится нагрузка от гироскопических усилий, действующих на крылья и головку ветродвигателя, и поломок уже не может быть.

Некоторые радиолюбители строят ветроустановки без боковой лопасти, но с хвостом, жестко прикрепленным к головке. Практика показала, что значительное число таких установок, даже снабженных ограничителями оборотов, во время сильного ветра выходит из строя: ломаются валы, на которых насажены ветроколеса.

Поэтому рекомендуется применять хвост, прикрепленный шарнирно, и боковую лопасть.

Под головкой двигателя находится токоприемник, обеспечивающий прохождение тока от генератора к нижнему щитку ветростанции. При всех поворотах головки по ветру провода не закручиваются.

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА

Для работы от ветродвигателя УД-1,6 наиболее пригодны тихоходные генераторы ГАУ-4101 и ГАУ-4684, которые позволяют осуществлять их привод от ветроколеса, надетого непосредственно на вал генератора.

Для быстроходных генераторов требуется специальная передача от ветроколеса (которую на местах часто трудно изготовить). В связи с этим такая ветроустановка вырабатывает энергии в 5 раз меньше по сравнению с ветроколесом, насаженным непосредственно на вал генератора.

Следует учесть, что 6-вольтовый генератор мощностью около 80—100 вт, работающий при стартерном запуске как электродвигатель от аккумуляторов с напряжением около 9 в, будет на холостом ходу потреблять не менее 6 и не более 8 а (если все исправно). Число оборотов этого генератора на 40% меньше, чем генератора, который вращается непосредственно от ветроколеса и дает ток такой же силы, заряжая 6-вольтовые аккумуляторы.

Чтобы не сжечь обмотки генератора, нужно включить в цепь проводов катушек возбуждения предохранитель \mathcal{F} (см. рис. 3), который можно сделать из медного проводника диаметром 0,09—0,10 мм.

ДЕРЕВЯННЫЕ КРЫЛЬЯ

В зависимости от имеющегося материала и производственных возможностей крылья ветродвигателя можно делать деревянными, металлическими или комбинированными—из дерева и металла.

Деревянные крылья ветродвигателя не должны от времени менять свою форму. Поэтому, чтобы этого не случилось, заготовку для двукрылого ветроколеса нужно делать одну общую для обоих крыльев. Заготовка — это доска, склеенная из трех дощечек толщиной не более 8 мм каждая, длиной 1650 мм и шириной 150 мм. Дощечки тщательно обстругивают и склеивают казеиновым клеем.

Если не удастся достать казеиновый клей, его можно изготовить самому. Для этого высушенный творог (обязательно из сепарированного молока) размешивают в нашатырном спирте до густоты сметаны и добавляют 10% к общему объему силикатного жидкого стекла (конторского клея), без которого казеиновый клей будет подвержен влиянию сырости. Казеиновым клеем необходимо пользоваться не позднее чем через полчаса после изготовления.

Дощечки быстро намазывают казеиновым клеем, накладывают друг на друга и сжимают струбцинами, тиска-ми или столярными клиньями. Если слои древесины у нижней дощечки могут коробиться в одном направлении, например выпуклостью книзу (рис. 7, В), то вторую дощечку накладывают на первую ее возможной выпуклостью вверх, а третью — опять вниз.

Дощечки, склеенные вместе и сжатые под прессом, должны высохнуть в течение суток. После этого заготовку вынимают из-под пресса и обрабатывают.

Заготовку для крыльев можно сделать и из одной целой доски (с мелкоузловой древесиной и прямолинейными слоями), которая должна быть хорошо высушена, не иметь трещин, сучьев, гнили.

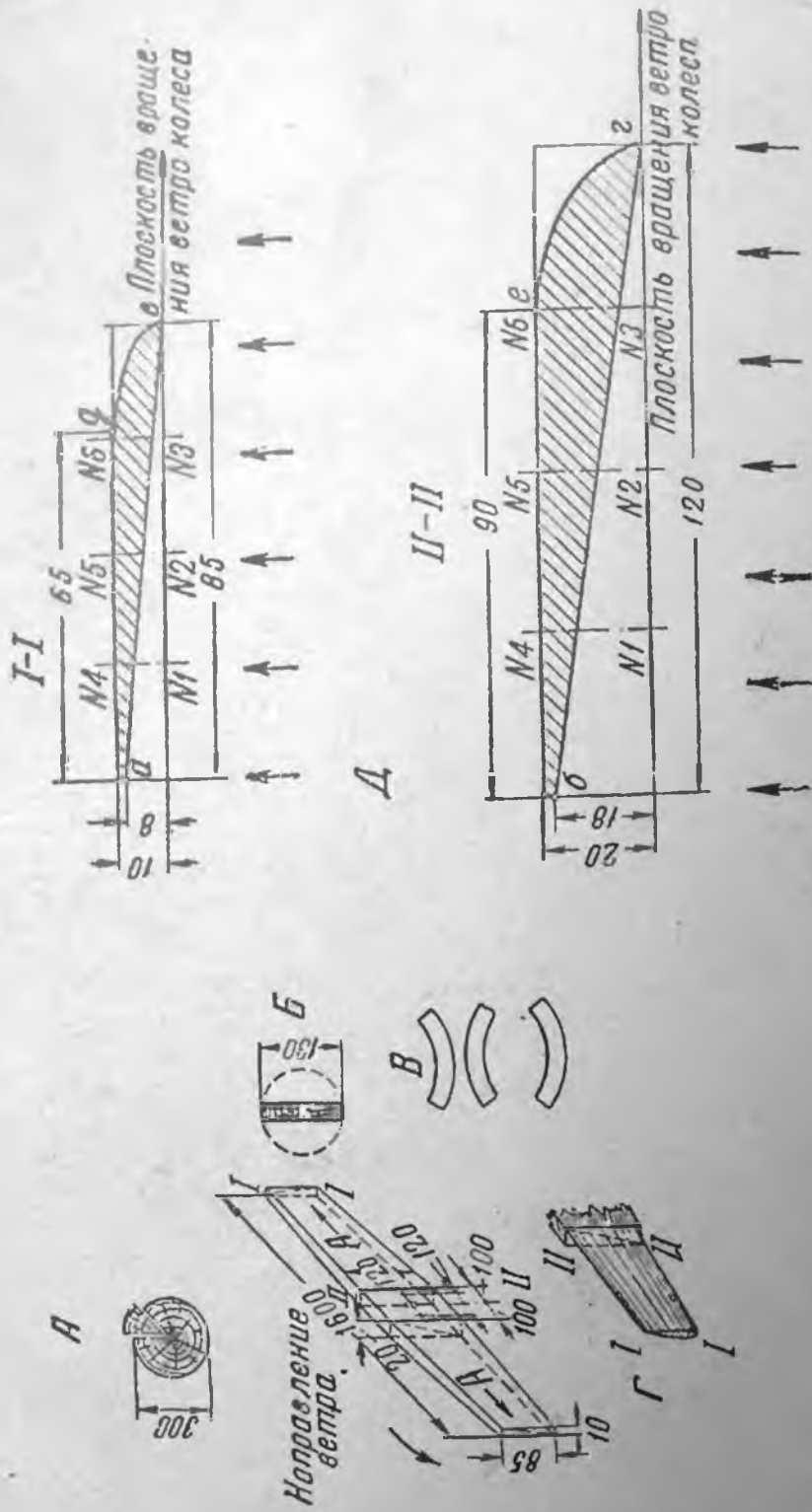


Рис. 7. Заготовка для деревянного двукрытого ветроколеса УД-1.6 с профилем крыла правого вращения:
 А — клинообразная заготовка из кругляка; Б — прямоугольная заготовка из сердцевинной части кругляка; В —
 способ наклеивания друг на друга склеиваемых вместе дощечек клееной заготовки; Г — вид готового кры-
 ла; Д — профили крыла в его двух сечениях: I—I у торца крыла; II—II у корня крыла; а, б, в, г, д, е —
 крайние точки очертания профиля

Для этого от бревна (толщиной 350 мм) отпиливают колоду длиной 1650 мм и раскалывают ее вдоль на узкие треугольного сечения доски (рис. 7,А). Из этих досок выбирают одну наиболее ровную, чтобы из нее можно было изготовить планку длиной 1600 мм, шириной 120 мм и толщиной 20 мм в ее средней части (у втулки будущего ветроколеса). Если толщина колоды менее 350 мм, то вытесывают одну доску из ее центральной части (рис. 7,Б).

Прежде всего надо придать заготовке правильную форму крыла, показанную на рис. 7,Г. Для этой цели толщину средней части заготовки в 20 мм оставляют только на расстоянии 100 мм в обе стороны от центра будущей втулки ветроколеса. Остальную часть доски стесывают, постепенно уменьшая ее толщину настолько, чтобы на концах она была не более 10 мм. Боковые стороны заготовки (за пределами средней части) уменьшают с 120 до 85 мм.

Затем на торцах заготовки карандашом размечают профиль, который на рис. 7,Д показан по сечению I—I на расстоянии 800 мм от центра будущей втулки ветроколеса.

Приступая к разметке профилей, необходимо заранее проследить, чтобы направление вращения у будущего крыла совпадало с направлением вращения вала генератора. Так, например, крыло, изготовленное по профилям рис. 7,Д, будет правого вращения. Правым считается направление вращения ветроколеса, совпадающее с направлением хода стрелки часов, если смотреть на ветроколесо спереди, т. е. со стороны набегающего ветра (левым будет направление вращения, противоположное правому, т. е. против хода часовой стрелки). Соответственно этому, если смотреть спереди на крыло правого вращения, поднятое в верхнее положение вертикально, то утолщенная закругленная передняя кромка крыла должна быть обращена вправо.

Такое крыло изготовляют для генератора ГАУ-4101, а для ГАУ-4684 делают крыло левого вращения, у которого толстая передняя часть профиля должна быть обращена в противоположную сторону.

Чтобы правильно обработать заготовку между профилями I—I и II—II, необходимо сначала с помощью линейки и карандаша провести линии от основных точек

концевого профиля I—I до соответствующих точек внутреннего профиля II—II. Линейка должна быть длиной не менее 800 мм и иметь квадратное (или треугольное) сечение со стороной не менее 20 мм.

Чтобы разметить заготовку, ее нужно лицевой стороной положить вниз (т. е. той стороной, которая будет обращена к ветру). Крайнюю точку заостренной части концевого профиля I—I (для крыла, поднятого в верхнее положение вертикально) находят следующим образом. Отмечают точку *a* справа на расстоянии 8 мм от нижней грани заготовки. Так же и на сечении II—II (у втулки ветроколеса) отмечают точку *б* на расстоянии 18 мм от нижней грани. Обе эти точки лежат на левой боковой грани заготовки. Затем проводят линию, соединяющую точки *a* и *б* на боковой грани, которая будет соответствовать острой кромке крыла.

На конечном сечении I—I проводят линию *a—в* (к правому нижнему углу торца). Эта линия — начало рабочей плоскости крыла. На втором сечении II—II, на расстоянии 100 мм от центра втулки ветроколеса, отмечают точку *г*, которая находится на нижней кромке правой боковой грани заготовки. Линия *б—г* — это конец рабочей плоскости крыла. Но эту линию начертить карандашом нельзя, так как этому мешает материал заготовки. Ее можно получить, если осторожно пропилить лучковой пилой соответствующую щель поперек заготовки, перевернутой лицевой стороной вверх.

Затем обрабатывают лицевую плоскость крыла, удаляя излишний материал стамеской, рубанком или просто острым ножом так, чтобы профиль крыла приобрел в сечениях I—I и II—II вид, показанный на рис. 7.Д жирными линиями (оставшаяся нетронутой древесина заштрихована). Скругление профиля на тыльной стороне крыла делают на глаз так, чтобы оно было доведено примерно до $\frac{1}{4}$ длины профиля (т. е. ширины крыла). Затем разделяют профиль по длине на четыре части.

Промежуточные профили проверяют (между двумя основными I—I и II—II) с помощью линейки, прикладывая ее вдоль крыла то к передней толстой кромке профиля, то к задней заостренной, то к отдельным точкам, расположенным на одинаковом расстоянии от передней или задней кромки крыла. Линейка, соединяющая точки, расположенные одинаково далеко от края крыла, долж-

на всей своей гранью прикасаться к поверхности готового крыла. Концы крыльев срезают по радиусу от центра втулки ветроколеса.

Поверхность каждого крыла должна быть начисто обработана стеклянной бумагой или острым краем стекла. Чем крыло глаже, тем большей мощности будет ветродвигатель.

Ветроколесо нужно окрасить, чтобы защитить от вредного влияния атмосферной влаги. Грунтовать его не следует, так как грунтовка отпадает во время работы. Лучшие краски для крыльев — это эмалевые и нитролаки. Масляные краски уменьшают прочность древесины, поэтому ими пользоваться не следует. Красить надо не менее чем в два слоя, причем второй слой наносится только после полного высыхания первого.

Концы крыльев при вращении развивают большую окружную скорость (до 200 км/час), и поэтому краску на передней кромке крыла могут сбить град, снег и т.п. Чтобы избежать этого, к передней части каждого крыла прикрепляют, как показано на рис. 4, пластинку шириной 65—70 мм, длиной 300 мм, вырезанную из тонкой жести, например от изоляционных трубок, которые применяют при электропроводке. Такие пластинки прикрепляются к крыльям на равном расстоянии друг от друга четырьмя или пятью скрепками, сделанными из проволоки диаметром 0,4—0,5 мм (такими же по форме, как в тетрадах), которые вставляют в заранее просверленные сквозные отверстия, а концы их загибают на тыльной стороне крыла по направлению его движения. Край пластинки надо пригнуть к крылу так, чтобы они не отставали от его плоскости даже на 0,5 мм, иначе мощность ветродвигателя может уменьшиться на 30—50%.

В центре крыльев (в заготовке) просверливается отверстие соответствующего диаметра для вала генератора. Крылья крепятся к детали 4 (см. рис. 5 и 11) двумя болтами 5 с диаметром нарезки 10 мм. Под гайки нужно обязательно положить квадратные стопорные жестяные шайбы; один конец шайбы загибают на деталь 4, а другой — на гайку. Этим устраняется отвинчивание гаек во время работы двигателя. Чтобы закрепить крылья на валу генератора типа ГБТ, среднее отверстие на детали 4 и детали 67 (рис. 8) должно быть сделано на конус.

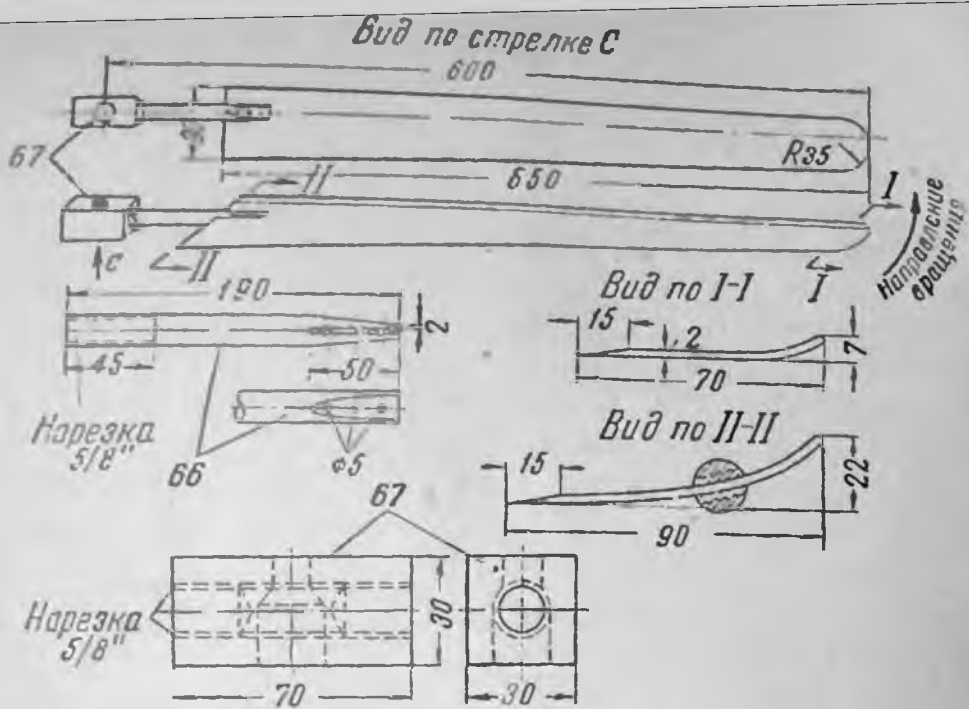


Рис. 8. Металлическое крыло ветроколеса УД-1.6 и его детали:
66 — мах; 67 — ступица

При насаживании же крыльев на вал генератора ГАУ-4101 отверстие делают сквозным цилиндрическим по диаметру его вала.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КРЫЛЬЯ

Деревянные крылья изготовить проще, чем металлические. Они развивают мощность на 25—30% больше металлических и к тому же они быстроходнее. Однако деревянные крылья легко могут потерять приданную им вначале форму, в результате чего ветродвигатель может перестать давать нужные обороты и мощность его уменьшится. От этого недостатка свободны металлические крылья (рис. 8).

Корпус металлического крыла изготовляют из мягкой листовой стали толщиной 2,0—2,5 мм. Можно использовать также и листовую сталь толщиной от 1,3 до 1,5 мм, но тогда необходимо усилить широкую часть крыла, приклепав к ней 15—20 заклепками стальную пластинку (по ширине крыла) толщиной 1,5 мм и длиной 100—150 мм.

Длина корпуса металлического крыла равна 650 мм, ширина в сечении I—I — около 70 мм, а в сечении

II—II — 90 мм. После изгиба крыло принимает вид и размеры, показанные на рис. 8 для двух сечений. Сечение I—I лежит на расстоянии 35 мм от наружного края, а сечение II—II сделано по внутреннему краю крыла. Нужную форму профилю крыла придают ударами деревянного молотка по заготовке, уложенной на шаблоны. При этом профиль заготовки периодически проверяют по сечениям I—I и II—II, а промежуточное положение — линейкой, как это было указано для деревянного крыла.

Шаблоны изготавливают деревянные (из фанеры) или из кровельного железа и укрепляют стоймя на деревянной доске на расстоянии 615 мм один от другого. Если крыло не прилегает одновременно к двум шаблонам (хотя бы оно и прилегало к каждому шаблону в отдельности), то его немного скручивают, зажав концы тисками или деревянными рычагами.

Готовые крылья вставляют в разрез, сделанный на детали 66 (см. рис. 8), и приклепывают к ней тремя заклепками диаметром 5—6 мм. Деталь 66 можно изготовить и без разреза, но тогда концевую часть ее длиной 50—60 мм надо отковать в кузнице так, чтобы она постепенно к концу становилась тоньше и в самом конце достигала 2,2—2,5 мм. В этом случае деталь 66 приклепывают с вогнутой стороны крыла. Затем навинчивают контргайки и надевают квадратные стопорные шайбы размерами 50×50 мм. После этого вставляют крылья в ступицу, заворачивают их до нужного предела, ставят под соответствующим углом и закрепляют контргайкой. Чтобы контргайка не отвернулась, один край стопорной шайбы (50×50 мм) загибают за деталь 67, а другой — за контргайку.

Если нет листовой стали необходимой толщины или нужно применить регулятор оборотов, то крыло выгоднее изготавливать из дерева (по размерам деревянного крыла, но длиной 650 мм). Прикрепляется оно к детали 66 пятью—шестью заклепками или болтиками диаметром 6 мм. Такое крыло делать удобно, так как можно понизить требования к древесине (при небольшом короблении древесины нарушение угла установка крыла можно выправить, повернув крыло на соответствующий угол). К валу генератора ступица таких крыльев (деталь 4 или 67) крепится на шпонке, предохраняющей крылья от проворачивания.

БАЛАНСИРОВКА ВЕТРОКОЛЕСА

Оба крыла ветроколеса должны иметь одинаковый профиль и вес и вращаться строго в одной плоскости. Чтобы проверить вес, надо вложить валик в отверстие втулки ветроколеса и положить валик обоими концами на две горизонтальные доски или скамейки. Если ветроколесо повернется, то это значит, что вес крыльев различен. Более тяжелое крыло перевешивает легкое и уходит вниз. Для их уравнивания следует прикрепить к более легкому крылу соответствующий грузик.

Для этого к металлическому крылу на деталь 66 наматывают нужное количество витков проволоки и укрепляют ее, а к деревянному прикрепляют шурупом небольшую стальную или свинцовую шайбу на расстоянии не более 150 мм от центра ветроколеса (иначе ее вырвет центробежной силой во время быстрого вращения). Чтобы найти место для крепления шайбы, ее несколько раз привязывают тонкой ниткой на том или ином расстоянии от центра ветроколеса.

Таким образом добиваются равновесия обоих крыльев при любом их положении. Балансировку надо производить только в закрытом помещении.

Необходимо также проверить, вращаются ли оба крыла в одной плоскости. Для этого их укрепляют на валу генератора и измеряют расстояние от опущенного вниз конца крыла до какого-либо ближайшего к нему предмета, например ножки стола, на котором проводят это испытание. Потом, не трогая генератора, аккуратно поворачивают верхнее крыло вниз до той же ножки стола. Если разница расстояний превышает 2 мм, то наличие перекоса, который следует устранить. Для этого стальное крыло соответствующим образом изгибают, а при деревянных крыльях между крылом и деталью 4 с нужной стороны подкладывают кусок бумаги или тонкой жести. Иногда бывает достаточно подтянуть сильнее болт или немного подскоблить стеклом прилегающую к детали 14 часть поверхности деревянного крыла.

После такой балансировки крылья два раза окрашивают. Второй слой краски наносят лишь после того как высохнет первый. Окончательную балансировку проводят, когда подсохнет второй слой краски. Иногда достаточно на более легкое крыло нанести кистью еще несколько маз-

ков краски, и оно уравновесит более тяжелое. Если в процессе дальнейшей эксплуатации обнаружится, что ветроколесо, вращаясь, сотрясает головку, то необходимо его снять и снова проверить на уравновешивание и вращение в одной плоскости.

ГОЛОВКА ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Верхнюю 10 и нижнюю 11 накладки генератора (рис. 9) вырезают из мягкой стали толщиной 6 мм, а стойку 12 отковывают из стали толщиной 10—12 мм и шириной не менее 50 мм. Высота стойки 12 равна 136 мм, она выбрана по размеру корпуса генератора ГАУ-4101, имеющего диаметр 129 мм. При другом диаметре генератора высота стойки 12 должна быть на 6—10 мм больше диаметра корпуса взятого генератора.

В верхней части стойки 12 просверливают одно отверстие диаметром 21 мм и четыре отверстия диаметром

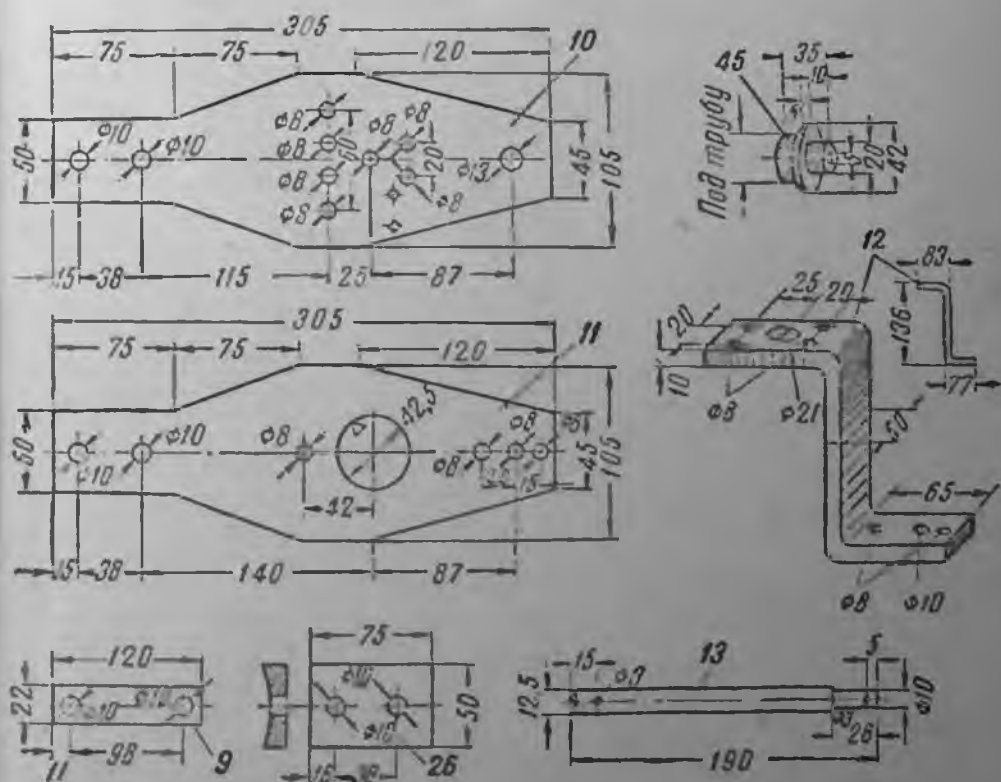


Рис. 9 Детали головки ветродвигателя УД 1,6
9 — планка к детали 7, 10 — верхняя накладка генератора;
11 — нижняя накладка генератора; 12 — стойка; 13 — ось хвоста;
25 — подкладка под детали 10 и 11; 45 — наконечник трубы

8 мм. Через два из них (и соответствующие отверстия в детали 10) надо вставить две заклепки, а затем просверлить остальные два отверстия в детали 10 так, чтобы вторая пара заклепок проходила через них и через отверстия в детали 12. Центры отверстия диаметром 21 мм на детали 12 и соответствующего ему отверстия диаметром 8 мм на детали 10 должны совпадать. Заклепки делают из отрезков проволоки диаметром 7,5 мм.

Деталь 11 сначала соединяют со стойкой 12 в ручных тисках (или временными заклепками), а затем сверлят отверстия. Отверстие диаметром 42,5 мм надо просверлить так, чтобы центр его точно совпал с центром среднего отверстия 8 мм в детали 10 и с центром отверстия 21 мм в стойке 12. В центре предполагаемого отверстия диаметром 42,5 мм сначала делают ударом по керну углубление, а затем из него описывают окружность диаметром 42,5 мм. Если нет сверла диаметром 42,5 мм, то нужно просверлить с внутренней стороны этой окружности, вплотную одно к другому, несколько отверстий меньшего диаметра и удалить материал между ними зубилом, а затем аккуратно опилить отверстие круглым напильником (рис. 9). Размер этого отверстия должен соответствовать наружному диаметру (42 мм) трубы стояка 44 при ее внутреннем диаметре 32—34 мм. Эту трубу можно заменить трубой большего диаметра, соответственно изменив и диаметр отверстия в детали 11 (так чтобы оно на 0,5 мм превышало наружный диаметр трубы).

Остальные детали 32—62 очень просты, их можно изготовить по рис. 9, 10 и 11.

Последовательность сборки двигателя следующая. Сначала деревянный стержень лопады 31 (рис. 12) нужно прикрепить к детали 10 двумя болтами. На деталь 31 надо положить кронштейн пружины 32 (рис. 10) и все эти детали соединить 6-мм болтами или заклепками из мягкой стальной проволоки диаметром на 0,5 мм меньше диаметра отверстия.

Ролик на щеке-держателе 33 (рис. 10) вместе с роликом 36 (рис. 11) ставят на соответствующее место детали 10 так, чтобы плоская поверхность ролика была параллельна стержню боковой лопады 31, а нитка, перекинутая через ролик, свободно проходила через центр среднего отверстия в детали 10. В детали 10 просверливают два отверстия по соответствующим отверстиям детали 33

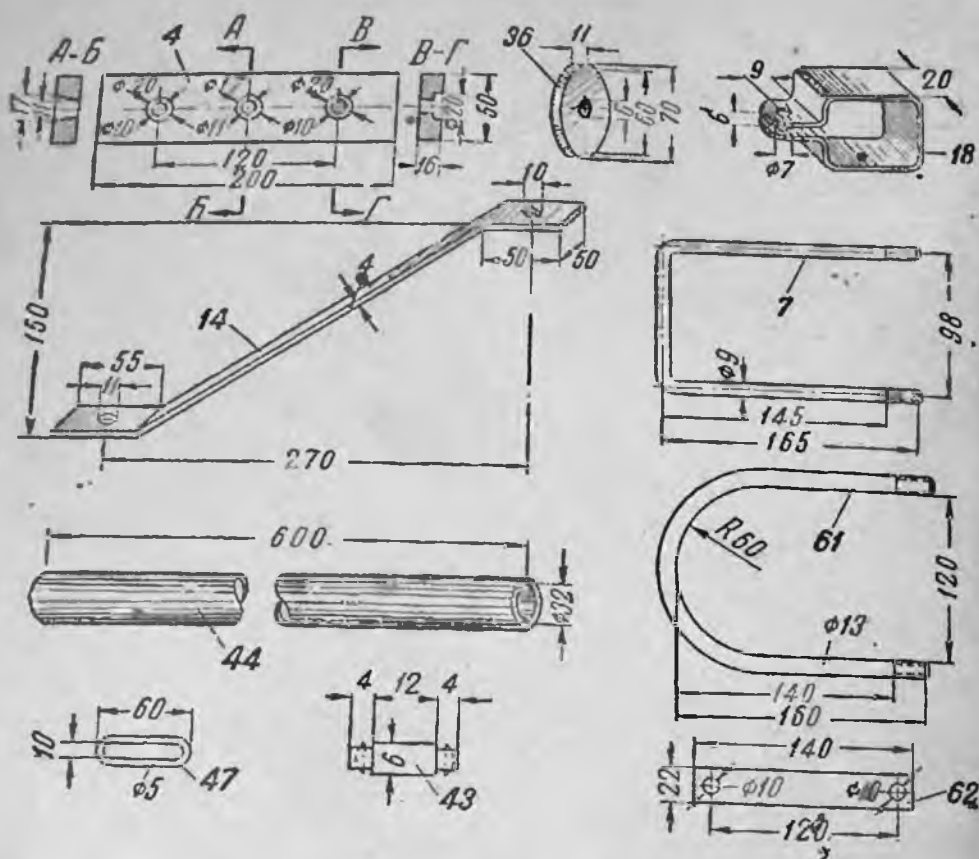


Рис. 11. Детали ветродвигателя УД-1.6:

4 — ступица ветроколеса; 7 — хомут стяжки генератора; 14 — подкос хвоста; 18 — скоба на стержне хвоста; 36 — ролик; 43 — ось ролика; 44 — труба — стояк опорный; 47 — кольцо; 61 — хомут для трубы 44; 62 — планка детали 61

ляется вертикальная ось хвоста 13 (см. рис. 9). Чтобы стержень поворачивался вместе с этой осью, нужно скрепить их вместе разводным шплинтом или проволокой диаметром 5 мм. Для этого в деталях 17 и 13 необходимо просверлить соответствующие отверстия диаметром 6 мм. Чтобы стержень хвоста не растрескивался, на расстоянии 10 мм от его начала ставят 6-мм болтик или заклепку, которая сжимает древесину. Под концы заклепки или болтика подкладывают шайбы, а в ось хвоста вставляют шплинт, который не дает детали 14 соскочить (см. рис. 11).

Генератор закрепляют на раме. При работе ветродвигателя с крыльями, непосредственно насаженными на валу этого генератора, имеющиеся на нем болтики (скрепляющие крышки его корпуса) слишком слабы, поэтому

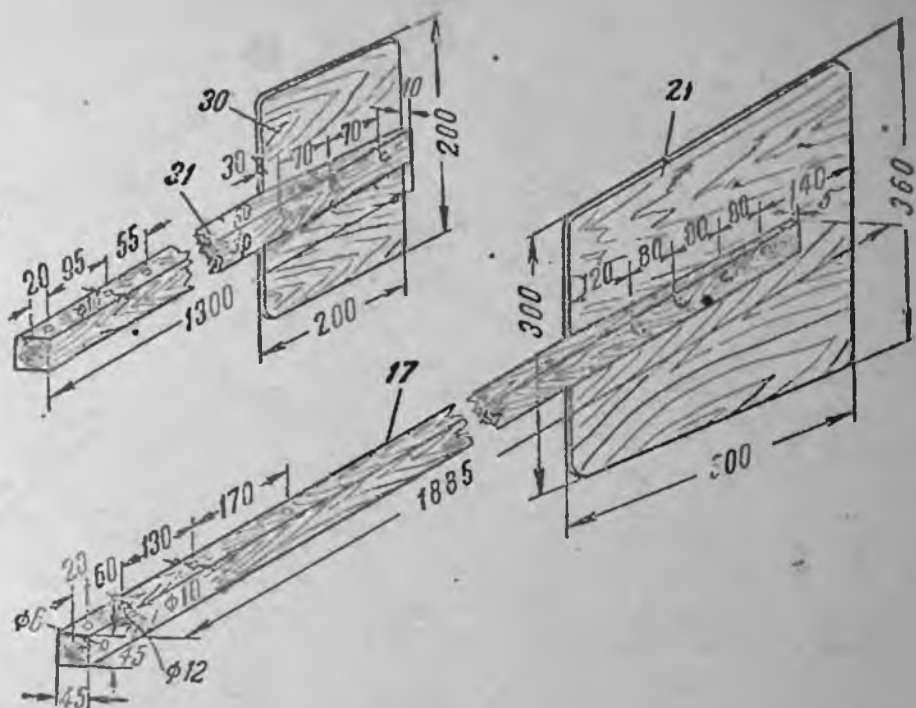


Рис. 12. Устройство хвоста и боковой лопасти: 17 — стержень хвоста; 21 — оперение хвоста, 30 — оперение боковой лопасти; 31 — стержень лопасти

крышки корпуса генератора стягивают дополнительными хомутками 7 с планками 9 (см. рис. 5). Чтобы хомутки не сползали, их надо стянуть между собой тонкой стальной проволокой.

Генератор нужно установить так, чтобы насаженное на его валу ветроколесо находилось на расстоянии не менее 250 мм от оси опорной трубы 44. Это необходимо для того, чтобы крылья ни при каких поворотах головки не прикасались к столбу, на котором будет установлен ветродвигатель.

Генератор прикрепляется болтами диаметром 10 мм (рис. 5, деталь 27) к деталям 10 и 11. Между рамой и генератором укладываются две подкладки 26 (см. рис. 5 и 9), которые подгоняются на месте. Генератор нужно повернуть таким образом, чтобы болты 27 не прошли сквозь его обмотку возбуждения. Поэтому надо соблюдать осторожность при сверловке и нарезке корпуса генератора. Полюсы возбуждения (катушки) нужно снять, затем в корпусе генератора просверлить и нарезать отверстия под болты и после этого снова поставить ка-

тушки на место. Болты предохраняются от произвольного отвинчивания общей скобой 28 (длиной около 75 мм), в которой тоже надо сделать два отверстия для болтов 27. Скоба подкладывается под болты, которые заворачивают, края скобы отгибают на головки болтов.

Опорная труба 44 в верхней части имеет наконечник 45 (см. рис. 9), одновременно являющийся и подшипником и подшипником, на котором поворачивается головка с ветроколесом по ветру. На наконечник 45 кладут изготовленные из белой жести 2—3 кольца с наружным диаметром 19 мм и внутренним отверстием в центре 10 мм. Когда рама собрана, то эти кольца будут лежать между деталями 10 и 45 внутри большого отверстия детали 12. Заложённое между этими кольцами густое масло (гавот), солидол или вазелин держится долго, и головка поворачивается по ветру почти так же легко, как если бы она была установлена на шариковом подшипнике.

Наконечник 45 не обязательно вытачивать на токарном станке: достаточно его отковать, а затем обработать напильником. В трубе 44 он должен сидеть очень туго. Для того чтобы при работе ветродвигатель не мог приподняться и слететь со своего места, в стенке трубы 44 (над деталью 11) необходимо сделать отверстие и в него вставить на резьбе шпильку. Еще лучше сделать параллельно нижней плоскости детали 12 два отверстия диаметром 4—5 мм на расстоянии 25—30 мм одно от другого и в них вставить шплинт. Низ шплинта должен находиться на расстоянии 1,0—1,5 мм от детали 11, тогда он не будет мешать всей головке поворачиваться по ветру вокруг оси стояка.

ТОКОПРИЕМНИК

Токоприемник передает ток от генератора через зажимы, кольца и провода к аккумуляторам, независимо от того, что при меняющемся направлении ветра головка с генератором может повернуться вокруг вертикальной оси трубы 44.

Первое кольцо 58 токоприемника (рис. 13) изготавливают из латуни или красной меди и прикрепляют шурупом без изоляции к трубе 44 стояка или припаивают оловом. Затем на трубу 44 плотно надевают изоляционное кольцо 59, наружный диаметр которого несколько

больше диаметра первого токонсущего кольца 58.

Кольцо 59 изготовляется из изоляционного материала, который легко поддается обработке и не подвергается влиянию сырости, например из резины или дерева, проваренного в парафине (сначала дереву придают форму кольца, а затем уже проваривают в парафине).

Через стенку трубы, ниже кольца 59, просверливают отверстие диаметром 5—6 мм так, чтобы сквозь него можно было пропустить изнутри трубы изолированный провод диаметром не менее 3 мм. Конец провода должен быть присоединен к надеваемому на трубу 44 второму медному кольцу 60 с прокладкой, изолирующей его от трубы 44.

В кольце 60 делают прорезь, вводят в нее конец провода, который припаявают оловом. Место пайки зачищают, чтобы наружная поверхность кольца была гладкой. Зачищенный конец провода тоже отделяют изоляцией от трубы 44 (можно для этого использовать резину от старых калош). Чтобы медное кольцо не олуסקалось вниз, нужно поставить под ним еще одно изоляционное кольцо, удерживаемое третьим металлическим кольцом 64, прочно укрепленным на трубе 44.

Ток от генератора поступает на оба кольца 58 и 60 от двух пар щеток 57, которые лучше всего взять от

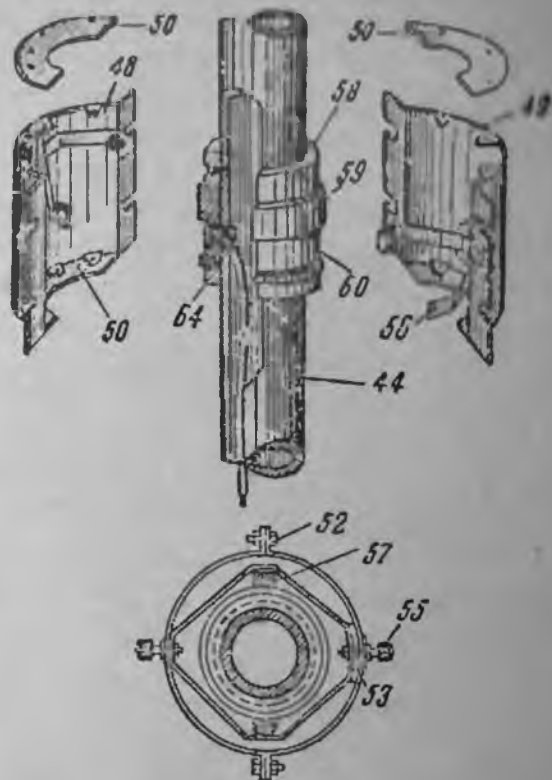


Рис. 13. Токосъемник:

44 — опорная труба головки ветродвигателя; 48 — левая половина кожуха; 49 — правая половина кожуха; 50 — доннышко кожуха; 52 — болт; 53 — изоляционная прокладка; 55 — винтовой зажим; 56 — пружина-щеткодержатель; 57 — щетки; 58 — первое кольцо; 59 — изоляционное кольцо; 60 — второе кольцо; 64 — третье кольцо

старого генератора (они содержат в себе графит и медь). Щетки можно изготовить также из тонких медных пластинок.

Щетки припаиваются попарно к двум латушным пружинкам-щеткодержателям 56, которые в свою очередь прикрепляются к двум отдельным половинкам кожуха 48 и 49, изготовленным из кровельного железа толщиной 0,6—0,9 мм. В верхней и нижней частях половинок делаются и отгибаются усики треугольной формы. К ним припаиваются и прикрепляются маленькими заклепками из проволоки дугообразные крышечки и донышки 50. Они защищают кожух от попадания в него пыли и осадков.

На обеих половинках кожуха 48 и 49 закрепляются винтовые зажимы 55 от пружинко-щеткодержателей. Один зажим, с которого ток будет поступать на кольцо 58, можно ставить без изоляции, другой необходимо укрепить на изоляционной прокладке 53, которую лучше всего приклепать небольшими заклепками к кожуху. При этом зажим не должен касаться кожуха токоприемника.

Отогнутые края обеих половинок кожуха токоприемника 48 и 49 закреплены между собой небольшими болтами 52. Пружинки-щеткодержатели должны быть так разведены, чтобы щетки прижимались довольно плотно к своим кольцам.

Чтобы кожух не сползал вниз, под ним на трубе 44 ставится упорное кольцо (на рис. 5 и 13 не показано), а для его вращения вместе с головкой двигателя в детали 11 просверливается отверстие, в которое вставляется водилка 51 (см. рис. 5), прочно соединенная с кожухом. Водилка 51 изготавливается из проволоки диаметром 8 мм.

Ветроустановку можно построить и без токоприемника. В этом случае на трубу 44 не надевается наконечник 45, так как она опирается на деталь 10. В стойке 12 отверстие делается диаметром не 21 мм, как было показано на рис. 8, а таким, чтобы через него свободно могла пройти труба 44 при зазоре около 0,4—0,5 мм. Для того чтобы пропустить провода и трос через деталь 10, в этой детали делается отверстие, равное внутреннему диаметру трубы, через которое трос и провода смогут пройти, а труба будет опираться на деталь 10.

Провода от генератора должны иметь сечение не менее 4 мм². Один провод, присоединенный к отрицатель-

ному полюсу генератора, должен быть с хорошей резиновой изоляцией, а другой, присоединенный к положительному полюсу генератора, — только достаточно гибким и прочным (он может состоять из нескольких тонких проводников). Для того чтобы провода не перепутались с тягой останова двигателя, тягу нужно поместить в отдельную трубку. Можно также провода от генератора опустить вниз, свив их в шнур и перебросив шнур через хвост, а оттуда на опорный столб. Длина обоих проводов должна быть не менее 3 м.

Но лучше сделать токоприемник, так как провода, спущенные вниз (без токоприемника), при поворотах головки с ветроколесом по ветру будут обвиваться вокруг столба, от чего они могут перетереться. Изоляция на них испортится, и тогда возможны короткие замыкания. Достать же гибкий изолированный провод сечением не менее 4 мм² не всегда возможно.

ПРУЖИНЫ

Пружину 20 изготавливают из стальной проволоки. В табл. 5 приведены данные для пружин (в зависимости

Таблица 5

Диаметр ветроколеса (м)	Диаметр проволоки пружины (мм)	Средний диаметр витка $D_{ср}$ (мм)	Приблизительный диаметр оправки (мм)	Число витков пружины	Прочное усилие на прочность (кг)	Усилие предварительной затяжки (кг)
1,6 и 2,0	2,5	19	11	200	12	6
	2,8	25	16	160	12	6
	3,0	32	23	120	12	6
	3,5	52	42	130	12	6
2,5 и 3,0	3,0	47	—	120	8	4,8
4,0	4,0	40	—	170	27	10
	4,5	49	—	145	27	10
	5,0	60	—	120	27	10
	5,0	52	—	185	27	10
5,0	6,0	52	—	150	70	30

от диаметра ветроколеса) при разных диаметрах стальной проволоки, из которой они могут быть изготовлены.

Лучше всего пружину наматывать на токарном станке. В оправке делают отверстие, вставляют в него конец проволоки и, вращая оправку на станке, наматывают пружину. Проволоку рекомендуется зажать в суппорте между двумя деревянными колодками, чтобы она лучше натягивалась. Можно также пружину ковать, вращая оправку с помощью рычага достаточной длины.

Каждая пружина, снятая с оправки, немного увеличивает диаметр D_{cp} (рис. 14) своих витков, поэтому размер оправки в табл. 5 показан приблизительный. Чтобы точно определить необходимый диаметр оправки, надо намотать на нее несколько витков проволоки, затем снять их, проверить диаметр витка пружины и оправки и в результате этого обмера несколько увеличить или уменьшить диаметр оправки. Расхождение между нужным и изготовленным диаметрами витка пружины не должно превышать 1 мм.



Рис. 14. Схема пружины 20 для хвоста

Прежде чем установить пружину на место, ее необходимо проверить на растяжение, подвесив к ней груз в 12 кг. После снятия груза пружина должна принять свои прежние размеры. Если же она останется хоть немного растянутой, то надо изготовить новую пружину из более упругой проволоки того же диаметра.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СБОРКА ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Ветродвижитель предварительно собирают на укрепленном в земле невысоком временном столбике того же диаметра, что и столб, на котором окончательно будет установлен ветродвижитель. Временный столбик (высотой 1,25 м) устанавливают в закрытом помещении, прикрепив его к козлам или к столу. На верхнем конце столбика делают сбоку продольный вырез (см. рис. 5) и прикрепляют к нему на хомутиках 61, 62 трубу 44. На столбик кладут смазочные кольца и надевают головку, после чего закладывают шпильку, чтобы головка не соскочила.

ла со стояка. Затем прикрепляют генератор, крылья, хвост и лопату.

В качестве тросов 41 и 42 можно использовать полевой телефонный кабель, состоящий из 5—7 гибких проволочек. Трос 41 прикрепляют одним концом к болту 39 на боковой лопате 31, а другим — к болту 46 на стержне хвоста 17.

Трос 41 должен быть такой длины, чтобы хвост и лопата могли располагаться под прямым углом друг к другу, когда они принимают положение, показанное на рис. 6,А. Концы троса нельзя привязывать к болтам узлами. Необходимо каждый конец троса обогнуть вокруг болта петлей и повернуть его назад вдоль троса, а затем оплести его 7—8 витками медной проволоки и пропаять оловом. Конец троса приобретет вид петли, не будет рваться, если его окрасить.

Трос 42 закрепляют тем же болтом 46 (см. рис. 5), что и трос 41. Сверху между тросом и гайкой болта необходимо положить шайбу. Затем трос 42 прокладывается по трем роликам 36, проходит в отверстие детали 10, а затем выходит из трубы 44 вниз к земле. Если потянуть за трос снизу, то хвост повернется на своем шарнире 13 и приблизится к стержню боковой лопаты 31. Если отпустить трос, то хвост возвратится в свое первоначальное положение под действием пружины 20, натянутой между кронштейном 32 и скобой 18 (на стержне хвоста).

Сначала пружину 20 нужно подвесить не натягивая, прикрепив ее конец к скобе 18. Отдвигая скобу 18 все дальше от стержня хвоста, пружину постепенно натягивают до тех пор, пока она не повернет хвост перпендикулярно к боковой лопате или установит его в одном направлении с осью генератора. Тогда скобу 18 в этом месте зажимают болтом.

Подвесив к нижнему концу троса 42 (выходящему из трубы 44 вниз) груз весом 1,5 кг, проверяют, как натянута пружина. При этом пружина не должна растягиваться. Если же такой груз с тросом поднять на высоту 200—250 мм и дать ему возможность упасть вниз, то хвост должен начать складываться с лопатой. Если этого не произойдет, то скобу 18 следует соответственно приблизить к оси 13 поворота хвоста. Если же хвост начнет складываться при падении груза с высоты 100—

120 мм, то скобу 18 необходимо отодвинуть от оси 13 подальше, и тем самым пружина натянется сильнее.

Регулировка натяжения пружины во время эксплуатации ветроустановки осуществляется также, только детали 18 передвигают вдоль по стержню хвоста.

ВЕТРОУСТАНОВКИ БОЛЬШЕЙ МОЩНОСТИ

ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ ГЕНЕРАТОРА

Мощность установки зависит главным образом от диаметра ветроколеса. Чтобы построить установку большей мощности, чем УД-1,6, по табл. 3 находят нужный диаметр ветроколеса и определяют наибольшее его число оборотов (при ветре 8 м/сек). Сравнивая это число оборотов с числом оборотов имеющегося генератора, выясняют, какое понадобится выбрать передаточное отношение к генератору.

Самоделную ветроэлектрическую станцию лучше всего изготовить с генератором, устанавливаемым на головке ветродвигателя. Ветродвигатель получается легче, и его проще изготовить. Если установка используется для привода также и других машин (кроме генератора), то генератор лучше ставить внизу. Тогда необходимо иметь механизм верхней передачи вращения вала ветроколеса на вертикальный вал трансмиссии.

В качестве механизма верхней передачи могут быть использованы шестерни от утильных мотоцикла, автомашины или трактора, а также готовые задние мосты (дифференциалы) от вышедших из строя автомашин.

Прежде чем строить ветродвигатель, надо продумать схему установки, возможность его изготовления из подручных материалов и деталей.

ДЕРЕВЯННЫЕ ПУСТОТЕЛЫЕ КРЫЛЬЯ

Крылья, конструкция которых описана в предыдущем разделе, пригодны для ветроколеса диаметром до 2,5 м. Для ветроколеса диаметром 3,0 м и более крылья изготавливаются пустотелые, например в виде деревянного каркаса, обтянутого кровельным железом, или же металлические.

Ветроколесо диаметром 2,5—5,0 м состоит из двух отдельно изготовленных крыльев, соединенных между собой втулкой ветроколеса.

На рис. 15 изображено деревянное крыло для ветроколеса диаметром 4 м (Д-4). При других диаметрах ветроколеса линейные размеры деталей показанного крыла изменяются во столько же раз, во сколько раз больше или меньше диаметр другого ветроколеса. Толь-

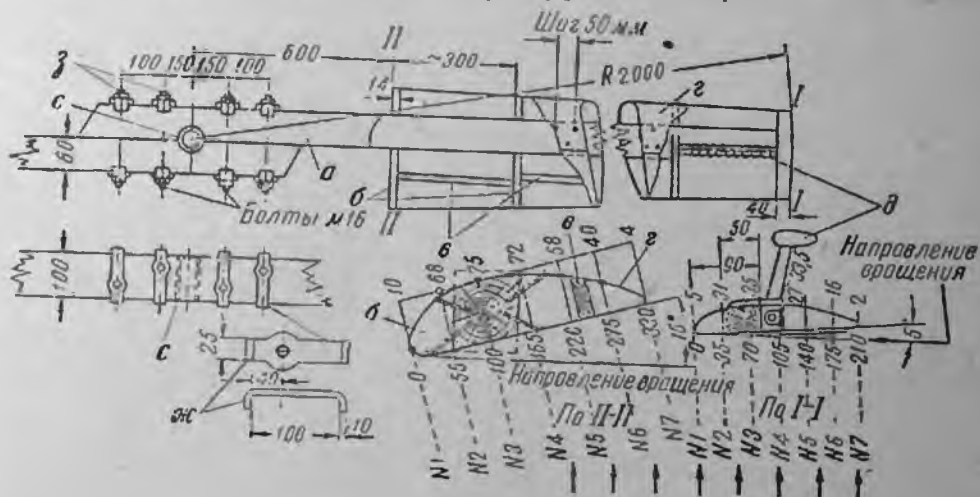


Рис. 15. Узлы и детали деревянного крыла для ветроколеса диаметром 4 м:

а — мах крыла; *б* — нервюра, *в* — стрингер; *г* — обшивка из кровельного листового железа, *д* — детали механизма ограничителя оборотов ветроколеса, *ж* — фигурная скоба; *з* — болт, стягивающий пару фигурных скоб; *с* — втулка ступицы

ко размеры болтов нельзя изменять точно в том же соотношении. Так, если при пересчете размеров окажется, что тот или иной стяжной болт получается, например, диаметром 11 мм, то из стандартных ближайших размеров $\varnothing 10$ и $\varnothing 12$ мм надо брать наибольший, т. е. 12 мм.

Пустотелое крыло (рис. 15) состоит из пяти основных деталей:

а — маха, выдерживающего всю нагрузку от ветровых усилий;

б — нервюры, придающей крылу нужную форму обтекаемого профиля;

в — стрингера — планки, которая идет параллельно маху и поддерживает обшивку;

г — обшивки;

д — ограничителя оборотов (регулятора).

Мах изготавливается из бруска хорошо высушенной древесины: сосны, ели или другого прочного, но легко обрабатываемого дерева. Можно использовать ясень, бук и др. Дуб легко раскалывается, деформируется под

влиянием сырости, поэтому его применять не следует.

Бруску придают прямоугольную форму сечением 100—80 мм, длиной 2260 мм и укладывают на 2 подкладках в горизонтальном положении на стол или верстак узкой стороной книзу. Затем прикрепляют пять нервюр, вырезанных из доски толщиной 14 мм (липа, береза или, в крайнем случае, сосна). Нервиюры—это ребра жесткости.

Прежде чем вырезать нервюру из доски, нужно сделать шаблон (см. рис. 15) из картона. На шаблоне проводят поперечные линии №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, разделяющие его на шесть частей одинаковой ширины (например, по 55 мм для профиля II—II и по 35 мм для профиля I—I).

Первая нервюра прикрепляется на расстоянии 600 мм от центра вращения ветроколеса. Общая длина профиля крыла по сечению II—II, включая и мах, равна 330 мм. Ось маха должна проходить на расстоянии 1/3 длины профиля, т. е. 110 мм от передней кромки нервюры.

Первая нервюра толщиной 14 мм состоит из двух частей, различных по форме. Обе части нервюры своей нижней гранью прибиваются гвоздями к маху и составляют угол в 15° с плоскостью стола (или с плоскостью вращения ветроколеса). При этом нижняя линия профиля II—II проходит через левый нижний край маха. Под профилем II—II помещены цифры 0; 55; 100; 165 и т. д., которые обозначают расстояния от передней закругленной кромки профиля. Для каждого расстояния цифрами над профилем показана высота нервюры, считая от ее нижней кромки.

Поверхность узких сторон для бруса маха обрабатывают так, чтобы вместе с прибитыми к нему нервюрами он полностью составлял форму профиля. На сечении II—II условной штриховой линией показаны первоначальные очертания бруса для маха и видно, какую часть материала бруса приходится удалять.

Половинки нервюры прибивают к маху гвоздями длиной по 100 мм. Для того чтобы нервюры не раскололись, в них предварительно высверливают отверстия под гвозди.

Концевую нервюру (по сечению I—I) изготавливают из рейки сечением 40×40 мм, длиной 210 мм, опиляют по форме, в соответствии с показанными разме-

рами профиля. Затем по ней отмечают карандашом точку на расстоянии $1/3$ длины профиля (в нашем случае $210 : 3 = 70$ мм), на половине ширины ($35 : 2 = 17,5$ мм). Пробивают через нее гвоздь, а затем нервюру прибивают к торцу маха так, чтобы гвоздь прошел через центр сечения маха. Повернув нервюру под углом $4,5^\circ$ к плоскости вращения, ее прибивают еще 1—2 гвоздями так, чтобы гвозди своими шляпками ушли в глубь древесины нервюры. Затем верхнюю сторону рейки нервюры обрезают пилой по радиусу 2000 мм, проведенному из центра вращения встроколеса, и обстругивают ее поверхность.

Промежуточные три нервюры толщиной не меньше 14 мм ставят друг от друга на равных расстояниях (не менее 250 и не более 330 мм). Эти нервюры приобретут форму после того, как весь лишний материал с них будет срезан так, чтобы он не мешал линейке прилегать к обоим крайним профилям I—I и II—II в семи точках, обозначенных одинаковыми номерами, показанными под профилями на сечениях I—I и II—II (так же как и для деревянного крыла к УД-1.6).

Вместо линейки можно туго натянуть нить между точками с одинаковыми номерами на плоской или на выпуклой стороне крайних нервюр, чтобы затем вырезать пилой канавки на соответствующую глубину в трех промежуточных нервюрах и дать возможность нитке лечь в канавки, только едва прикасаясь к их дну. Все полученные точки одного профиля соединяют линией, спиливают лишний материал пилой, а затем тщательно обрабатывают нервюру стамеской и напильником. Перед обработкой напильником нужно еще раз натянуть нить и проверить правильность полученной формы профилей у всех промежуточных нервюр.

По изготовленным нервюрам первого крыла делают новые шаблоны и по ним вырезают нервюры для второго крыла. Прибитые к маху нервюры окончательно отделывают только после того, как проверят правильность их формы провешиванием. Чем тщательнее будет сделан профиль нервюр, тем лучше наложится металлическая обшивка крыла. Для того чтобы обшивка не прогибалась и на ней не было вмятин, между нервюрами вдоль крыла прокладывается стрингер *в* (см. рис. 15), выпиленный из доски той же толщины, что и нервюра

(14 мм), и по своим очертаниям совпадающий с профилем крыла.

Каждый стрингер изготовляют такой длины, которая точно совпадает с расстоянием между нервюрами. Стрингеры применяют тогда, когда крыло слишком широкое и расстояние между махом и острой (задней) кромкой крыла превышает 150 мм. В таком случае установленный посередине этого расстояния стрингер значительно улучшает крепление обшивки, делая все крыло гораздо более жестким.

Обшивают крыло листовым кровельным железом толщиной от 0,5 до 0,75 мм, весом от 4 до 6 кг, размером 710×1420 мм. Лучше всего брать оцинкованное железо. Сначала край листа прикрепляют к маху гвоздями с плоской лицевой стороны крыла. Затем лист оггибают вокруг тонкой задней кромки крыла, делая в этом месте острый загиб, обертывают лист вокруг передней толстой кромки крыла и прибивают край листа на уже закрепленную кромку обшивки. Для того чтобы обшивка ложилась хорошо, необходимо, прибив первый край листа к маху, прочертить на листе мелом линию загиба у острых концов нервюр и прибить лист к нервюрам и стрингерам. Сначала забивают по одному гвоздю в каждую нервюру вблизи маха. Получается еще один продольный ряд забитых гвоздей на обшивке. После этого забивают по второму гвоздю в каждую нервюру на расстоянии около 50 мм от первого ряда. Затем забивают гвозди нового ряда и так до меловой линии. Теперь по этой линии лист загибают и перевертывают на выпуклую (заднюю) сторону крыла. С помощью деревянного молотка кромку обшивки заостряют (по тонким концам нервюр) и забивают гвозди в нервюры по выпуклой стороне продольными рядами в последовательном порядке от острой кромки крыла к закругленной. С плоской стороны крыла в нервюры забивают кровельные гвозди длиной около 40 мм с плоской широкой шляпкой, а с выпуклой стороны гвозди должны быть длиннее. Если гвозди пройдут насквозь, выступив на плоской стороне крыла, то их концы надо откусить острогубцами так, чтобы от каждого остался кончик длиной не более 3 мм. Этот кончик с помощью молотка нужно загнуть вдоль нервюры, немного «утопив» его в обшивке. Прибив всю обшивку, головки и кончики всех гвоздей следует

припаять оловом к обшивке. Чтобы удалить следы паяльной кислоты после пайки, все места спая следует очень тщательно промыть щеткой с водой и содой. Благодаря этому железо обшивки в дальнейшем не будет быстро ржаветь.

Об устройстве «окна» в обшивке для механизмов регулирования рассказано в разделе «Регулирование».

Точно так же изготавливается второе крыло.

Металлическую обшивку каждого крыла следует выкрасить масляной краской (если обшивка сделана из оцинкованного железа, красить ее не нужно).

После того как краска на обшивке подсохнет, крылья соединяют друг с другом и определяют центр вращения ветроколеса. Для этого оба крыла кладут на пол. Выступающие из обшивки концы махов сначала соединяют временно стяжками из проволоки.

Под ту часть ветроколеса, где должен находиться главный вал, подкладывают трубку или деревянный кругляк, на котором перемещают, как на опорной точке, крылья до тех пор, пока оба крыла не окажутся уравновешенными.

Эту точку отмечают карандашом на линии соединения обоих крыльев, как центр окружности под будущее гнездо для металлической втулки 8 ветроколеса (см. рис. 16 или деталь С на рис. 15) с толщиной стенок 4 мм.

Внутренний диаметр втулки на 0,2—0,3 мм больше диаметра вала, на который она должна быть надета. Поскольку диаметр главного вала, например, для ветроколеса Д-4 м, равен 45 мм, то наружный диаметр втулки должен быть около 53 мм. Втулка по своей длине на 5—10 мм меньше длины своего гнезда между двумя махами, т. е. в нашем случае около 95—90 мм.

Диаметр отверстия для гнезда втулки должен быть на 0,5 мм меньше наружного диаметра втулки. Отверстие гнезда для втулки расверливают или, раздвинув крылья, разрабатывают долотом, полукруглой стамеской или рашпилем. Подготовив гнездо, вставляют в него втулку и снова соединяют оба крыла. На этот раз крылья соединяются болтами 3 (рис. 15), под которые подкладываются фигурные скобы ж. Отверстия под болты через оба маха сверлят в шахматном порядке для того, чтобы дерево не раскалывалось и в случае появле-

ния трещины возле одного из болтов эта трещина не совпала бы со вторым отверстием под болт.

Если при определении места гнезда втулки на ветроколесе после первой грубой балансировки окажется, что одно из крыльев на 20 или даже 30 мм длиннее другого, то ничего опасного в этом нет. Если же разница между крыльями больше 30 мм, то гнездо для втулки нужно выбрать в таком месте, чтобы оба крыла были одинаковыми по длине. Более тяжелое крыло необходимо уравновесить, прикрепив дополнительный груз на более легкое крыло (на махе или под его обшивкой, например возле «окна» для механизмов регулирования).

Деревянные части крыла, выступающие наружу, лучше всего окрасить креозотом. Это предохранит крыло от гниения. Подходят также некоторые сорта жидкого битума. Если же этих веществ нет, то применяют эмалевую краску, нанося ее тоже в 2—3 слоя.

Втулку ветроколеса на главном валу лучше крепить без шпонки. На валу 1 (рис. 16) делается выточка

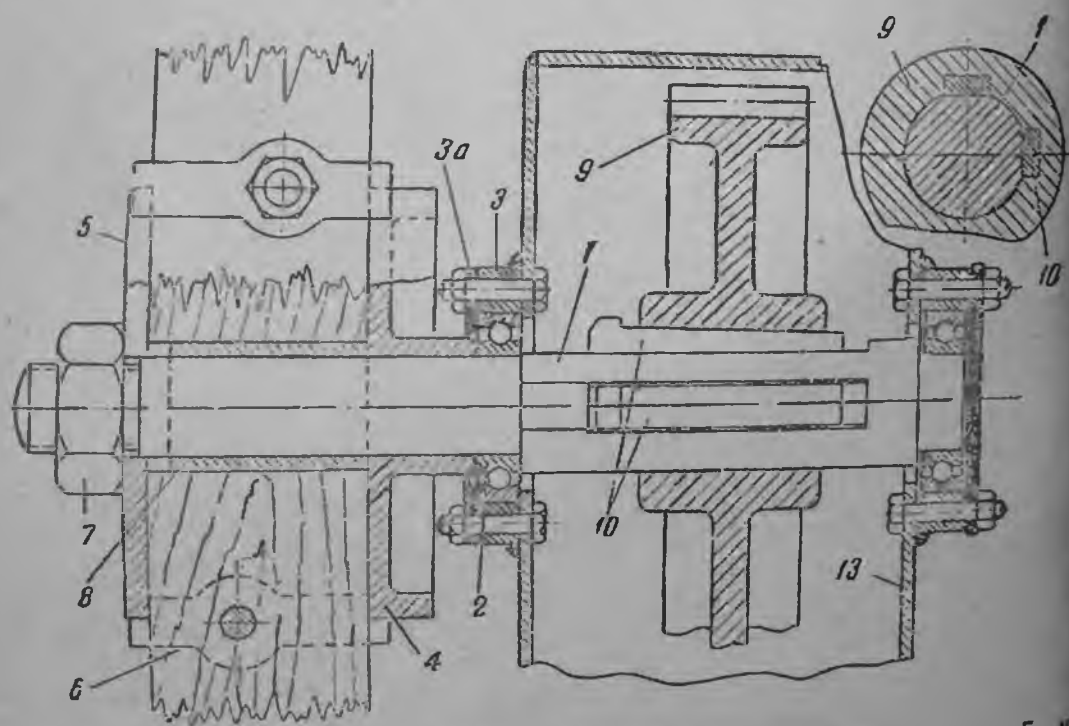


Рис. 16. Крепление втулки ветроколеса диаметром 4 или 5 мм на главном валу 1:

2 — кольцо шарикоподшипника; 3 — обойма; 3а — крышка; 4 — шкивок; 5 — шайба; 6 — мах ветроколеса; 7 — самозатягивающаяся гайка; 8 — втулка; 9 — шестерня; 10 — клиновидные шпонки на лыске вала 1 для крепления шестерни 9; 13 — кожух редуктора

под кольцо шарикоподшипника 2 с внешней обоймой 3. Шарикоподшипник удерживается в обойме двумя выточками на щеках крышки 3а.

На валу подшипник зажат между выточкой и деталью 4, представляющей собой шкивок (диаметр 200 мм), своей плоской стенкой повернутый в сторону ветроколеса 6. Шкивок имеет удлиненную втулку, входящую в крышку подшипника и упирающуюся в его внутреннее кольцо.

На левом конце главного вала делается резьба диаметром около 40 мм по вращению ветроколеса, которое зажимается между шкивком 4 и шайбой 5 (диаметром 200 мм) и стягивается гайкой 7. Зажим получается очень надежный. Если дерево рассохнется и ветроколесо повернется по валу, то вместе с ним повернется гайка 7 и автоматически сожмет его. Вертикальная стенка шкивка 4 удерживает крылья в плоскости вращения.

Если втулка ветроколеса установлена правильно, то оба крыла будут вращаться в одной и той же плоскости. Если в процессе эксплуатации выяснится, что оба крыла вращаются не в одной и той же плоскости, то под крыло, выходящее вперед из плоскости вращения, нужно подложить жестяную пластинку соответствующей толщины и прикрепить ее, чтобы гайка 7, натягиваясь, исправила эту погрешность.

Пластинку прокладывают между шкивком 4 и корпусом маха 6 того крыла, которое выступает вперед из плоскости вращения. Поэтому втулка 8 внутри крыла должна быть короче своего гнезда внутри махов. При таких условиях шкивок 4 и шайба 5 на нее не нажимают и не могут нарушить способность гайки 7 к самозатяжке в случае усыхания дерева махов.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПУСТОТЕЛЬНЫЕ КРЫЛЬЯ

Каждое крыло можно сделать целиком из металла. Мах для такого крыла лучше всего изготовить из труб (рис. 17). Размеры труб для ветроколес различного диаметра приведены в табл. 6. Каждый мах надо изготовлять из двух труб, из которых более толстая должна быть у втулки ветроколеса, а более тонкая — внутри обшитой части крыла. На одном конце крыла у более толстой трубы делают четыре выреза, как показано на чертеже (см. на рис. 17 узел А). Полученные от таких вырезов «лепе-

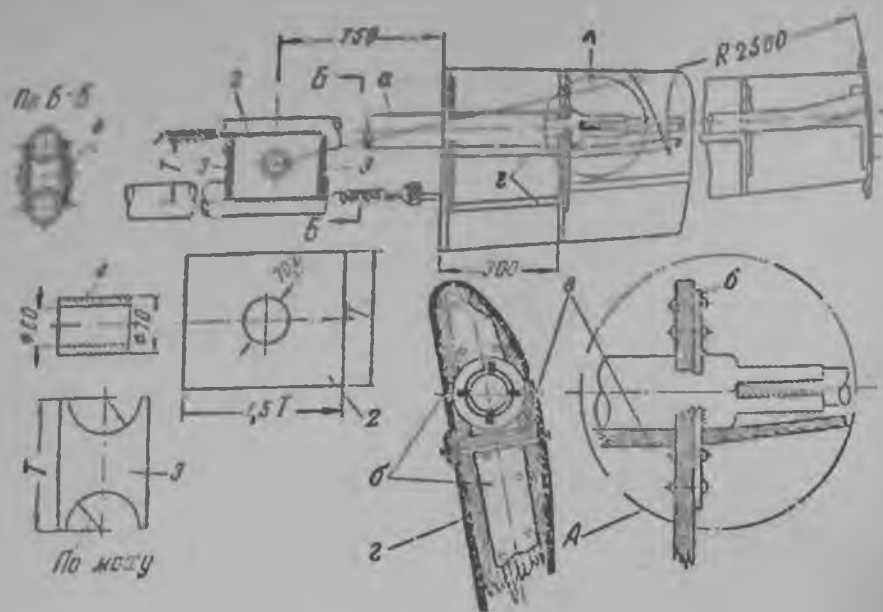


Рис. 17. Металлическое ветроколесо диаметром 4 или 5 м с торцовыми клапанами:

а — ось; б — косынка перлюры; в — стрингер; г — обшивка; Т — расстояние между геометрическими осями махов двух крыльев, д — прямоугольная пластина; е — фасонная пластина; ж — втулка ступицы

Таблица 6

Диаметр ветроколеса (м)	Буквенные обозначения размеров труб и деталей на рис. 21 (мм)										
	а	б	в	г	е	ж	з	и	к	л	м
1,6 и 2,0	25	42/36	300	12	16	17/12	33/27	8	27/21	—	20
2,5 и 3,0	35	60/53	600	16	20	21/16	48/41	10	42/34	—	40
4,0	50	88,80	800	20	25	33,27	60,53	12	48/41	—	50
5,0	60	114/106	1000	25	35	42/35	88,80	16	60/53	—	60

Примечания: 1. Размеры, приведенные в виде дроби, обозначают диаметр труб: в числителе — наружный, в знаменателе — внутренний.
2. Размер л зависит от того, какие имеются трубы на месте.

«Сетки» в раскаленном состоянии отгибают в кузнице, закладывают в них конец меньшей трубы и приваривают электро- или газосваркой. Швы делают вдоль трубы, а

не по окружности, так как при сварке по окружности прочность шва уменьшается ввиду возможных передегов стенки трубы. Для крепления к маху ребер жесткости или первиор к трубе приваривают поперечные козынки б толщиной 5 мм.

Углы установки первиор и их форма те же, что и у деревянного крыла того же диаметра (см. рис. 15). К козынкам б (рис. 17) прикрепляют первиоры а—б медными заклепками из проволоки диаметром 5—6 мм или баттиками. Для этой цели в козынках б сверлят соответствующие отверстия.

Вдоль крыла прокладывают по первиорам струнгеры в. Обшивка г прикрепляется к первиорам металлического крыла так же, как и к первиорам деревянного.

Металлические крылья соединяются между собой иначе. Прежде всего изготовляют ступицу ветроколеса. Из котельной мягкой стали толщиной 5—6 мм вырезают две пластинки типа 2 и две — типа 3. Форма их показана на рис. 17 отдельно. Втулка ступицы в виде трубки 4 должна выступать из ступицы на 5 мм с двух сторон. Значит длина втулки 4 на 10 мм больше, чем диаметр трубы маха вместе с наложенными на нее двумя пластинками 2.

Сварку готовых крыльев со ступицей осуществляют следующим образом: сначала на главный вал ветроколеса, поставленный вертикально, надевают втулку 4. Втулку (с валом) вставляют в отверстие пластинки 2 и приваривают пластинку перпендикулярно к втулке. Затем приваривается не особенно крепко, так, чтобы можно было и отогнуть, и оторвать, в случае необходимости, один мах крыла к пластинке 2. Нужно следить, чтобы втулка была перпендикулярна к маху, а первиоры крыла — установлены под нужными углами к плоскости вращения.

Затем так же приваривается сваркой мах второго крыла в одной точке. Линия, соединяющая центры концов двух махов, должна проходить через линию оси втулки и быть к ней перпендикулярной.

Уложив всю заготовку на пол, проверяют, находятся ли махи крыльев в одной и той же плоскости, т. е. прилегают ли они к полу. Если нет, то соответствующее крыло отгибают на нужную величину. Если махи находятся в одной плоскости, то заготовку поворачивают на

другую сторону и сверху накладывают вторую пластинку 2, приваривая ее сваркой к втулке и, непрочной, — к махам обоих крыльев.

Снова проверяют, остались ли крылья в одной плоскости, проходит ли линия, соединяющая центры концов двух махов, через ось втулки, и перпендикулярны ли эти обе линии друг к другу. Если нет, то опять подгибают нужное крыло. Затем обе пластинки 2 приваривают прочно продольным швом к трубам обоих махов. После этого ставят на место и приваривают две распорные пластинки 3 к пластинкам 2 и к свободному концу каждого маха, а не к маху на рабочей части крыла, чтобы не пережечь трубу в ее рабочем участке.

Ступица ветроколеса, сваренная таким способом, достаточно легка и надежна в работе. Но если в процессе сварки снова нарушится балансировка ветроколеса и обнаружится, что крылья неуравновешены, то, чтобы это исправить, к более легкому крылу прикрепляют груз. Если крылья не будут расположены в одной и той же плоскости, то трубу одного из махов нужно изогнуть.

Ступица цельнометаллического ветроколеса крепится на главном валу без шпонки (концевой гайкой).

Металлическое ветроколесо окрашивают масляной краской.

Размеры металлических крыльев на чертеже даны для ветроколеса диаметром 5 м. По рис. 17 можно сделать крылья для ветроколеса любого диаметра до 5 м. Если из одного листа кровельного железа нельзя сделать целую обшивку одного крыла, а приходится ее делать составной, то нужно соблюдать два условия: во-первых, соединять листы можно только на наветренной, плоской стороне крыла. Соединения (швы) обшивки на выпуклой стороне могут резко снизить мощность ветродвигателя. Во-вторых, соединения должны быть выпуклыми так, чтобы край листа ложился на другой край с небольшим выступом (именно так, как показано на рис. 17).

На выпуклой и плоской сторонах крыла недопустимы впадины, выступы и т. д. Опыт показал, что очень глянцевая глянцевая окраска может на несколько процентов увеличить мощность ветроколеса и, наоборот, крылья ржавые или покрытые потрескавшейся и шероховатой

краской могут иногда вдвое снизить мощность машины по сравнению с гладкими крыльями.

ОГРАНИЧИТЕЛИ ОБОРОТОВ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ (РЕГУЛИРОВАНИЕ)

При очень сильном ветре число оборотов ветроколеса может достигнуть такого предела, при котором под влиянием центробежной и других сил крылья могут разлететься в разные стороны. Так как каждое крыло имеет окружную скорость не менее 150, а иногда и 200 км час, то, сорвавшись с места, крыло может ранить или убить человека. Даже сплошные склеенные деревянные крылья, обладающие относительно большим запасом прочности, не застрахованы от такой аварии. Поэтому и на них желательно ставить регуляторы—ограничители оборотов. Следует отметить, что вращающееся ветроколесо не в достаточной степени защищено боковой лопатой от поломки во время шторма, настолько велико иногда действие гироскопических сил на мах крыла при повороте головки ветродвигателя вокруг вертикальной оси.

На пустотелых составных крыльях нужно обязательно ставить регуляторы—ограничители оборотов. Кроме того, что ограничители оборотов защищают ветроколесо от разрушения, они имеют еще второе, не менее важное значение: сдерживая обороты ветроколеса, они тем самым ограничивают и наибольшее напряжение генератора, а при зарядке аккумуляторов — наибольшую силу подаваемого тока. Следовательно, ограничитель оборотов ветроколеса защищает генератор и аккумуляторы от перегрузки. Благодаря такой регулировке незаряженные аккумуляторы можно заряжать при сильном ветре полной мощностью, а по мере того как аккумуляторы заряжаются, сила подаваемого тока падает автоматически, не допуская перезаряда аккумуляторов.

Приводим описание двух наиболее простых в изготовлении и надежных в эксплуатации устройств для ограничения оборотов ветроколеса: а) с клапаном на торце крыла; б) с клапаном на обшивке сбоку крыла.

При выборе одного из этих двух типов регулирования необходимо помнить, что торцовый клапан удобнее монтировать на металлическом пустотелом крыле ветроколеса диаметром от 2,5 до 5,0 м.

Для деревянных пустотелых крыльев лучше применять регулированные клапанами на обшивке. В сплошное крыло вмонтировать торцовый клапан нельзя (клапан пришлось бы ставить на отдельных кронштейнах, в результате чего вес ветроколеса удвоится), но зато можно — клапан на обшивке.

Такой же клапан на обшивке можно применить и на металлическом пустотелом крыле. Поэтому выбирают тот или иной клапан только в зависимости от имеющихся материалов и возможностей изготовления. Что касается надежности в работе, степени ограничения оборотов и единственного недостатка — некоторого снижения мощности ветроколеса, то оба регулятора примерно равноценны. Мощность ветроколеса снижается сравнительно не намного — 7—9% (на его рабочем режиме). Но с этим приходится мириться, учитывая те огромные преимущества, которыми обладает ветродвигатель, снабженный ограничителем числа оборотов.

Торцовые клапаны, как и клапаны на обшивке, открываясь, оказывают сопротивление вращению ветроколеса. Они являются воздушными тормозами.

Торцовые клапаны

Торцовый клапан (рис. 18) имеет вид овальной пластинки 1, сделанной из дюралюминия толщиной 4 мм, шарнирно прикрепляемой на конце (торце) крыла. Пластика выгнута по окружности, описанной из центра ветроколеса радиусом, равным длине крыла. В нормальном (закрытом) положении клапан прижат к своему седлу при помощи пружины 2. Для уменьшения потерь энергии ветра клапан имеет обтекаемую форму профиля, который в передней части толще, чем в задней. В передней утолщенной части клапана сделан фасонный вырез. Этим вырезом он прилегает к неподвижной пластинке 12, укрепленной заклепками на отбортовке обшивки крыла.

При достижении предельного по расчету числа оборотов ветроколеса центробежная сила клапана 1 преодолевает силу натяжения пружины 2, клапан открывается (на рис. 18 это положение показано штриховыми линиями) и тормозит вращение. Так как клапан постепенно открывается, плечо центробежной силы клапана все более приближается к оси его поворота. При этом

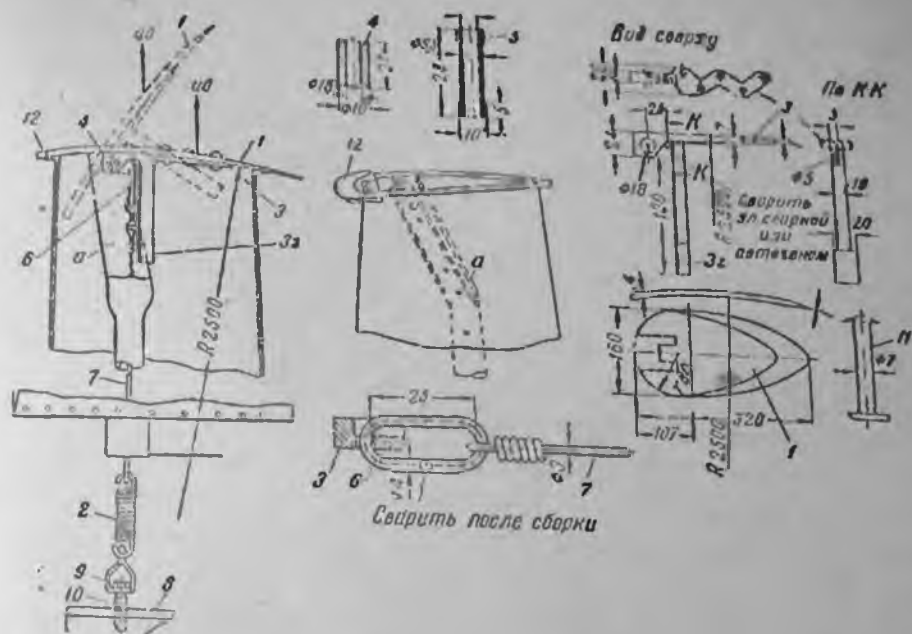


Рис. 18. Торцовый клапан и его детали:

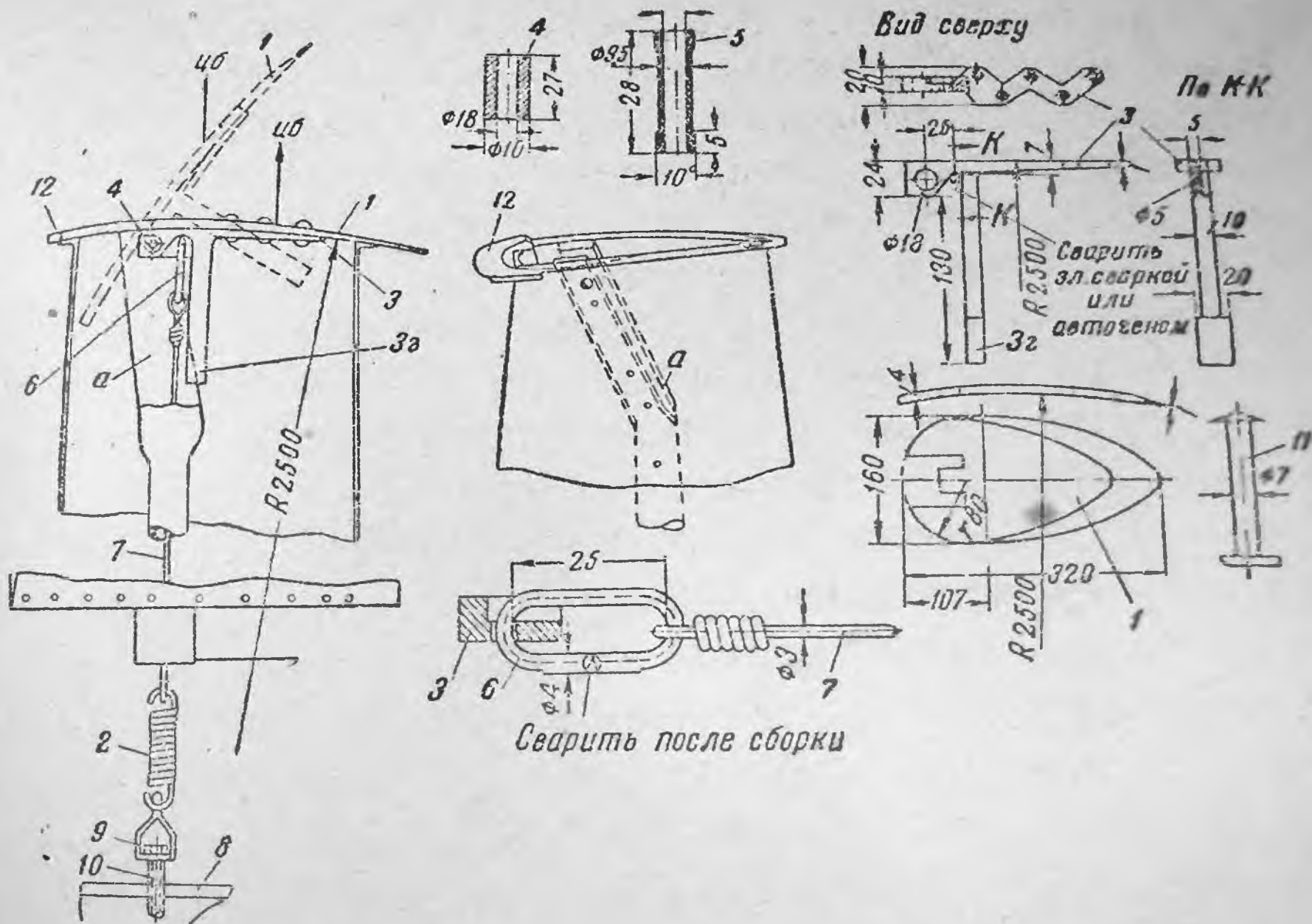
а — развилка на конце трубчатого маха; ω — направление центробежной силы; 1 — пластинка клапана, 2 — пружина; 3 — основание клапана; 3г — выступ; 4 — втулка оси клапана; 5 — трубка, вставляемая во втулку 4; 6 — серьга; 7 — проволоочная тяга; 8 — пластинка прикрепляющая крайнюю нервюру; 9 — вертлюг; 10 — болт; 11 — ось шарнира клапана, 12 — фасонная пластинка отбортовки обшивки крыла

уменьшается момент усилия, стремящийся открыть клапан. Чтобы увеличить этот момент, у основания 3 клапана делают выступ 3г.

На рис. 18 приведены основные детали торцового

Таблица 7

Диаметр ветроколеса (м)	Диаметр проволоки (мм)	Средний диаметр витка (мм)	Число витков пружины	Проверочное усилие на прочность (кг)	Усилие предварительной затяжки (кг)
1,6 и 2,0	3,5	30	25	25	16,5
2,5 и 3,0	6,0	39	16	65	51
	5,5	30	24	65	51
4,0	6,0	32	42	80	67
	5,0	25	52	80	67
5,0	7,0	50	20	120	82



Р и с. 18. Торцовый клапан и его детали:

a — развилка на конце трубчатого маха; $\phi 18$ — направление центробежной силы; 1 — пластинка клапана; 2 — пружина; 3 — основание клапана; $3г$ — выступ; 4 — втулка оси клапана; 5 — трубка, вставляемая во втулку 4 ; 6 — серьга; 7 — пружинная тяга; 8 — пластинка, прикрепляющая край клапана к нервюру; 9 — вертлюг; 10 — болт; 11 — ось шарнира клапана; 12 — фасонная пластинка отбортовки обшивки крыла.

Клапана для крыла ветроколеса диаметром 5 м, а для меньшего диаметра все размеры деталей клапана соответственно уменьшаются. В табл. 7 даны размеры пружины 2 для торцового клапана в зависимости от диаметра ветроколеса.

Монтаж торцового клапана производится в следующем порядке (см. рис. 18). Перед тем как наложить на каркас крыла обшивку, конец маха разогревают в горне, разрубая вдоль оси и «расплескивают» половинки *a*, делая их по толщине и форме похожими на «вилку». Обшивку прикрепляют к «вилке» 2—3 мелкими заклепками с каждой стороны крыла. Края обшивки у торца крыла отгибают и отбортовывают на ширину 7—8 мм. Этим придается обшивке на конце крыла необходимая жесткость. Отбортовка края крыла делается по линии окружности, описанной тем же радиусом, что и радиус окружности, по которой выгнута пластинка клапана.

Затем приступают к монтажу подшипника для поворотной оси клапана.

В основание 3 клапана 1 впрессовывают бронзовую втулку 4, в отверстие которой вставляют (со слабину в 0,15 мм) стальную трубку 5, заранее пролуженную в баббите Б-84. Такая подшипниковая пара не только годами не ржавеет, но и не нуждается в смазке, которая вообще не могла бы удержаться в ней при высоких оборотах ветроколеса. Там, где имеются хромировочные мастерские, втулку можно сначала покрыть медью, потом никелем, а затем уже хромом. Это предохранит подшипник от ржавчины и износа.

Трубка 5 должна иметь длину на 1 мм больше, чем длина бронзовой втулки 4, и в точности соответствовать расстоянию внутри «вилки». Клапан 1 с приклепанной к нему деталью 3 и серьгой 6 вставляют в вилку *a*, через отверстие в обшивке и «вилке» вкладывают ось шарнира 11, имеющую вид заклепки. Свободный конец ее затем расклепывают. К передней части отбортовки приклепывается на нескольких заклепках неподвижная фасонная пластинка 12. Следует, конечно, заранее пригнать к ней форму выреза в дюралюминиевом клапане 1 так, чтобы он мог свободно открываться, не задевая за пластинку 12.

К серьге 6 (концы которой должны быть сварены электросваркой до вставки клапана в крыло) прикреп-

ляют проволоку 7, второй конец которой пропускается наружу через трубу маха крыла.

Когда ветроколесо собрано, то к этому концу проволоки 7 и прикрепляют пружину 2. Пружину натягивают с помощью болта 10, головка которого вставлена в вертлюг 9 таким образом, что болт можно прокручивать, не вызывая вращения пружины. Гайка этого болта неподвижно (лучше всего сваркой) крепится к металлической пластинке 8, прикрепляющей деревянную персьюру к маху второго крыла.

Степень необходимой предварительной затяжки пружины узнают так: подвешивают к пружине груз весом, указанным в таблице 7 («усилие предварительной затяжки»), и замеряют, на какую величину она удлинилась. На эту величину и натягивают пружину после того, как она установлена на своем месте в ветроколесе.

Следует помнить, что механизм клапанного регулирования лучше всего вставлять в каждое отдельное крыло во время его сборки, а пружину и ее тягу только после сварки ступицы, т. е. по изготовлении ветроколеса.

После балансировки ветроколеса его ставят на головку ветродвигателя и запускают в работу на ветру. Меняя степень затяжки пружин у обоих крыльев, добиваются того, что ветродвигатель работает с нужными оборотами. Как определить нужные обороты ветроколеса, указано в следующем разделе.

Если нет дюралюминия для пластин клапанов, то его можно заменить алюминием в 1,5 раза большей толщины или же листовой сталью вдвое меньшей толщины. Но на пластинке из листовой стали приходится делать две накатки, чтобы придать ей жесткость. Накатки делают вдоль пластинки, т. е. параллельно плоской части профиля крыла. Поперек движения крыла такие накатки делать нельзя, так как клапаны, даже не открываясь, будут сильно тормозить вращение ветроколеса. Но стальные и алюминиевые клапаны имеют разный вес, поэтому размеры пружины и усилие затяжки по табл. 7 придется изменить.

Если имеется листовой дюралюминий толщиной 2 мм, то из него вырезают по две пластинки для одного и того же клапана, изгибают их под нужным изгибом, а затем склеивают вместе алюминиевыми или дюралюминиевыми заклепками, головки которых утапливают впо-

тай в пластинках. Расстояние между заклепками надо делать по 10—15 мм. Это придает клапану прочность и жесткость.

Клапаны на обшивке

На рис. 19 изображен клапан ограничителя оборотов (системы Перли с поворотом клапана по способу Шаманина) на обшивке крыла для ветроколеса диаметром 1,6 м. Для ветроколеса иного диаметра размеры клапана меняются пропорционально соотношению диаметров. Размеры пружины *K11*, вес грузов и т. д. показаны в табл. 8.

Таблица 8

Диаметр ветроколеса (м)	Начало ограничения оборотов (об./мин.)	Размеры пружины				Толщина дюралюминия (мм)	Вес груза (г)	Расстояние от центра груза до оси клапана (мм)
		диаметр проволоки (мм)	средний диаметр кольца пружины <i>D</i> ср (мм)	длина заготовки (мм)	число витков			
1,6	700	0,80	6,5	170	7,5	0,40	9	25
2,0	500	0,95	8,0	230	9,0	0,60	20	42
2,5	400	1,35	9,0	310	12,0	0,75	30	70
3,0	300	1,55	10,0	360	12,0	1,00	50	100
4,0	200	2,00	10,0	460	15,0	1,20	100	130
5,0	150	2,50	12,0	530	15,0	1,50	225	160

Поскольку у ветроколеса Д-1,6 м оба крыла деревянные и не пустотелые, а сплошные, то для размещения клапана делают «окно» — прорезь в крыле, а вместо обшивки конец крыла оковывают тонкой жестью (например от консервных банок).

Для двигателя Д-1,6 м пластинка *K1* клапана изготовляется из листа дюралюминия толщиной 0,4—0,5 мм (или из листа алюминия в 1,5 раза более толстого) и приклепывается шестью заклепками $\varnothing 1,5$ мм к скобе *K3*. Груз *K5* на кронштейне *K4* при вращении ветроколеса под влиянием центробежной силы стремится не только оторваться в сторону от оси вращения ветроколеса, но и, повернувшись вокруг оси *K2*, стать в плоскость вращения ветроколеса. При этом груз увлекает за собой

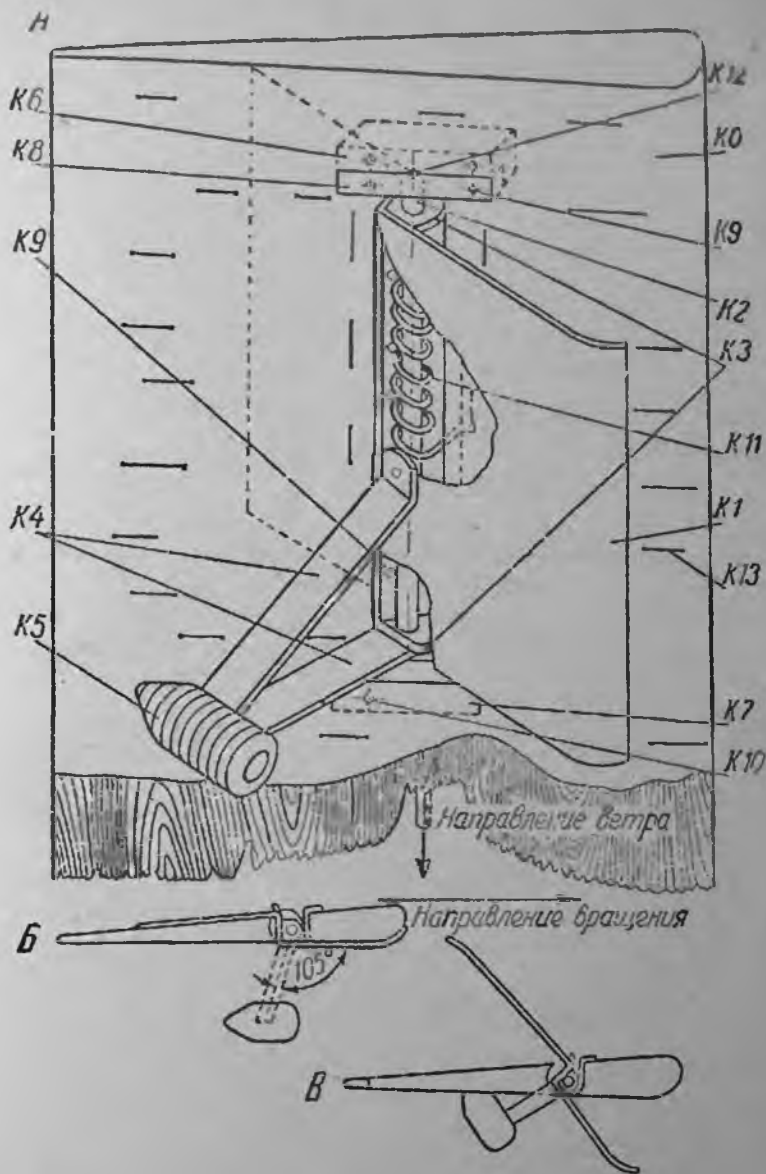


Рис. 19. Клапан на обшивке:
 А — общий вид, Б и В — схемы действия; К0 — обшивка крыла; К1 — пластинка клапана; К2 — ось; К3 — скоба; К4 — кронштейн; К5 — груз; К6 — подшипник верхний, К7 — подшипник нижний; К8 — накладка подшипника; К9 — заклепка; К10 — заклепка; К11 — пружина; К12 — шарик; К13 — скоба к обшивке

ось К2, разворачивает пружину К11 и ставит клапан К1 в тормозное положение (см. рис. 19, В). Если пружина имеет достаточную предварительную затяжку, то при небольших оборотах ветроколеса клапан остается в закрытом положении (рис. 19, В) и его края плотно прижа-

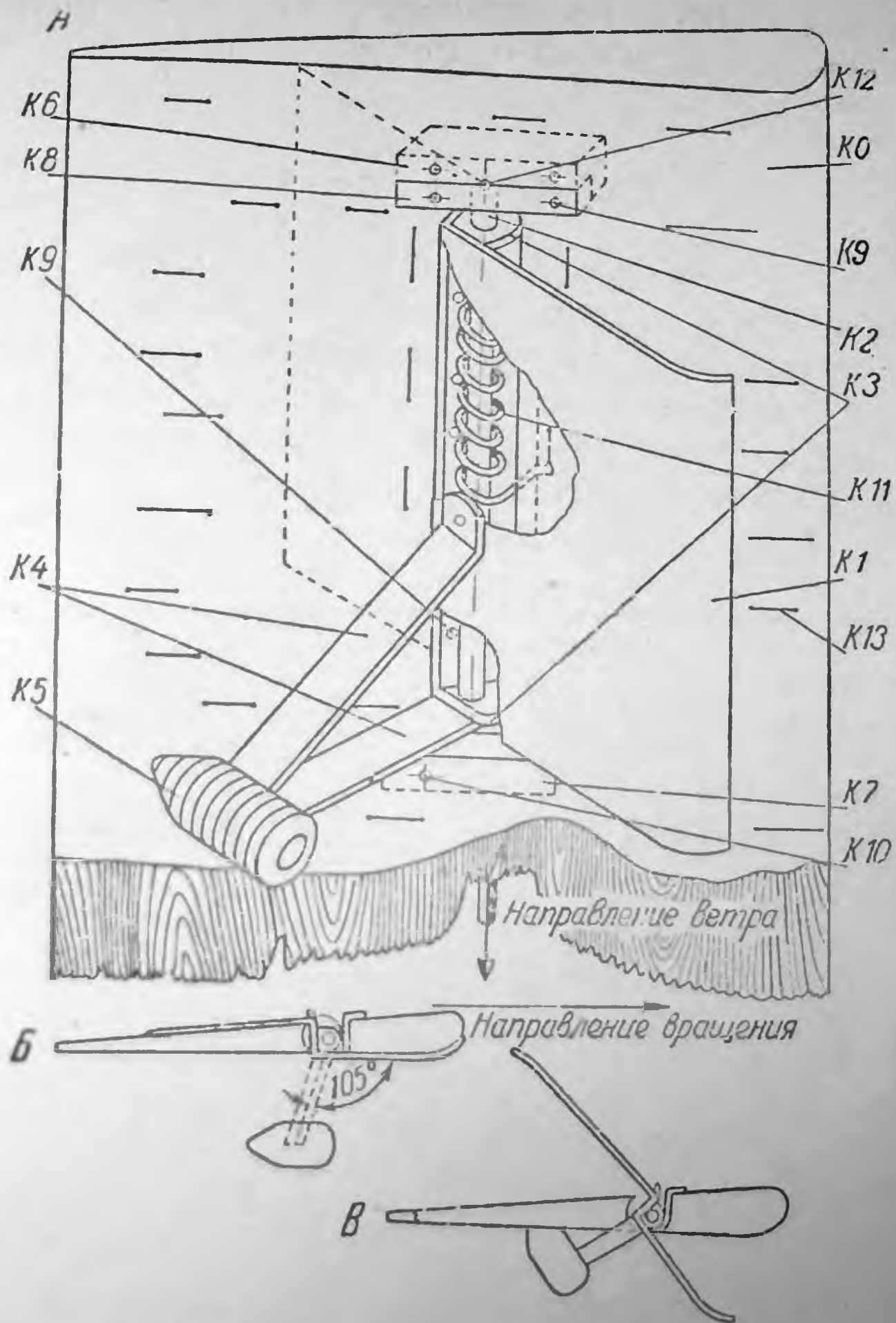


Рис. 19. Клапан на обшивке:
 А — общий вид, Б и В — схемы действия; К0 — обшивка крыла; К1 — пластинка клапана; К2 — ось; К3 — скоба; К4 — кронштейн; К5 — груз; К5 — подшипник верхний; К7 — подшипник нижний; К8 — накладка подшипника; К9 — заклепка; К10 — заклепка; К11 — пружина; К12 — шарик; К13 — скоба к обшивке

ты к обшивке (оковке) крыла, образуя с ней одно целое. Тогда клапан почти не мешает вращению ветроколеса.

Ось *K2* установлена в бронзовых подшипниках *K6* и *K7* с накладками *K8*. Отверстия под эту ось сверлятся в подшипниках *K6* и *K7*, собранных вместе с накладками *K8*. Ширина подшипников равна толщине профиля крыла. Ось *K2* вставляют в прорезь в корпусе крыла, сделанную вдоль по направлению радиуса от центра ветроколеса. Подшипники *K6* и *K7* приклепывают, а затем припаивают к выпуклой части обшивки изнутри ее. Если применена оковка у деревянного крыла, то ею охватывают концевую часть крыла, после чего в ней делают вырезы для клапана и накладок *K8*. Оковку прикрепляют к дереву крыла с помощью П-образных скобок *K13*, сделанных из проволоки толщиной 0,3—0,5 мм. Концы их, выступающие из оковки более чем на 2 мм, откусывают, заворачивают по направлению вращения ветроколеса и припаивают к оковке.

Чтобы оси подшипников лежали правильно, следует перед пайкой подшипники *K6* и *K7* снаружи облудить, затем в собранном виде вместе с клапаном поставить на место, сжать тисками и прогреть оковку снаружи паяльной лампой и тем самым припаять к ней подшипники. В корпусе подшипника *K6* вставляется стальной шарик *K12* для восприятия силы упора вдоль оси *K2*. Чтобы избежать заклинивания клапана, ось *K2* должна иметь возможность передвигаться в подшипниках с зазором в 0,10—0,15 мм.

Пружину *K11* (рис. 20) изготавливают из высококачественной стальной пружинной проволоки, но можно воспользоваться стальным тросом или струной. Если проволока не оцинкована, то, изготовив пружину, предохраняют ее от ржавления оловянным лужением.

В табл. 8 размеры пружины даны для шести ветроколес различного диаметра. Каждую пружину обязательно следует опробовать на прочность, закрутив на 2,5 оборота. Хорошая пружина после освобождения вернется в первоначальное состояние. В противном случае следует попытаться улучшить ее качество, продержав в нагретом почти до кипения машинном масле в течение 10—12 минут, а затем вынуть и охладить на воздухе. Если новое опробование покажет, что пружина не улучшилась, тог-

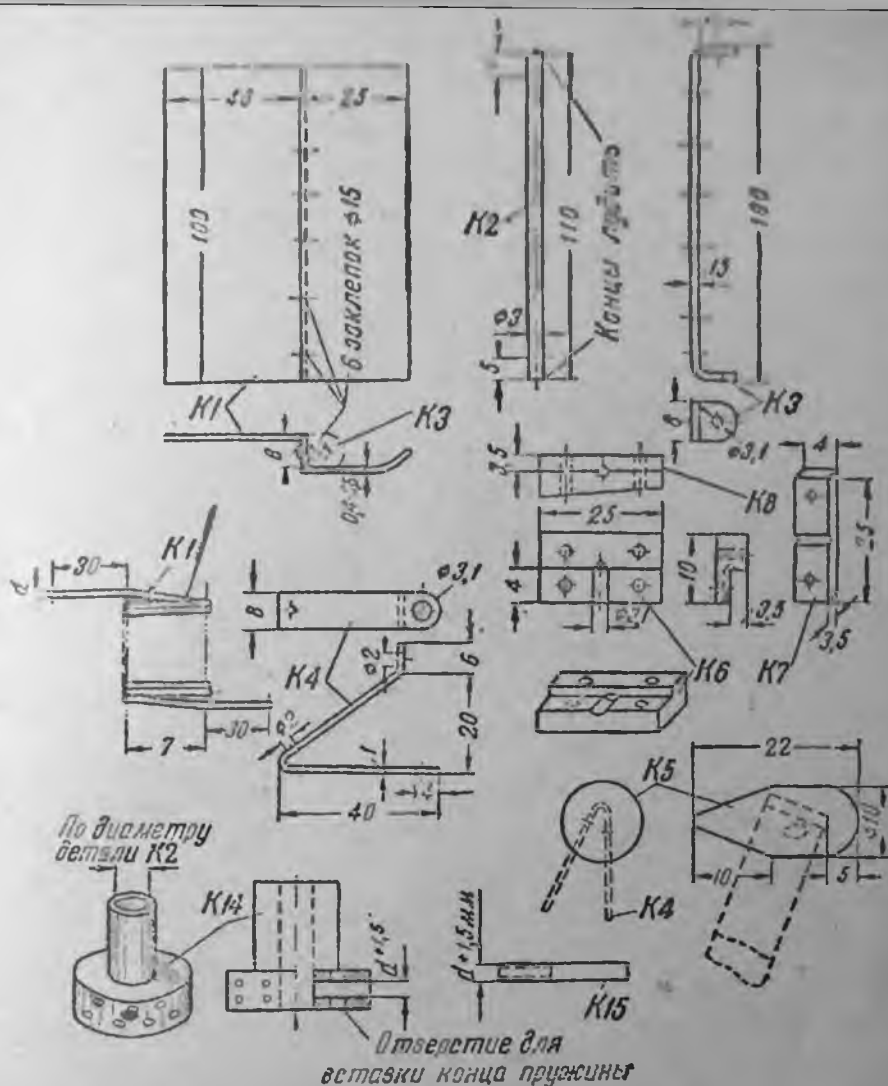
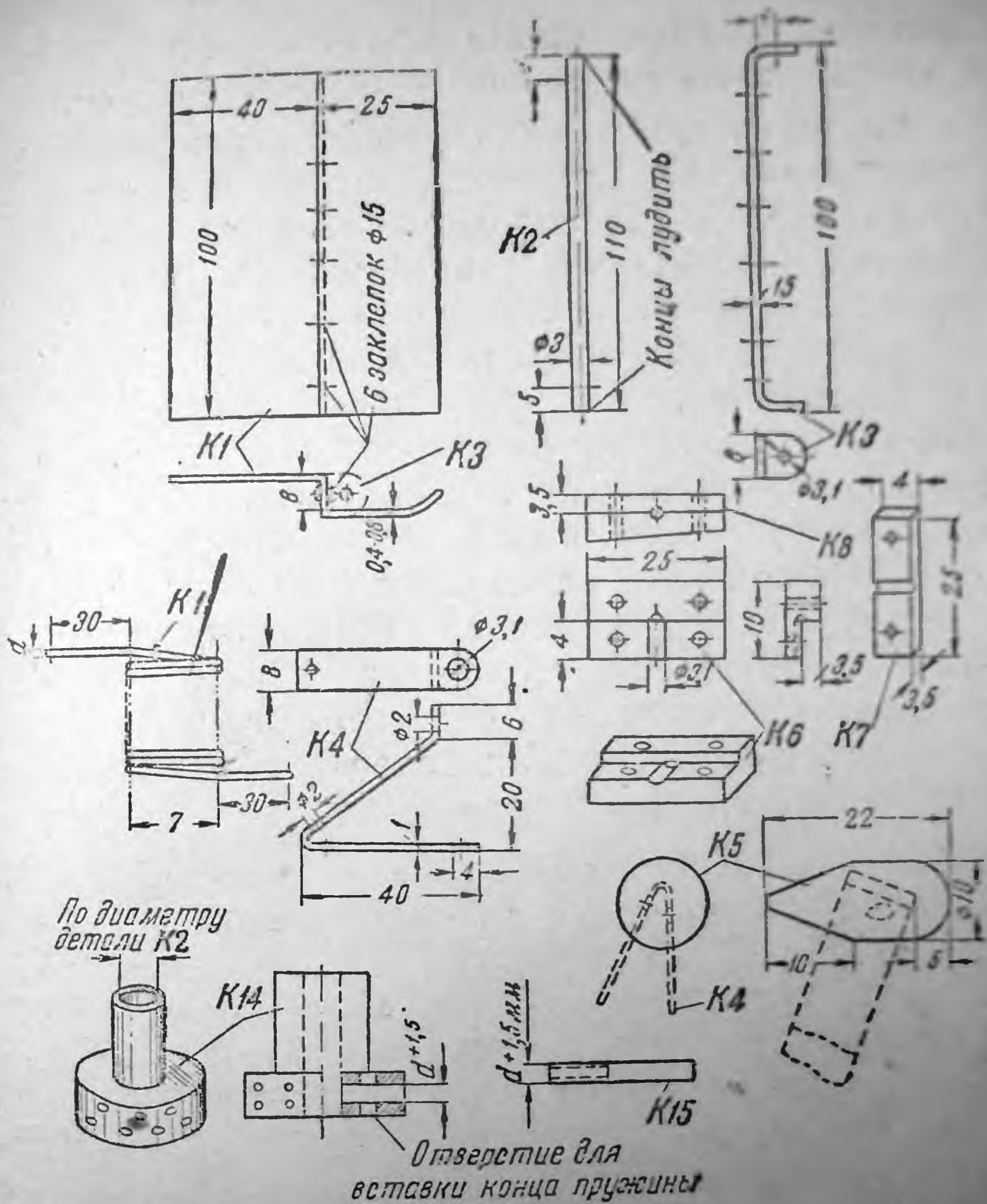


Рис. 20. Детали клапана на обшивке:
 K1 — пластинка клапана; K2 — ось; K3 — скоба;
 K4 — кронштейн; K5 — груз; K6 — подшипник верхний;
 K7 — подшипник нижний; K8 — накладка;
 K11 — пружина; K14 — натяжка; K15 — стержень к натяжке

да придется достать другую проволоку того же диаметра, но лучшего качества.

Клапан собирают в следующем порядке: на ось K2 надевают один конец скобы K3, затем на нее же надевают пружину K11, закрученную на 1,5 оборота. После этого надевают на ось второй конец скобы K3 и кронштейн K4 с прикрепленным грузом K5. Скоба K3 и клапан K1 склепываются. Кронштейн K4 и оба конца скобы K3 припаиваются оловом к оси K2, причем угол наклона кронштейна к клапану должен быть около 105°



Р и с. 20. Детали клапана на обшивке:
 К1 — пластинка клапана; К2 — ось; К3 — скоба;
 К4 — кронштейн; К5 — груз; К6 — подшипник верх-
 ний; К7 — подшипник нижний; К8 — накладка;
 К11 — пружина; К14 — натяжка; К15 — стержень
 к натяжке

с обязательным отклонением в сторону тонкой части крыла, иначе клапан не будет открываться.

Собраный клапан вставляют в подшипник, а концы оси *K2* закрепляют накладками *K8*. Один конец пружины *K11* должен упираться в клапан *K1*, а другой — в корпус крыла так, чтобы клапан плотно прижимался к крылу.

Чтобы с лицевой стороны крыла пружина не была открыта действием ветра, к лапкам скобы *K3* нужно припаять жестяную защитную пластинку (на рис. 19 она не показана). Для ветроколеса диаметром более 3 м груз можно сделать из свинца, но для ветряка Д-1,6 м свинцу надо придать большую твердость, иначе при быстром вращении ветроколеса он сорвется. Для этой цели, заливая расплавленный свинец в форму (в которую вставляется предварительно залуженный конец кронштейна *K4*), добавляют к свинцу сурьмы. Если нет этих материалов, то груз можно сделать медным из двух половинок и приклепать к кронштейну, придав грузу затем обтекаемую форму.

Регулировку готовых клапанов осуществляют следующим образом. Ветроколесо запускают в работу, оставляя в рабочем положении клапан только на одном крыле, а на другом — привязывают к крылу. В это время к генератору должен быть подсоединен только вольтметр. Скорость ветра должна быть не более 5—6 м/сек. При таком ветре в случае отказа клапана от работы не может быть аварии (разгона) ветроколеса. Но ненагруженный ветряк разовьет скорость вращения, при которой ограничитель оборотов начнет работать. Один человек, став сбоку в плоскость вращения крыльев, наблюдает за поведением клапана, а другой — за показаниями вольтметра. При 6-вольтовом генераторе клапан должен начать открываться, когда напряжение достигнет 6 вольт. Если клапан начинает открываться при более высоком напряжении, то следует уменьшить затяжку пружины, отогнув ее концы. Если же клапан открывается при меньшем напряжении, то соответственно увеличивают затяжку пружины.

При ветроколесах диаметром 2,5 м и более клапан становится настолько большим, что можно насадить особую втулку — регулятор затяжки пружины (деталь *K14*) с отверстиями на ее поверхности. Если в одно из этих

Отверстий вставить один конец пружины, а другой ее конец зафиксировать неподвижно, то, поворачивая ветроколесо, вал и втулку (от руки), можно легко отрегулировать натяжку пружины.

Наладив клапан одного крыла, приступают к налаживанию второго. Для этого первый клапан привязывают к крылу, а второй отвязывают.

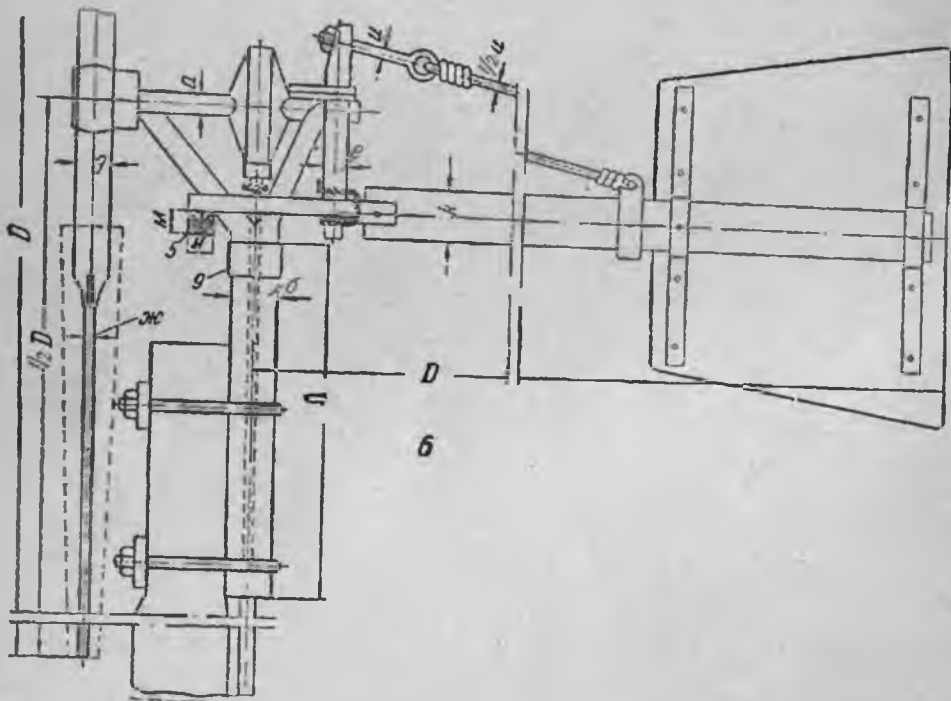
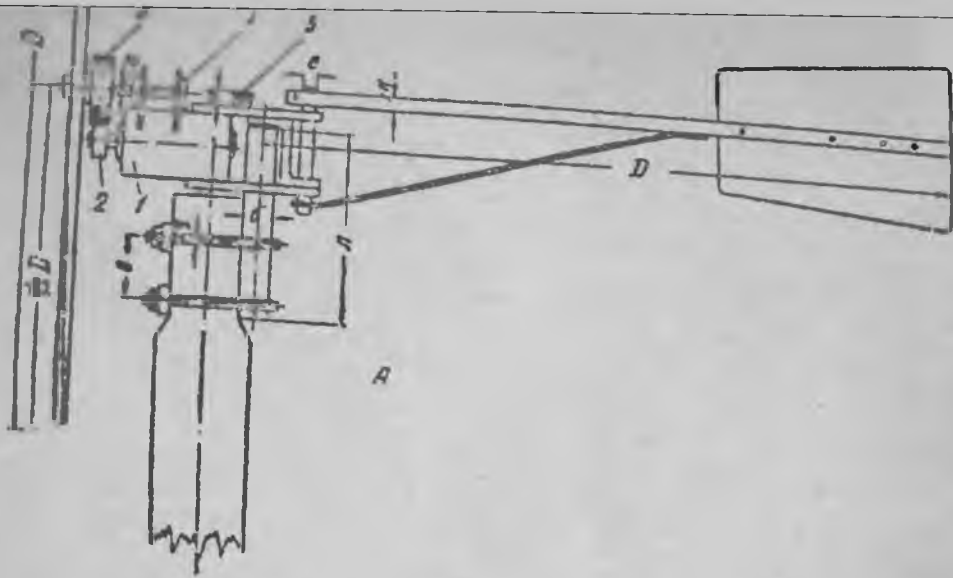
Вместо ослабления затяжки пружины можно увеличивать вес грузика К5, но это вызывает осложнение, так как придется заново производить балансировку ветроколеса. Балансировка ветроколеса с клапанами производится только после их установки на обоих крыльях.

В приложениях 1 и 2 (см. стр. 92—94) приведен список деталей ветродвигателя УД-1,6 и его регулятора оборотов на обшивке крыла.

ГОЛОВКА ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Описанная выше головка агрегата УД-1,6 состоит из вала ветроколеса, штыря (на котором вся головка поворачивается по ветру), хвоста для установки по ветру и боковой лопасти для защиты от шторма. На рис. 21 показаны схемы двух устройств головки ветродвигателя. На рис. 21,А дано устройство генератора на головке, а на рис. 21,Б устройство головки с трансмиссией к генератору, установленному внизу опорной мачты. В последнем случае для устройства головки используется задний мост автомашины.

На рис. 21 буквами обозначены основные размеры элементов головки и ветроколеса, приведенные в табл. 6, которая дает возможность, в зависимости от диаметра ветроколеса, выбрать размеры вала, штырей и т. д. нужной прочности. С другой стороны, зная, например, диаметр a конца полтоси автомашины (см. рис. 21,Б), можно определить, какого диаметра ветроколесо на ней можно ставить. Что же касается размеров хвоста, то длина его должна быть приблизительно равна диаметру ветроколеса, а площадь оперения — составлять около 5% от площади, ометаемой ветроколесом. Чтобы определить размеры деталей другого ветроколеса, нужно размеры, показанные для детали ветроколеса УД-1,6, увеличивать пропорционально соотношению диаметров этих двух ветродвигателей.



Р и с. 21. Схемы двух устройств головки ветродвигателя:
 А — устройство генератора на головке с зубчатой передачей к нему; 1 — генератор, 2 — малая шестерня зубчатой передачи; 3 — большая шестерня зубчатой передачи; 4 — бобышка с подшипником; 5 — стержень боковой лопасти; Б — устройство головки с трансмиссией к генератору, установленному внизу опорной мачты

У боковой лопасти стержень должен быть такой длины, чтобы оперение лопасти начиналось на расстоянии 0,03 диаметра от ометаемой крыльями окружности. Раз

меры труб и других деталей ветроколеса в зависимости от его диаметра приведены в табл. 6.

При определении размеров деревянного крыла для ветроколес диаметром 2,0; 2,5; 3,0 и 5,0 м берутся размеры, указанные на рис. 17 для ветроколеса Д-4,0 м, но уменьшенные (или увеличенные) во столько раз, во сколько диаметр 2,0; 2,5; 3,0 и 5,0 м меньше или больше диаметра 4,0 м. Эти изменения не касаются, конечно, толщины нервюр, стрингера и обшивки, менять размеры которых по сравнению с Д-4 м не следует.

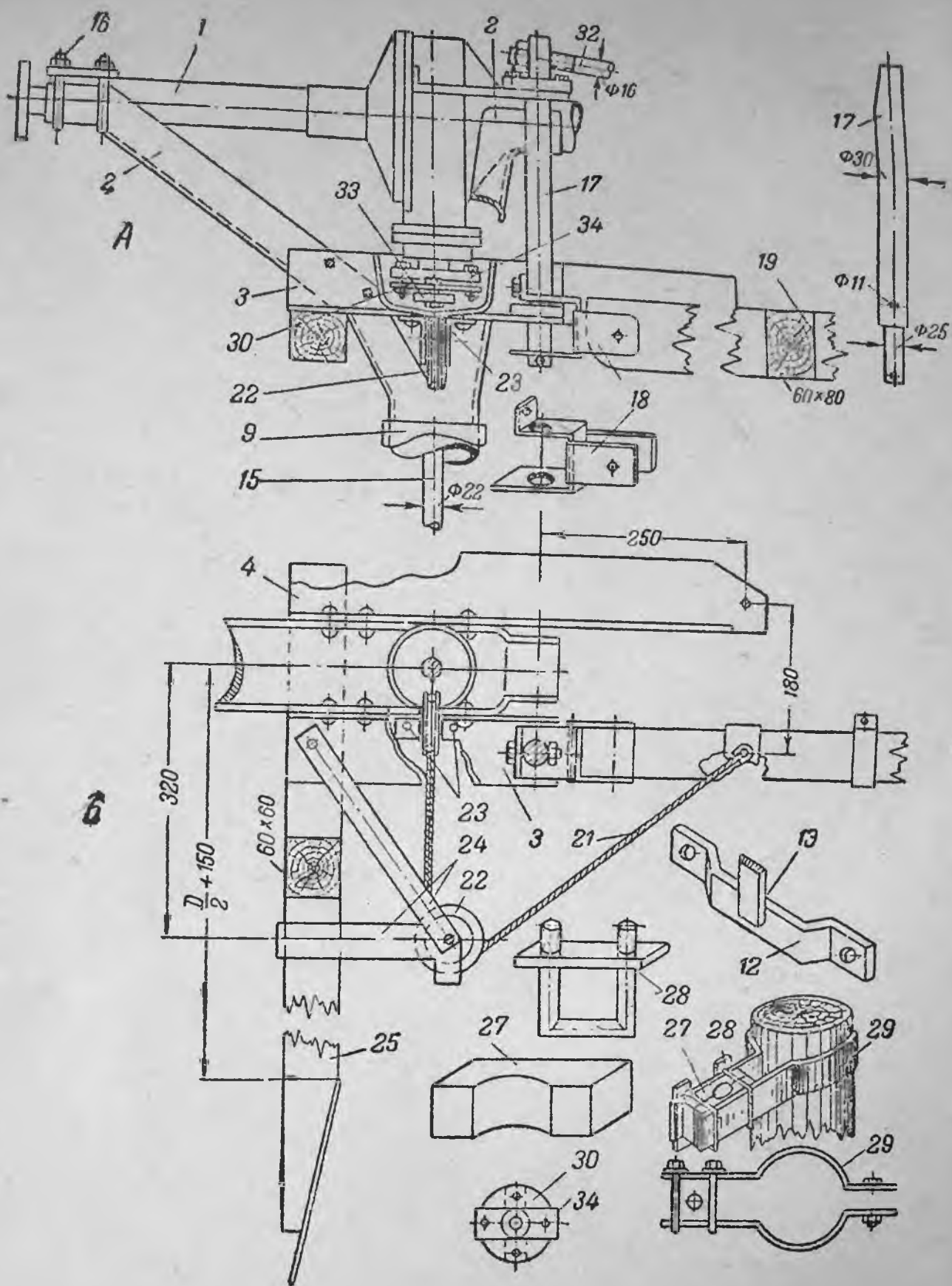
На рис. 21,А приведена схема головки, для которой использована передача от главного вала мотора автомашины к распределительному валу. Этот механизм применен здесь для передачи вращения от вала ветроколеса к валу генератора. Передаточное отношение 1:2. При деревянном ветроколесе диаметром 2,0 и 2,5 м большая текстолитовая шестерня 3 крепится на валу ветроколеса, а малая 2 — на валу генератора мощностью 100—150 вт.

Главный вал помещается в двух шариковых подшипниках, закрепленных на кронштейнах генератора. К этим кронштейнам прикрепываются (или привертываются) бобышки 4, в которых расточены гнезда под шарикоподшипники. Крепление генератора может быть и такое, как показано на рис. 5.

Особое внимание должно быть уделено выбору большой шестерни 3 для ветроколеса, имеющего диаметр от 2 до 5 м. Модуль¹ большой шестерни (выраженный в миллиметрах) должен быть равен (или немного больше) диаметру ветродвигателя (выраженному в метрах) — при чугунных шестернях и точно равен — при стальных шестернях (например, от мотоцикла или автомашины). Следует иметь в виду, что у мотоциклов шестерня передает усилие в 10—12 л.с., тогда как на ветряке — всего в 0,5 л.с. В этом нет ничего удивительного, так как число оборотов, при котором шестерня работает на мотоцикле, во много раз выше, чем на ветродвигателе.

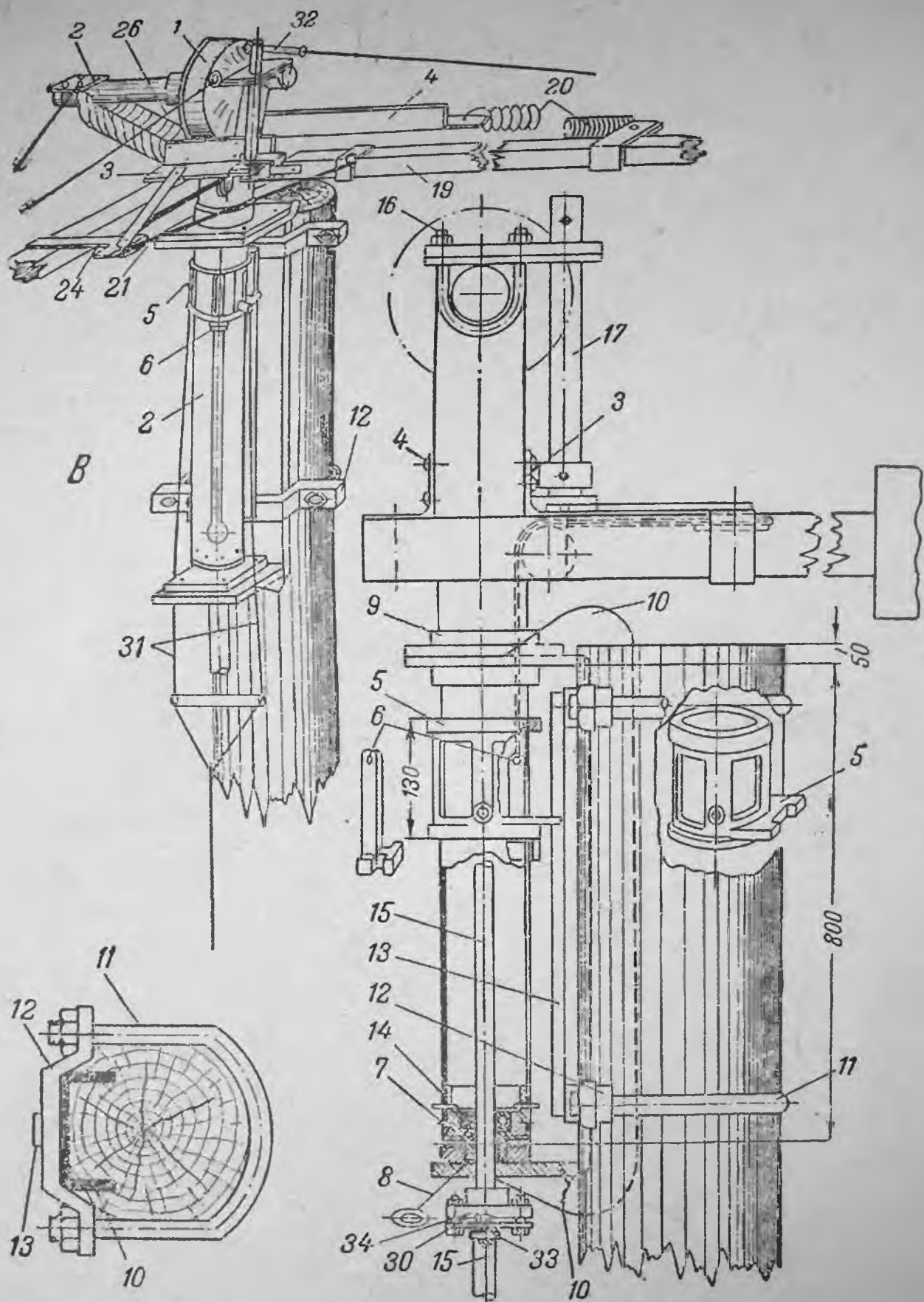
Стальные или чугунные шестерни следует помещать в кожух 13, сделанный из стали (см. рис. 16) или жести, залитый маслом. В этом случае шестерни работают без износа значительно дольше и создают во много раз меньше шума.

¹Модулем называется отношение длины шага зубцов по окружности зубчатого колеса к числу $\pi = 3,14$.



Р и с. 22. Головка ветродвигателя, сделанная из заднего моста автомашины:

А — вид сбоку; Б — вид сверху; В — общий вид:
 1 — дифференциал заднего моста автомашины; 2 — труба $120 \times 110 \times 1450$ мм; 3 и 4 — горизонтальные угольники 75×75 мм или 60×60 мм; 5 — барабан останова; 6 — собачка муфты останова; 7 — пята трубы; 8 — кольца под пята, толщиной 0,5 мм; 9 — кольцо-усилитель стояка, толщиной 8 мм; 10 — кронштейн из швеллера № 12; 11 — хомут $\phi 20$ или $\phi 25$; 12 — накладка хомута 40×20 мм; 13 — направляющая планка к детали 5; 14 — шариковый подшипник; 15 — вертикальный вал $\phi 40 \times 2000$ мм; 16 — хомуты креп-



Продолжение рис. 22

ления \varnothing 16, 17 — ось хвоста; 18 — скоба крепления хвостового стержня толщиной 5 мм; 19 — хвостовой стержень; 20 — пружина хвоста из проволоки \varnothing 6 мм с числом витков 100; 21 — трос останова \varnothing 5 мм; 22 — ролики; 23 — угольники крепления ролика к детали 4; 24 — кронштейн ролика на стержне боковой лопасти; 25 — стержень боковой лопасти с оперением; 26 — растяжка боковой лопасти \varnothing 8; 27 — половинка подшипника; 28 — хомут с пластинкой; 29 — кронштейн подшипника; 30 — соединительный диск муфты между отсеками вертикального вала; 31 — тяга останова \varnothing 6 мм; 32 — хвостовая растяжка, состоящая из болта № 16 и проволоки \varnothing 12, 33 — нижний фланец вала; 34 — верхний фланец вала

Еще лучше, если применить корпус с готовой зубчатой передачей, т. е. фабричный редуктор, например от какой-нибудь старой легковой автомашины. Правда, передаточное соотношение у таких редукторов небольшое, но все же достигает 1:4. Зато у них стальные зубчатые колеса во много раз прочнее, чем текстолитовые, применяемые у передач к распределительному валу.

Иногда проще достать задний мост от старой утильной автомашины. В нем имеется готовая зубчатая передача хорошего качества, валы которой смонтированы на шарикоподшипниках. Корпус полуоси обеспечивает достаточный «вылет» ветроколеса, т. е. удаление его крыла от опорной мачты. Полуоси бывают различные. У одних, имеющих подшипник внутри корпуса полуоси, на изгиб работает только вал. Поэтому для них по табл. 6 диаметр a равен диаметру вала. Другие полуоси «разгруженные», т. е. у них барабан колеса (автомашинный) вращается на шарикоподшипниках, посаженных снаружи на корпус полуоси. Для таких полуосей диаметр a равен диаметру трубы полуоси. Если используется полуось, у которой скаты колес прикреплены к валу, то величина диаметра ветроколеса, подходящего для этой полуоси, может быть в 100 раз больше диаметра вала. Если же барабан колеса (автомашинный) вращается на подшипниках, посаженных на корпус полуоси, и вал передает барабану только усилия кручения, то диаметр подходящего ветроколеса может в 100 раз превышать наружный диаметр корпуса полуоси.

Чтобы использовать утильный задний мост автомашины, его следует предварительно разобрать, промыть бензином, убедиться в удовлетворительном состоянии подшипников, вала, шестерен, заменить негодные части исправными, а также соединить сателлиты таким образом, чтобы при вращении вала одной полуоси всегда вращалась коническая малая шестерня, нормально соединенная в автомашине с ее карданным валом.

Ветроколесо крепят к барабану или диску, к которому было прикреплено колесо автомашины. На рис. 22,А изображен боковой вид, а на рис. 22,Б — план головки. Механизм, останавливающий ветродвигатель с земли, состоит из деталей 5, 6, 13 и др. Пропущенный сверху вниз через трубу 2 нижний конец троса 21 привязывают к ушку собачки муфты 6, имеющей

двусторонний выступ, который не позволяет ей проваливаться внутрь трубы или выскочить наружу. Собачка 6 может своим выступом скользить по прорези шириной 15—18 мм в трубе 2 и поворачиваться вместе с ней при поворотах головки. В рабочем положении пружина 20 хвоста натягивает трос 21 и поднимает собачку 6 в верхнее положение.

Если привязать к выступам собачки 6 раздвоенные концы тяги останова 31 и потянуть эту тягу с земли, то трос останова 21 натянется и сблизит хвост с лопатой, тем самым остановив ветродвигатель. Если головка двигателя поворачивается по ветру, то тяга останова 31 закрутится вокруг опорного столба. Чтобы избежать этого, тягу останова 31 привязывают двумя концами не к собачке, а к двум сторонам барабана 5, надетого на трубу 2 и опирающегося на выступы собачки 6. Барабан сам имеет боковой выступ, при помощи которого он скользит по неподвижной детали 13, удерживаясь от поворотов, когда поворачивается стояк. Таким образом, деталь 13 служит направляющей для барабана 5. Натянув усилием рук с земли тягу 31 (за ее нижний конец), опускают барабан 5 и собачку 6 и тем останавливают двигатель. Если тягу 31 отпустить, то барабан 5 с собачкой 6 поднимется вверх усилием, создаваемым пружинной 20 хвоста. При таком устройстве механизма останова тяга 31 не закручивается вокруг столба.

Задний мост прочно прикрепляют (например, хомутами 16) к двум разрезанным и разведенным в виде буквы «у» половинкам трубы 2. К этим же половинкам трубы 2 приклепывают (или приваривают) два горизонтальных угольника 3 и 4, а к последним прикрепляют лопату, подшипники оси хвоста 17, конец пружины 20 и т. д. При нагрузке в 60 кг пружина удлиняется на 90 мм. Начальная натяжка ее равна 30 кг.

Конец стержня хвоста 19 вставляют в шарнир скобы 18, поворачивающийся вместе с осью 17. Вертикальная труба 2 головки поворачивается в подшипниках скольжения на кольцах 8 и 9, заделанных в полках кронштейна из изогнутого швеллера 10. Швеллер отгибают по концам в виде вертикально поставленной скобы. Своими вертикальными полками швеллер врезается в мачту, к которой его прижимают хомутами 11 с накладками 12.

Столб мачты в верхнем отрубе не должен иметь толщину менее 25 см. Если он тоньше, то его следует перевернуть комлем вверх.

Вертикальный вал 15 трансмиссии изготавливают из круглой стали (железа) диаметром 20 мм для ветроколеса Д-4 или диаметром 25 мм для ветроколеса Д-5. Вал состоит из нескольких отсеков длиной по 2 м. Концы отсеков необходимо разрубить на лепестки в кузнице и отогнуть или же приварить к концам поперечные пластинки фланца 33 с размерами $40 \times 100 \times 10$ мм. Пластинки смежных отсеков вала присоединяют к диску 30 (толщиной 8—10 мм) с четырьмя отверстиями. Зазоры между пластинками и диском делают не менее 1 мм и не более 4 мм. Диск 30 присоединяется на двух болтах М-16 к верхнему отсеку вала, а в оставшиеся свободными два промежуточных отверстия диска закладывают болты, на которые подвешивается нижний отсек вала.

Поскольку отогнутые лепестки или поперечные пластинки 33 и 34 у двух смежных отсеков вала взаимно перпендикулярны, то возможен небольшой прогиб вала, который не влияет на его прочность, если, например, опорную мачту поведет и она слегка изогнется. Поэтому устанавливаются подшипники для вертикальных валов без особой тщательности пригонки. Подшипники 27 ставятся чугунные, разъемные. Размещают их только над соединительными дисками 30 на высоте 50 мм от них. Подшипники ставят с зазором до 0,5 мм к валу, работают они без смазки. За 5—10 часов вращения при первом пуске двигателя в ход необработанные валы притираются, становятся круглыми. Тогда концы подшипников опиливают, чтобы получить прежний зазор. Так же поступают через несколько месяцев, когда зазор станет больше 1 мм. У земли на валу ставится шкив для ременной передачи к генератору.

При использовании заднего моста можно устанавливать генератор на уровне верхнего мостика, применив для этого еще одну зубчатую передачу. В других случаях для этой же цели ставят на валу два шарнира Гука, которые позволяют при расстоянии всего в 2—2,5 м от головки отодвинуть от мачты конец вала настолько, что установленный вертикально генератор может быть прикреплен непосредственно к мачте.

ОПОРНАЯ МАЧТА

Для самодельного ветродвигателя в сельской местности в большинстве случаев удобнее применять мачту, поставленную отдельно от здания, как это делается, например, для большой антенны радиоприемника.

Высота мачты должна быть такой, чтобы нижняя часть ветроколеса была на один—два метра выше окружающих домов, деревьев и т. д., если они находятся на расстоянии до 50 м от ветроустановки. Только при этом условии они не загораживают ветер и установка сможет работать.

Мачту с небольшой ветроэлектростанцией помещают на крыше здания, в котором находится радиоприемник.

Однако только очень небольшие ветроустановки с диаметром ветроколеса до 3 м можно ставить на крыше, так как стропила крыши не всегда выдерживают большую нагрузку. Но и в этом случае приходится под коньком крыши устраивать специальное основание для креп-

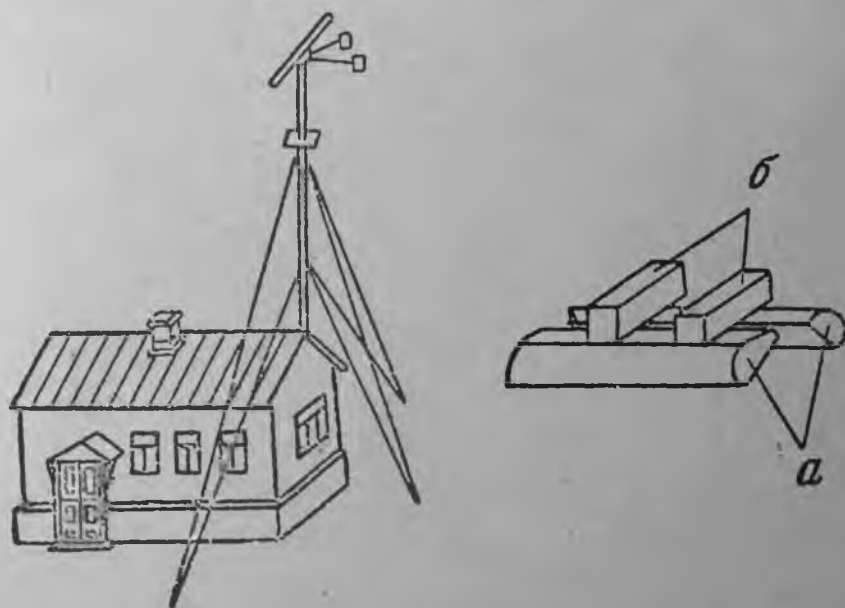


Рис. 23. Мачта на крыше здания:
а — полубревна; б — поперечные брусья

ления нижнего конца мачты. Для этого под крышей прокладывают два горизонтальных полубревна *а*, на которых укрепляют поперечные брусья *б*. На этих брусьях устанавливают низ мачты (рис. 23).

Таким же образом на крышах устанавливают мачту

для антенны. Но чтобы установить мачту для ветроустановки, между брусьями основания и мачтой нужно обязательно проложить мягкую подушку толщиной не менее 10 мм из нескольких слоев старой резины от галош, автомобильной камеры и т. д., для того чтобы шум от работающей ветроустановки не передавался стенам здания.

Растяжки мачты нужно укреплять не на здании, а в земле.

Многие радиолюбители, не желая перегружать стропила крыши, устанавливают опорную мачту на земле рядом с домом. На рис. 24 изображена схема устройства такой мачты. Так как мачта должна быть достаточно высокой — 12—16 м, то ее приходится составлять из нескольких столбов, сращиваемых друг с другом своими концами.

Диаметр столба необходимо выбирать в зависимости от диаметра ветроколеса, чтобы обеспечить достаточную прочность опоры. Основным и наиболее нагруженным сечением мачты является сечение в точке *Б*, т. е. там, где прикреплены верхние оттяжки и устроен верхний мостик, который должен находиться на расстоянии 300 мм от нижнего края крыла.

В табл. 9 даны диаметры столбов для опорной мачты в сечении *Б*, а также толщина *a* проволоки для оттяжек в зависимости от диаметра ветроколеса. Проволоку лучше ставить оцинкованную, чтобы она не ржавела. Если такой проволоки нет, то можно применить

Таблица 9

	Диаметр ветроколеса <i>D</i> (м)		
	1,6; 2,0; 2,5; 3,0	4,0	5,0
Диаметр мачты в сечении <i>Б</i> (мм)	160	200	250
Диаметр одинарной оттяжки <i>a</i> (мм)	8	10	12
Оттяжка, составленная из двух сплетенных проволок (мм)	2×6	2×8	2×8
Шаг узлов присоединения оттяжек <i>Ш</i> вдоль по мачте (мм)	До 4500	До 5000	До 5500

проволоку-катанку, которую необходимо покрыть несколькими слоями масляной краски или кудбаслаком. В табл. 9 указано, что можно ставить или одну толстую проволоку, или заменить ее двумя менее толстыми. Последний вариант лучше, так как в случае обрыва одной проволоки вторая продолжает служить и мачта не падает.

Мачту собирают на земле в горизонтальном положении. На рис. 24,А показан способ соединения концов столбов при их наращивании. После соответствующей врубки места соединения необходимо стянуть или хомутами с наружными болтами (на рис. 24 не показано), или же скрутить проволокой 2 диаметром 6—8 мм (как присоединяются телефонные столбы к их подставкам). Но при этом надо ставить два сквозных болта 1.

Конец каждой оттяжки 5 нужно сначала обкрутить вокруг столба мачты, а потом загнуть его под уже накрученную проволоку. Если оттяжку составляют из двух отдельных проволок, соединенных своими концами, то следует помнить, что места такого соединения самые ненадежные и в них чаще всего возникают обрывы оттяжки. Поэтому лучше концы проволок не скручивать между собой, а подготовить на каждом конце петлю (как это показано на рис. 24,В), а затем соединить петлю обоих концов между собой ковальной скобой в виде буквы С. Толщина самой тонкой части скобы должна раза в полтора превышать толщину a проволоки оттяжки, а в средней части скоба расширяется до размера, раза в три превышающего диаметр проволоки. Такими скобами можно быстро соединить смежные отрезки проволоки. Скобы эти никогда не разгибаются.

Нижними концами оттяжки подсоединяют к зарытым в землю столбикам Г, которые называют пасынками. В некоторых случаях к закопанному столбику прикрепляют толстый прут (диаметром около 20 мм) с кольцом на конце, к которому и подсоединяют концы оттяжек.

Иногда в вырез столбика ставят болт с привязанной к нему оттяжкой. Наворачивая гайку болта, натягивают привязанную к болту оттяжку.

Вдоль мачты, чтобы подняться на ее верхушку, делают лестницу из стальных костылей, забиваемых на расстоянии 600 м один от другого. Костыли одной стороны мачты должны находиться на середине на расстоянии

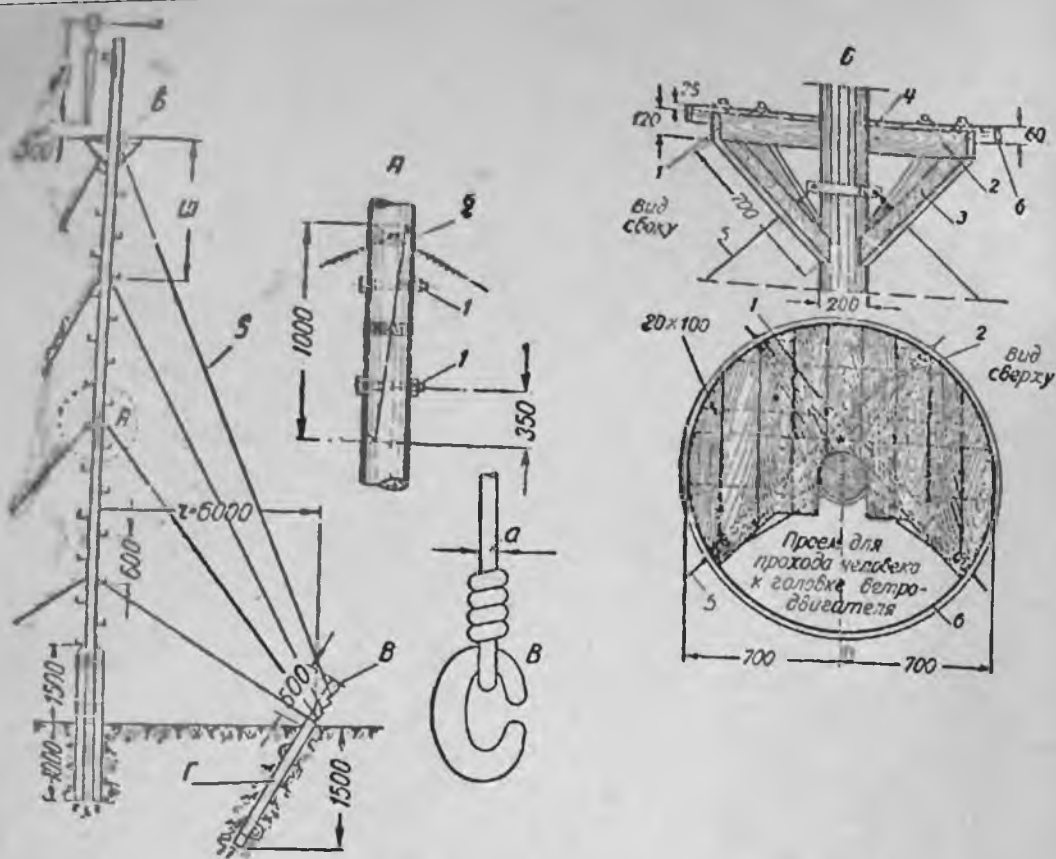


Рис. 24. Схема мачты, устанавливаемой около здания:
 А — узел сопряжения двух отрезков бревна: 1 — болт; 2 — витки проволоки. Б — рабочий мостик на мачте: 1 — первая доска крестовины, 2 — вторая доска крестовины, 3 — подкос; 4 — доски настила; 5 — оттяжка. В — скоба крепления оттяжки; а — диаметр сечения проволоки оттяжки; Г — столбик пасынок, закапываемый в землю, Д — диаметр ветроколеса, Ш — расстояние (шаг) между точками крепления оттяжек на мачте

300 мм по отношению к костылям второй стороны мачты. Ступени можно делать и в виде деревянных плашек, но тогда их необходимо врезать в столб на половину своей толщины и тем или иным способом закреплять, чтобы они не расшатывались.

В верхней части мачты делают врубку по чертежу (см. рис. 21) для крепления опорной трубы головки ветродвигателя.

На расстоянии 300 мм от нижнего конца крыла укрепляют настил рабочего мостика (рис. 24, Б), с которого осматривают и смазывают части ветродвигателя. Сначала к столбу прибивают накрест две доски 1 и 2 толщиной по 30 и шириной по 120 мм (доски перед этим

врезают по середине одна в другую вполдерева так, чтобы их верхние края лежали в одной плоскости). К прибитым доскам и к столбу прибивают четыре подкоса 3, которые служат кронштейнами для мостика.

Сверху на крестовину 1—2 укладывают сбитый из досок щит настила 4 и прибивают его гвоздями. Щит настила должен иметь проем для прохода человека на мостик снизу. По краю настила мостика прибивают обод 6 из полосовой стали 60×6 мм. Обод 6 образует у проема опору для человека при его проходе через отверстие мостика.

Изготовленную на земле мачту (столб) с мостиком и вырезом для крепления ветродвигателя поднимают и укрепляют на своем месте.

Монтаж мачты длиной до 6 м и диаметром до 18 см на крыше удобнее всего производить, укрепив нижний конец столба, а затем постепенно поднимая верхний конец.

Более высокую мачту, устанавливаемую на земле около здания, поднимать значительно труднее. Поэтому такие мачты поднимают при помощи ворота 4, на который наматывается трос или канат 5, перекинутый через вершину «падающей» стрелы 1 (рис. 25, А) и привязанный другим своим концом к мачте под рабочим мостиком.

Высота стрелы составляет обычно 6—7 м для мачты высотой 15—20 м.

Стрела 1 — это столб, который укрепляется вертикально к поперечному бревну 2. Бревно 2 прикреплено своей серединой перпендикулярно к нижнему концу горизонтально лежащей мачты 3. Все столбы 1, 2 и 3 временно скреплены между собой строительными скобами. Бревно 2 кладут в канавку глубиной в $\frac{3}{4}$ от его диаметра, вырытую для того, чтобы оно не могло скользить по земле. Под прилегающий к столбу 2 участок мачты 3 также приходится вырыть неглубокую канавку, чтобы земля не мешала соединить столбы 2 и 3. К концу стрелы 1 прикрепляются оттяжки к той стороне мачты, которая обращена кверху. Боковые оттяжки соединяются вместе, а затем веревкой временно прикрепляются к соответствующим столбикам 8 и 9, закопанным в землю. Каждая из задних оттяжек временно заменяется веревкой.

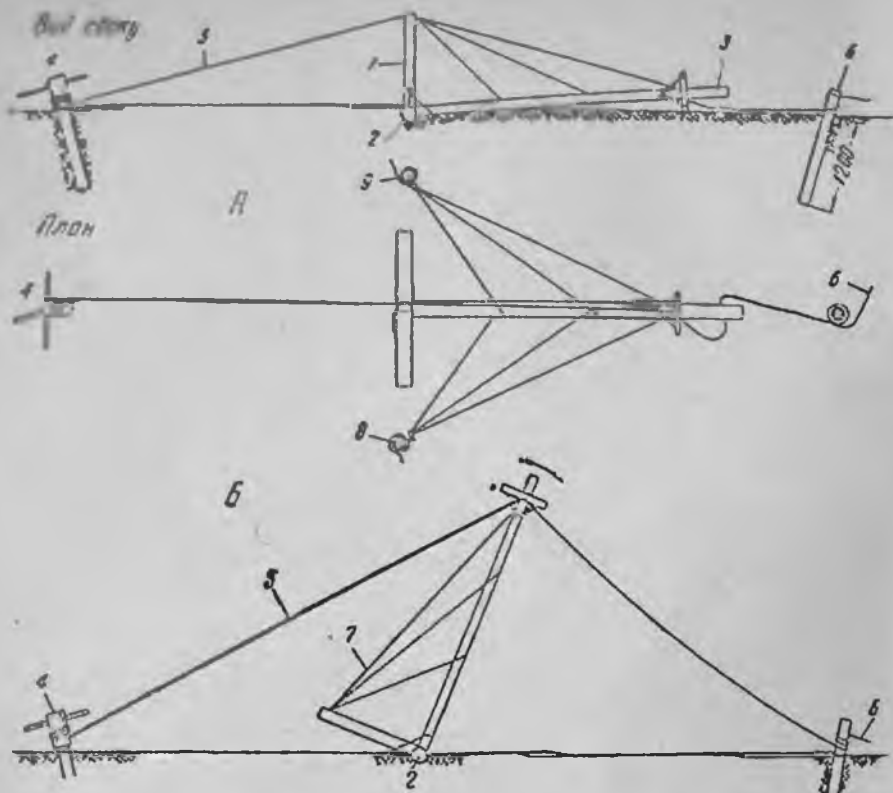


Рис. 25. Схема подъема мачты при помощи вспомогательной «падающей» стрелы:
 А — мачта, расположенная на земле и подготовленная к подъему; Б — мачта в стадии подъема: 1 — «падающая» стрела; 2 — бревно; 3 — мачта; 4 — ворот; 5 — трос; 7 — передние оттяжки; 6, 8 и 9 — столбики

Затем изготовляют ручной ворот 4 в виде деревянного барабана, который надевают на зарытый в землю столбик. В боковые отверстия барабана вкладывают крест-накрест два кругляка — ручки длиною по 3—4 м. Четверо рабочих, вращая ручки, поднимают мачту, а вертикальная стрела 1 укладывается по земле. Поэтому она и называется «падающей». Во время подъема мачты канат 5 может оборваться, когда конец мачты поднялся на высоту 0,5 м над землей. Поэтому, приподняв мачту так, чтобы конец ее поднялся не более 0,3 м от земли, обязательно надо проверить, как работают все оттяжки, надежно ли соединены между собой столбы и т. д.

При подъеме мачты кроме четырех человек, вращающих ворот, необходимо иметь еще по одному человеку возле каждого столбика, зарытого в землю, на котором закручен конец оттяжки. Эти люди должны следить

за тем, чтобы мачта не наклонялась при подъеме в необходимую сторону. Для этого каждый из них держит в руках конец оттяжки и соответствующим образом натягивает или отпускает имеющийся в его распоряжении канат.

Так как сила человека относительно невелика, т. е. меньше того усилия, которое может понадобиться для удержания мачты в нормальном положении, то нужно, чтобы каждый канат был раза два обернут вокруг столбика. Это позволяет одному человеку удерживать боковое усилие до одной тонны.

Особенно ответственна работа человека, обслуживающего заднюю оттяжку у столбика 6. Этот человек должен следить не только за тем, чтобы все задние оттяжки были натянуты примерно одинаково, но и за тем, чтобы мачта не упала вперед по направлению тянущего ворота 4.

После того как мачта 3 стала приблизительно вертикально, «падающая» стрела 1 и вспомогательное бревно 2 отсоединяются от мачты 3 и отбрасываются. Передние оттяжки 7 переносятся на столбик ворота 4 и временно закрепляются на нем. Задние оттяжки временно привязывают к столбику 6.

Вертикальность мачты проверяют у ее основания по отвесу, сделанному из тонкого шпагата с гирькой на конце. Для этого, став на линию, соединяющую боковые столбики 8 и 9, нужно приложить вертикальный шпагат, отвеса сбоку к столбу мачты и дать команду подтянуть передние и задние оттяжки мачты на столбиках 4 и 6 настолько, чтобы мачта стала вертикально в точности по отвесу. В таком положении мачту закрепляют оттяжками на столбиках 4 и 6, затем переходят к столбикам 8 и 9. Отвес переносят на другую сторону мачты. Наблюдатель у отвеса становится по линии столбиков 4 и 6, дает команду людям, стоящим у столбиков 8 и 9, управлять оттяжками так, чтобы и в этом направлении мачта стала по отвесу.

Под низ мачты нужно сделать каменный фундамент или привязать, как указано на рис. 24, нижний конец мачты проволокой к вертикальным столбам длиной 2—2,5 м. наполовину закопанным в землю. Это пре-

дохранит мачту от опускания вниз (в период распутицы) и частично от загнивания.

После этого подтягивают все оттяжки (некоторые, возможно, придется немного отпустить), чтобы мачта стояла совершенно вертикально.

Проверить их натяжение можно следующим образом. Если оттяжку дернуть рукой и она будет издавать какой-либо звук, как струна, значит она натянута слишком сильно; если же дернутая оттяжка будет колебаться больше чем на 100—150 мм, то она слишком слабо натянута. При слишком слабом натяжении нижнего яруса проволок их нужно натянуть сильнее.

МОНТАЖ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ

Установив мачту и закрепив оттяжки на столбиках, можно приступить к монтажу ветродвигателя.

После подъема мачты проверяют, стоит ли стояк головки на ней вертикально, иначе хвост будет стремиться занимать одно и то же положение при любом направлении ветра и ветроколесо не всегда будет становиться против ветра. Вертикальность стояка проверяют с помощью отвеса, укрепленного на палочке, положенной поперек стояка.

Ветродвигатель перед подъемом на мачту необходимо внимательно осмотреть. Подшипники должны быть промыты бензином и смазаны маслом. Чтобы болты произвольно не отвинтились, их надо хорошо закрепить, пользуясь специальными стопорными шайбами с отгибом на гайку одного конца и на неподвижную деталь— другого конца шайбы.

Трос для останова двигателя опускают вдоль мачты вниз до земли. Если мачта установлена на крыше, то этот трос прокладывают по блокам так, чтобы его легко можно было натянуть с земли.

Чтобы остановить двигатель с диаметром ветроколеса более 3 м, нужно нижний конец троса подсоединить к рычагу или барабану с ручкой, так как усилий рук человека без этих приспособлений недостаточно. При этом трос натягивается не мгновенно, а в течение 3—4 секунд, предохраняя таким образом крылья от перегрузки и поломки в случае действия гироскопических сил.

Маленькие ветродвигатели диаметром до 2,5 м ввиду их небольшого веса можно монтировать на мачте без специальных дополнительных приспособлений. Один человек, стоящий на рабочем мостике, может собирать постепенно подаваемые ему с земли части. Только машину диаметром 1,6 м можно ставить на место заранее целиком собранную (но без крыльев), так как общий вес ее не превышает 15—18 кг.

Подниматься по мачте на мостик монтер должен без какого-либо груза в руках, но с веревкой, привязанной сзади к его поясу. С помощью пожарного пояса с карабином он прикрепляет себя к мачте. Затем привязывает к мачте веревку (отвязав ее от пояса). Помощник монтера на нижний конец веревки прикрепляет груз, а затем монтер поднимает этот груз вверх. Для того чтобы груз не цеплялся за мачту, нужно его оттягивать в сторону при помощи более тонкой веревки, которую держит помощник, стоя на земле, на некотором расстоянии от мачты.

У ветродвигателей большего диаметра чем 1,6 м отдельные узлы: головка, хвост и т. д. весят по 20—50 кг. Втащить такой груз наверх одному человеку трудно, но еще труднее установить на место. Поэтому к мачте над рабочим мостиком необходимо пристроить специальное вспомогательное приспособление в виде дополнительного столбика, на верхней части которого предварительно надо укрепить при помощи двух подкосов поперечину с роликами на ее обоих концах (рис. 26). Через эти ролики нужно перекинуть канат 4, который своими концами доставал бы до земли.

Прочность и надежность этого устройства, а также веревки для подъема грузов заранее проверяют (на земле) на подъем груза с весом в пять раз большим по сравнению с тем, который придется поднимать на рабочий мостик. Грузы весом более 25 кг рекомендуется поднимать вверх не вручную, а при помощи прочно укрепленного на земле ворота с горизонтальной осью вращения его барабана.

Вспомогательный столбик прикрепляют к мачте в двух местах прочной веревкой: нижняя часть 1 привязывается более туго, а верхняя 2 — слабее, чтобы столбик мог отклоняться в сторону от оси мачты на 20—30 см. Это делается для того, чтобы при монтаже отдель-

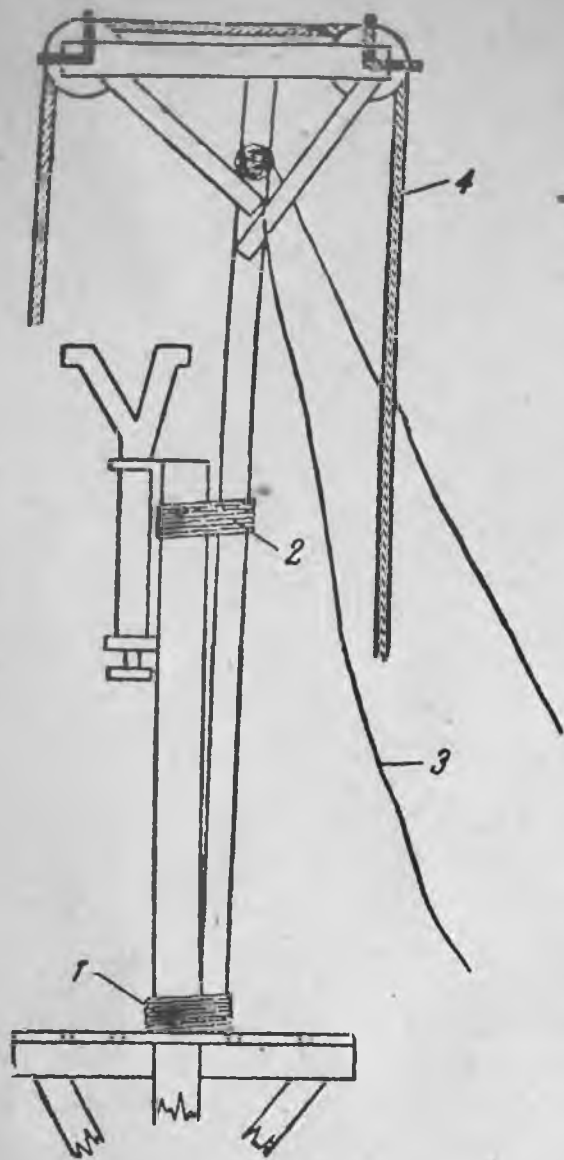


Рис. 26. Вспомогательная стрела для монтажа и демонтажа узлов и деталей на рабочем мостике мачты: 1 — место нижнего крепления; 2 — место верхнего крепления; 3 — веревка-оттяжка; 4 — грузовой канат

ных деталей головки можно было груз сначала поднять вверх на мостик, а затем немного передвинуть. Верхнюю часть столбика перемещают снизу при помощи двух веревок 3, натянутых и закрепленных внизу на вспомогательных кольях, врытых в землю.

Столбик должен быть такой высоты, чтобы любую часть двигателя можно было поднять на достаточную высоту над мостиком и опустить ее в нужном месте мостика.

Хвост и лопату следует поднимать отдельно. После их подъема стержень хвоста сначала прикрепляют в нижнем гнезде на головке к шарниру 18 (см. рис. 22). Затем отвязывают грузовую веревку от одного конца хвоста и привязывают к другому концу хвоста. Потянув другой конец этой веревки с земли и отодвинув рукой хвост от мачты, ставят хвост

горизонтально. После этого можно подсоединить верхнюю растяжку 32 и натянуть ее гайкой. Лопату прикрепить менее удобно, так как на ней нет соответствующего шарнира, но она немного весит, поэтому ее можно установить так же быстро при помощи этого же вспомогательного приспособления.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЕТРОСТАНЦИИ

На генераторе обычное натяжение щеток следует ослабить. Здесь достаточно усилие нажима не более 200 г. Это значительно увеличит срок службы генератора (и щеток) и облегчит работу двигателя при слабом ветре.

Электрические провода от генератора, спускающиеся

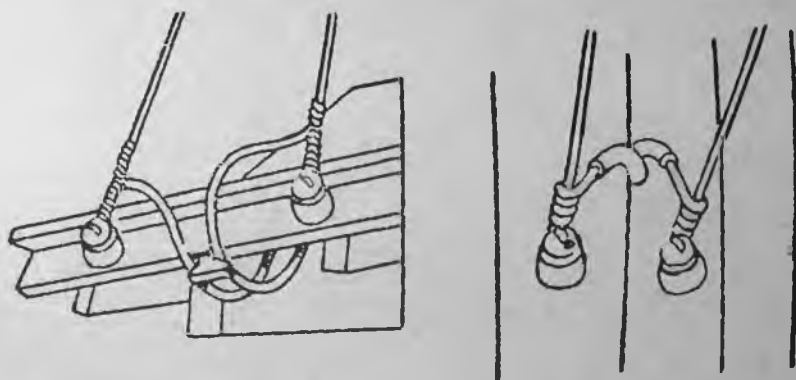


Рис. 27. Ввод проводов в здание

вниз по опорному столбу, подводят к изоляторам, закрепленным на специальной планке под краем крыши (рис. 27). Для того чтобы дождевая вода с проводов не затекала в помещение, их загибают под крышу и прикрепляют к другим изоляторам, и только от этой второй пары изоляторов отводят провода, пропускаемые через изоляционные трубки сквозь отверстия в стене дома.

Провода сечением около 4 мм^2 (для ветроэлектростанции Д-1,6) от генератора подводят к зажимам токоприемника. Первый провод от корпуса генератора присоединяют к неизолированному кольцу 3 токоприемника и далее ведут к основанию мачты и заземляют. Заземлением может служить несколько трубок, забитых в землю, или металлический лист, закопанный на глубину 2 м в сыром грунте. Ответвление от первого провода ведут и к распределительному щитку станции.

Второй провод подводится от кольца 2 токоприемника вниз по столбу к распределительному щитку станции. Каждый провод берется сечением в зависимости от его длины (для УД-1,6 — по табл. 10). При напряжении 12 в сечение может быть вдвое меньше, при 24 в — в 4 раза меньше, чем показано в таблице, но, чтобы избежать обрыва проводов, оно не должно быть менее 6 мм^2 .

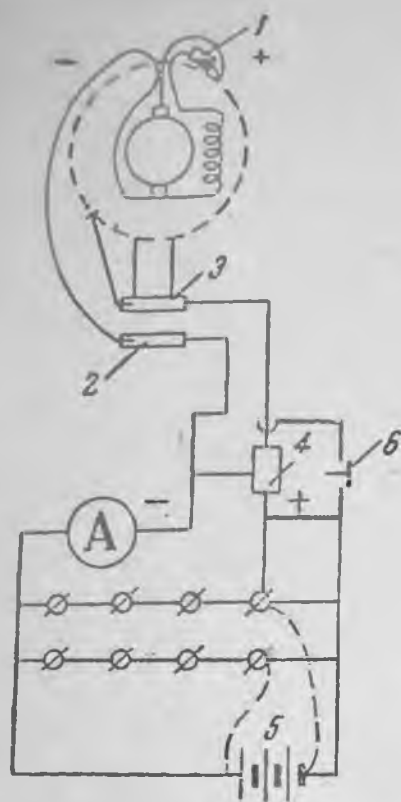


Рис. 28. Электрическая схема ветроэлектростанции:

1 — предохранитель цепи возбуждения; 2 и 3 — кольца токоприемника; 4 — реле обратного тока; 5 — аккумуляторы; 6 — пусковая кнопка или рубильник

менить их медными или стальными болтиками диаметром 10 мм¹.

На щитке нужно установить реле 4 обратного тока, амперметр *A* на 20 или 15 а (автомобильного типа) и несколько зажимов для присоединения аккумуляторов 5 и лампочек освещения.

Назначение реле обратного тока понятно из его названия. Этот прибор позволяет току проходить от генератора к аккумуляторам и препятствует его прохождению обратно — от аккумуляторов к генератору (если,

На рис. 28 дана схема электропроводки. Штриховой окружностью обозначен корпус генератора, к которому присоединен один из проводов обмотки возбуждения (через плавкий предохранитель 1) и один из проводов якоря. Второй провод обмотки возбуждения присоединен к щетке у якоря внутри генератора и от места его соединения выведен изолированный провод. Этот провод соединяется с изолированным кольцом 2 токоприемника, а другой провод от корпуса — с неизолированным кольцом 3. От этих колец ток по проводам поступает к распределительному щитку, который устанавливается в помещении вблизи от аккумуляторов.

Панель распределительного щитка можно изготовить из сухого дерева. Зажимы для присоединения проводов необходимо сделать медные с диаметром стержня не менее 4 мм (при генераторе мощностью 100 вт). Если нет хороших готовых зажимов, то можно за-

¹ При большей мощности генератора площадь сечения проводов и контактов меняется пропорционально его мощности.

Сечение и диаметр провода	Длина прокладываемого провода		
	до 15 м	от 15 до 25 м	от 25 до 40 м
Сечение медного провода (мм ²)	6	9	12
Диаметр медного провода (мм)	2,7	3,4	4,0
Диаметр алюминиевого провода (мм)	3,5	4,5	2×3,5

например, в связи с уменьшением скорости ветра и уменьшением числа оборотов напряжение на зажимах генератора станет ниже напряжения аккумуляторов). Кроме того, реле автоматически включает аккумуляторы под заряд, как только напряжение генератора достигнет определенной величины. Для 6-вольтовых аккумуляторов (трех банок кислотных аккумуляторов) это напряжение около 7,3 в, а для 12-вольтовых — около 14,5 в.

Реле на 6 или 12 в (в соответствии с напряжением генератора) можно применять от утильной автомашины. Его конец с вилкой присоединяют к проводу, идущему от положительного полюса генератора, а конец с отверстием для болтика — к зажимам на щитке. Корпус реле присоединяется ко второму минусовому проводу генератора.

Перед установкой на место реле нужно проверить ток от батареи аккумуляторов или сухих элементов напряжением 8 в. К реле присоединяют два гибких проводника: один — к корпусу реле, а другой — к концу с вилкой. К этим же концам присоединяют вольтметр со шкалой до 8—10 в. Присоединяя проводники по очереди к отводам от аккумуляторов или элементов, т. е. подавая на реле разное напряжение, наблюдают по вольтметру, при каком напряжении включается реле. Хорошо отрегулированное реле включается при напряжении 7,2—7,4 в. Параллельно реле нужно поставить рубильник на 10 а (можно от грозового переключателя), его назначение — запустить генератор током от аккумуляторов.

муляторов (при слабом ветре) временно, как электродвигателя, для того, чтобы запустить в ход остановившееся ветроколесо.

ПУСК СТАНЦИИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

ПЕРВЫЙ ПРОБНЫЙ ПУСК СТАНЦИИ

Первый запуск ветродвигателя — это очень ответственный момент. Сначала ветродвигатель, временно смонтированный на вспомогательном столбе, прокручивают от какого-нибудь постороннего привода и проверяют, — хорошо ли все работает. Затем ветродвигатель демонтируется и снова монтируется уже на верху мачты — его постоянной опоры.

Перед пуском в ход еще раз проверяют статическую (равные веса крыльев) и динамическую балансировку, а также, соблюдается ли равное расстояние от каждого крыла до мачты. Затем, при слабом ветре, вручную прокручивают ветроколесо, проверяя весь механизм еще раз, и устраняют все замеченные недостатки.

После этого необходимо проверить действие механизма останова с земли. Для этого натягивают трос останова (с земли), проверяют, складывается ли хвост с лопатой. Муфта барабана 5 механизма останова не должна доходить до крайнего нижнего упора на 20—30 мм. При полностью отпущенной тяге останова пружина 20 должна поставить боковую лопату под углом 90° к хвосту, а тяга ограничения (деталь 41 на рис. 5) должна быть полностью натянута. Затем проверяют степень натяжения пружины 20, чтобы убедиться в том, что ее диаметр был подобран правильно (см. табл. 5).

К концу стержня 17 у хвоста следует временно подвесить проволоку или веревку, идущую вниз до земли, для того чтобы в случае обрыва тяги останова можно было этой веревкой вывести ветроколесо в нерабочее положение. После опробования станции в работе веревку отвязывают от хвоста.

Только после того как все проверено и приняты необходимые предосторожности, при несильном ветре (5—6 м/сек) ветродвигатель запускается в работу. Как только он разовьет нужные обороты, проверяют, дает ли генератор напряжение или нет. Если не дает, то с помощью вольтметра или лампы выясняют причину неис-

правности. Если имеется заряженный аккумулятор, то раньше можно пропустить ток через генератор с ветродвигателем, заставляя работать генератор, как электродвигатель.

При первом запуске ветроэлектростанции иногда полезно отключить шунтовую обмотку генератора от якоря, для того чтобы ветроколесо вращалось совершенно вхолостую и при слабом ветре могло бы развить такие обороты, при которых можно еще раз проверить, не сотрясается ли вся установка при быстром вращении ветроколеса. При этом легко проверить работу механизмов регулирования. Если все детали и узлы работают нормально, то только после этого можно подсоединить нагрузку и аккумуляторы и проверить всю систему в работе.

ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ

При установке на ветродвигателе 6-вольтового генератора можно заряжать аккумуляторы накала ламп приемника, но заряжать от этого генератора анодные аккумуляторы без пересоединений нельзя. Поэтому батарею анодных аккумуляторов делят на группы по три элемента и соединяют эти группы параллельно между собой. Если, например, батарея состоит из 80 элементов (на 160 в), то получается 26 таких групп. Два оставшихся в этом случае элемента не используются. После того как батарея зарядится, надо все группы элементов снова соединить последовательно.

Зарядить анодные аккумуляторы 12-вольтовым генератором при наличии двух аккумуляторных батарей напряжением по 12 в проще. В этом случае сначала заряжают 12-вольтовые аккумуляторы, затем их соединяют последовательно и от полученной таким путем батареи заряжают анодные аккумуляторы, соединив их в группы по 10 элементов, как показано на рис. 29. Зарядку осуществляют через реостат R , наблюдая за тем, чтобы зарядный ток не превышал 0,8 а на каждую группу аккумуляторов.

Такой способ зарядки был успешно применен на самодельной ветроэлектростанции радиолюбителем А. П. Домарецким в Винницкой области. Это позволило иметь в 3,5 раза меньшее число подсоединений и разрывов аккумуляторов, чем при зарядке группами по 6 в.

Аккумуляторы заряжаются следующим образом. Аккумуляторы 6-вольтовые присоединяются к соответствующим зажимам на щитке. Положительный полюс («плюс») батареи должен быть соединен с положительным полюсом генератора, а отрицательный полюс («минус») батареи — с отрицательным полюсом генератора. Как только напряжение от генератора достигнет 7,2—7,4 в, реле 4 автома-

17

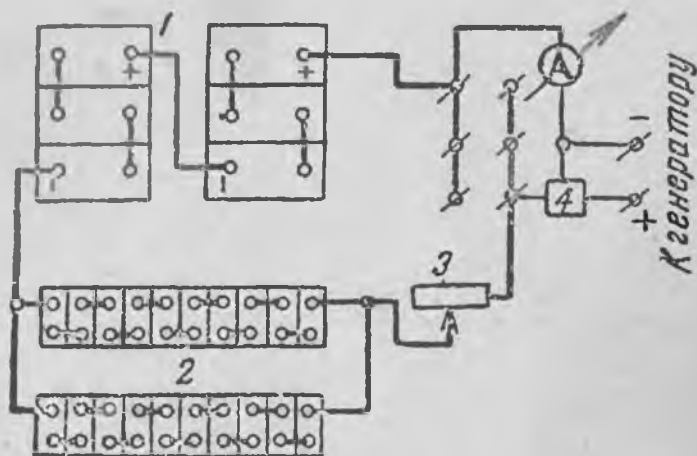


Рис. 29. Схема зарядки анодных аккумуляторов:

1 — аккумуляторы накала; 2 — анодные аккумуляторы; 3 — реостат; 4 — реле

тически подключит аккумуляторы. Если аккумуляторы заряжены менее чем до 7,3 в, то ток, проходя от генератора к аккумуляторам, будет заряжать их. Если же аккумуляторы имеют большее напряжение, чем у генератора, то реле обратного тока автоматически отключит аккумуляторы.

Лучше всего питать анод радиоприемника от вибропреобразователя, например применяемого в радиоприемнике автомашины, но, к сожалению, его не всегда можно достать или изготовить.

Для нормальной работы радиоприемника от ветроэлектростанции Д-1,6 или Д-2 м желательно иметь двойной комплект 6- или 12-вольтовых кислотных аккумуляторов емкостью не менее 100 а/ч. Такие аккумуляторы можно составить из двух параллельно соединенных батарей емкостью по 60 а/ч. При меньшей емкости аккумуляторов полная мощность ветродвигателя не используется. Кроме того, при сильном ветре заметно повышается на-

прямое напряжение генератора и предохранитель в цепи обмотки возбуждения может перегореть.

Для более мощных установок емкость аккумуляторов подбирается такой, чтобы генератор при работе на полную мощность не мог их зарядить быстрее чем за 4 часа.

Аккумуляторы накала следует держать постоянно подключенными к зарядному щитку, для того чтобы они всегда заряжались, когда есть ветер. Только при полностью заряженных аккумуляторах можно останавливать ветродвигатель.

Один раз в 1,5—2 месяца, когда по сводке погоды станет известно, что приближается период сильных ветров, аккумуляторы следует разрядить через лампы, в срок не быстрее 5—6 часов, а потом зарядить заново. Такой разряд — заряд значительно увеличивает срок службы аккумуляторов, которые вообще на ветроэлектрической установке служат во много раз дольше, чем на автомашинах, и нуждаются только в своевременном подливании дистиллированной воды в электролит.

Аккумуляторы можно заряжать и во время работы радиоприемника. Необходимо только, чтобы корпус генератора был хорошо присоединен к проводу заземления и грунт вокруг места заземления не пересыхал.

УХОД ЗА ВЕТРОДВИГАТЕЛЕМ

Ветродвигатели, описанные в этой книге, быстроходные. Из-за высокой скорости вращения ветроколеса, крылья могут оборваться и отлететь, послужив причиной несчастного случая.

Чтобы избежать несчастных случаев и обеспечить надежную работу ветроустановки, следует строго придерживаться правил техники безопасности и технической эксплуатации ветродвигателя.

Чтобы отыскать неисправности в электрической части ветроустановки, нужно иметь переносную электрическую лампу с длинным шнуром. Такой лампой удобно проверять неисправности во всех электрических цепях. Так, присоединив ее к проводам генератора (при отключенных аккумуляторах), легко проверить, дает ли генератор ток. Если отключить генератор и присоединить к тем же проводам лампу, то, прижав якорь реле и подавая тем самым ток от аккумулятора, можно проверить остальную часть электрической схемы.

При относительно слабом ветре ветроколесо иногда не может стронуться с места. Для того чтобы его запустить с земли, питают генератор током от аккумуляторов. Для этого надо прижать рукой контакт реле или нажать дополнительную кнопку, сделанную специально для такого запуска.

Основные условия нормального ухода за ветродвигателем с одновременным соблюдением правил техники безопасности следующие:

1. На площадку рабочего мостика по мачте ветродвигателя можно подниматься только при несильном ветре и остановленном ветродвигателе. Поднимаясь вверх и спускаясь вниз, надо держаться за ступеньки лестницы руками, свободными от каких-либо предметов.

2. Находясь вверху на мостике, необходимо привязать себя к опорной мачте пожарным поясом или веревкой, специально проверенной на пятикратный вес человека.

3. В первый месяц эксплуатации каждую неделю, а в дальнейшем один раз в месяц надо проверять крепление всех болтов, в особенности болтов, крепящих крылья к ступице и к валу генератора. Веревку, привязанную к хвосту при первом пуске, следует отвязать. Но пока веревка привязана, нужно остерегаться, чтобы она не задела за вращающиеся крылья, иначе машина будет разрушена.

4. Шарикоподшипники двигателя нужно не менее двух раз в год промывать бензином и смазывать маслом.

5. Один раз в месяц надо смазывать подшипник трения в генераторе, тросы останова и оси роликов.

6. Зимой необходимо счищать лед с частей двигателя, посыпать крылья поваренной солью. Бить по крылу, чтобы с него скалывался лед, нельзя, так как может разрушиться гладкость поверхности.

7. При первых же признаках нарушения балансировки крыльев нужно немедленно остановить ветродвигатель, выяснить и устранить причину.

Следует иметь в виду, что при поворотах головки по ветру двукрылые ветроколеса немного сотрясают мачту, хвост и лопату. Но при отсутствии поворота вращения ветроколеса не должно вызывать тряску.

8. Необходимо следить за тем, чтобы расстояние от наиболее выступающей части крыла или механизмов его

регулирования до мачты или при каких положениях ветроколеса не было менее 50 мм, если диаметр ветроколеса не более 2 м, и не менее 150 мм, если диаметр ветроколеса больше 2 м.

9. Кольца токоприемника следует чистить один раз в 2 месяца. Если токоприемника нет, то нельзя допускать образования более пяти витков троса и проводов, завивающихся вокруг мачты. Если же витки образовались, то нужно покрутить головку двигателя вокруг оси мачты так, чтобы полностью раскрутить трос и провода.

10. Ветродвигатель нужно красить один раз в 3 года. Деревянные крылья, хвост и лопату сменять один раз в 5 лет.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ УД-1.6

№ п/п	Наименование	Кол-ч.	Материал	Размеры заготовки (мм)
1	Деревянные крылья	2	Сосна	1650×120×20
2	Оковка крыла	2	Жесть	300×70×0,2
3	Скрепки в оковке	10	Стальная проволока	Длина 40; диаметр 0,4—0,5
4	Ступица ветроколеса	1	Сталь I	200×56×16
5	Болты с гайками	2	»	3/8"×50
6	Генератор	1		
7	Хомут стяжки генератора	2	»	Диаметр 3/8"
8	Гайки	4	»	То же
9	Планка к детали 7	2	»	120×20×8
10	Верхняя накладка генератора	1	»	Толщина 6
11	Нижняя накладка генератора	1	»	То же
12	Стойка	1	»	12×50
13	Ось хвоста	1	»	Диаметр 12,5, длина 190
14	Подкос хвоста	1	»	30×4
17	Стержень хвоста	1	Сосна	1885×45×45
18	Скоба на стержне хвоста	1	Сталь I	20×22
20	Пружина хвоста	1	Сталь пружинная	См. табл. 5
21	Оперение хвоста	1	Сталь листовая	350×500
22	Гвозди	10	Сталь I	Длина 50
26	Подкладка под детали 10 и 11	2	»	Толщина 8
27	Болт	4	Сталь I	По размеру отверстий
28	Фигурная скоба	2	Сталь листовая	Внутренний диаметр 11; толщина 6
30	Оперение лопасти	1	»	200×260
31	Стержень лопасти	1	Сосна	1300×30×30
32	Кронштейн пружины	1	Сталь листовая	Толщина 1
33	Ролик на щеке-держателе	1	»	» 1
34	Кронштейн ролика верхний	1	»	Толщина 2
35	Кронштейн ролика нижний	1	»	» 2
36	Ролик	3	Чугун	

№ п/п	Наименование	Кол-ч.	Материал	Размеры заготовки (мм)
37	Заклепки	6	Сталь I	Диаметр 8
38	Болт с гайкой	1	»	1/4" × 50
41	Тяга-ограничитель	1	Трос авиационный	Длина 600, диаметр 2
42	Тяга останова	1	То же	Длина 2000, диаметр 2
43	Ось ролика	3	Сталь I	Диаметр 6
44	Труба опорная	1	»	Длина 600; диаметр внутри 34, снаружи 42,5
45	Наконечник трубы	1	Чугун или латунь	—
46	Болт с гайкой	1	Сталь I	3/8" × 60
47	Кольцо	1	»	—
48	Левая половина кожуха токоприемника	1	Сталь кровельная	Толщина 0,8—1,0
49	Правая половина кожуха токоприемника	1	»	» 0,8—1,0
50	Донышко кожуха	4	Сталь кровельная	Толщина 0,8—1,0
51	Водилка кожуха	1	Проволока	Диаметр 8
52	Болт	4	Сталь I	1/4" × 10
53	Изоляционная прокладка	1	Эбонит	—
54	Заклепки	12	Сталь I	Диаметр 2
55	Зажим винтовой	2	»	—
56	Пружина щеткодержателя	2	Латунь	—
57	Щетки	4	»	—
58	Первое кольцо токоприемника	1	»	—
59	Изоляционное кольцо	1	Эбонит	—
60	Второе кольцо токоприемника	1	Латунь	—
61	Хомут для трубы 44	2	Сталь I	Диаметр 1/2" 30 × 10 × 140
62	Планки детали 61	2	»	—
63	Кольца пяты	3	Жесть луженая	Толщина 0,4—0,5
64	Третье кольцо токоприемника	1	Сталь I	—
65	Лопать металлического крыла	2	Сталь 4	Толщина 2,5
66	Мах металлического крыла	2	»	Длина 190, диаметр 16
67	Ступица металлического крыла	1	Сталь I	—
68	Гайка к металлическому крылу	2	»	5/8" или M16

**ПЕРЕЧЕНЬ ДЕТАЛЕЙ КЛАПАННОГО РЕГУЛЯТОРА
НА ОБШИВКЕ КРЫЛА**

№ п/п	Наименование	Колич.	Материал	Размеры заготовки (мм)
К0	Оковка клапана	2	Сталь листовая	150×200×0,3
К1	Клапан	2	Дюралюминий	100×75×0,4
К2	Ось	2	Сталь 4	Длина 110, толщина 3
К3	Скоба	2	Сталь 3	115×8×1,5
К4	Кронштейн	2	»	80×80×1
К5	Груз	2	Свинец или сталь	См табл. 8
К6	Подшипник верхний	2	Бронза	25×10×8
К7	Подшипник нижний	2	»	25×10×8
К8	Накладка подшипника	4	»	25×4×3,5
К9	Заклепки	14	Сталь I	Длина 4, толщина 1,5
К10	»	8	Сталь I	Длина 10, толщина 2
К11	Пружина	2	Сталь пружинная	См табл. 8
К12	Шарик	2	Сталь	Из шарикоподшипника
К13	Скобки к оковке	40	Сталь I	Длина 30, толщина 0,7
К14	Натяжка	2	»	Только для ветроколес диаметром более 3 м
К15	Стержень для натяжки	2	»	То же