

---

Э. Р. ЗАКРЖЕВСКИЙ

ВЕТРОДВИГАТЕЛИ  
ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ  
ФЕРМ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БССР

Редакция сельскохозяйственной литературы

МИНСК 1959

2  
9

В книге излагаются данные по выбору ветродвигателя, подбору машин и оборудования для кормообработывающего цеха, а также указаны способы целесообразной эксплуатации ветроустановок, изложены правила ухода, обеспечивающие длительность работы установок. Разработаны типовые сметы на ветроустановки, необходимые для взаиморасчетов между хозяйствами и строительными организациями. Для монтажных бригад сделано описание основных правил и лучших способов монтажа установок. Затем разработаны и описаны способы ремонта ветродвигателей, насосных оборудований и использования бесшатровых водонпорных башен.

Книга является практическим руководством для инженерно-технических работников РТС, совхозов и колхозов в вопросах использования ветродвигателей для водоснабжения и механизации трудоемких работ на животноводческих фермах.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ В БЕЛОРУССИИ

В решении проблемы механизации трудоемких работ в животноводстве, в частности водоснабжения и кормоприготовления, существенную пользу и помощь окажет использование даровых сил природы, особенно энергии ветра, преобразуемой в полезную механическую и электрическую энергию ветродвигателями.

По количеству ветровой энергии у нас более чем достаточно для электрификации всего сельского хозяйства.

Используя силу ветра, фермы не будут зависеть от случайностей и всегда будут обеспечены в достаточном количестве водой. А при достаточно мощных ветродвигателях могут приводиться в движение и работать кормообработывающие машины.

Особенно выгодно использовать ветродвигатели в глубинных неэлектрифицированных хозяйствах, куда доставка энергии и горючего для двигателей затруднена.

Ввиду того, что ветродвигатель использует даровую энергию ветра, работа его обходится значительно дешевле и выгоднее в сравнении с другими двигателями, особенно он выгоднее конной тяги.

Всесоюзным институтом механизации и электрификации сельского хозяйства сделаны наблюдения и подсчеты экономии по большому количеству ветросиловых установок. В результате выявлено, что стоимость энергии, полученной от ветродвигателя, в два раза ниже стоимости энергии, получаемой от двигателей внутреннего сгорания.

В Белоруссии, по подсчетам автора, стоимость работы ветродвигателя обходится в 3 раза дешевле, чем бензодвигателя, и в 2 раза дешевле электропривода.

Подсчитано, что стоимость 1 куб. м воды, полученной с колодца глубиной 40 метров при помощи конного привода, определяется примерно в 2 руб. 50 коп.; бензодвигателя — 1 руб. 30 коп.; электромотора — 80 коп. Кубометр воды, добытой с этой же глубины при помощи ветродвигателя ТВ-8, стоит всего лишь 30—35 коп. Дешевизна воды, добываемой при помощи ветродвигателей, позволяет колхозам в течение одного года окупить затраты по ветронасосным установкам.

Доказательством выгоды является тот факт, что ряд хозяйств из-за экономических соображений ставит ветродвигатели, имея другие источники энергии.

Ветродвигатели оправдали себя на работе в Белоруссии. Они оказались экономически выгодными и освобождают значительное количество людской и тяговой силы.

Причиной недостаточного распространения ветродвигателей является незнание, а из-за этого и недооценка их. Часто о ветродвигателях просто забывают.

До Отечественной войны в течение 2—3 лет на фермах колхозов Белоруссии было установлено более 40 ветродвигателей заводского изготовления типа ТВ-5 и ТВ-8. В одном только Смолевичском районе работало 7 ветродвигателей.

После войны, в связи с большой выгодой и удобствами водоснабжения ферм от ветронасосных установок, возник особенно большой спрос на ветродвигатели. Массовые установки ветродвигателей в колхозах Белоруссии начались с 1954 года. Ежегодно устанавливается по 100—150 ветродвигателей типа ТВ-8 и начались установки ветродвигателей Д-12, мощность которых значительно больше.

В 1951 году колхоз им. Рокоссовского, Руденского района, поставил на ферме ветродвигатель ТВ-8.

В 1952 году установили ветродвигатель колхозы «Наша победа», Бельничского района, «Ильич», Круглянского района, им. Кирова, Ветковского района, им. Чкалова, Горецкого района. Колхоз «Беларусь», Добрушского района, установил на своих фермах 2 ветродвигателя.

В колхозе им. Кирова, Ветковского района, ветродвигатель качает со скважины воду, вращает мельницу МДУ-4. Для хранения воды на ферме построена кирпичная водонапорная башня (рис. 1).

В колхозе им. Рокоссовского, Руденского района, вет-

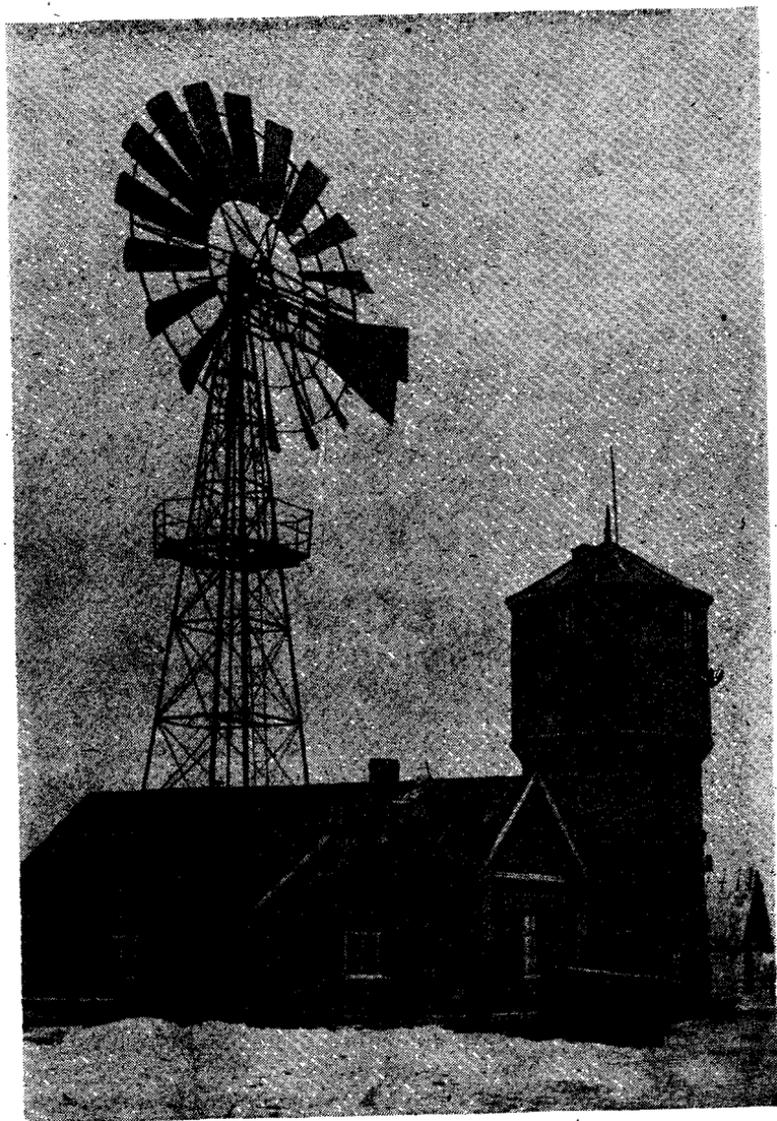


Рис. 1. Ветронасосная установка в колхозе им. Кирова, Ветковского района, Гомельской области.

родвигатель ТВ-8 работает на подаче воды из буровой скважины глубиной 50 м. Водой снабжается ферма, в которой содержится около 200 голов скота, и птицеферма. По уходу за ветродвигателем надсмотрщику положено 500 трудодней. До установки ветродвигателя воду возили из реки, и на это колхоз затрачивал только за стойловый период 1260 трудодней и 1260 коне-дней. После установки ветродвигателя не только не требуется возить воду, но от него работает мельница для размола корма скоту. Колхоз получил экономию в 1260 коне-дней и 760 человеко-дней. В первую же зиму ветродвигатель полностью окупился.

Колхоз «Маяк социализма», Руденского района, установил на своих животноводческих фермах три ветродвигателя. На ферме первой бригады поставлен ветродвигатель ТВ-8 с баком емкостью 15 куб. м. Он обеспечивает водой 390 голов крупного рогатого скота и 66 лошади. Кроме того, вода по трубам подается в парники и теплицу. Дневной расход воды достигает 40 куб. м. Вода подается из бурового колодца глубиной 51 м, напор поднимаемой воды около 25 м.

Несмотря на частые безветренные дни, на ферме только 2—3 раза за год приходится пускать резервный двигатель для подкачки воды. Летом в засушливые дни бывают иногда перерывы в подаче воды в теплицы. Задержки с подачей воды являются следствием недостаточной емкости бака. Для поения скота и на поливку огорода вода расходуется из бака почти одновременно большими количествами, а накачивается понемногу и в разное время, днем и ночью. Поэтому из-за недостаточной емкости бака, не вмещающего того количества воды, которое может дать ветродвигатель, последний значительную часть суток стоит выключенным. При увеличении емкости бака хотя бы вдвое задержек в подаче воды не будет. Достигнуть этого легко, поставив второй бак. На кормокухне от ветродвигателя работает корнерезка.

В летнее время ветродвигатель надо использовать только для водоснабжения. Увеличив емкость баков, можно будет увеличить орошаемую площадь огородов, что весьма выгодно. В зимнее же время имеющийся некоторый излишек мощности можно с успехом использовать на привод нескольких кормообрабатывающих машин.

За время работы, т. е. более 5 лет, ветродвигатель

не потребовал еще ремонта. Это объясняется хорошим уходом за установкой.

Ветродвигатель марки ТВ-8 установлен также на ферме второй бригады. Установка произведена над буровым колодцем глубиной 39 м. Вода подается в бак емкостью 25 куб. м. с напором около 20 м. Водой обеспечиваются 250 голов крупного рогатого скота и 60 лошадей. Перерывов в подаче воды не было.

До установки ветродвигателей на первой ферме вода подвозилась бочками, а на второй качалась насосом вручную.

За обслуживание ветродвигателей правление колхоза начисляет машинистам по 0,75 трудодня.

Первый ветродвигатель окупился полностью менее чем за один год, а второй — к концу 1956 года.

В настоящее время, исходя из оплаты труда 1 куб. м воды, добытой ветродвигателями, обходится колхозу очень дешево, всего около 25 коп.

Видя большие выгоды и преимущества использования ветродвигателей, колхоз весной 1957 года установил на свиноводческой ферме четвертой бригады более мощный ветродвигатель Д-12 с назначением комплексно механизировать все работы на ферме, в том числе привести в движение мельницу. поголовье этой фермы: свиней 500—1000 голов, крупного рогатого скота и лошадей около 100 голов. Глубина колодца, из которого добывается вода для фермы, 48 м, при динамическом уровне около 10 м. Бак для воды поставлен временно емкостью 15 куб. м.

Правление колхоза сделало подсчет экономичности ветродвигателей. Оказалось, что каждый ветродвигатель ТВ-8 приносит колхозу ежегодно большой доход, освобождая в то же время труд людей и лошадей.

Только очевидная выгода от использования ветродвигателей побудила правление колхоза поставить мощный ветродвигатель Д-12, который полностью механизует и осветит ферму.

Необходимо указать на некоторые недостатки в использовании ветродвигателей в этом колхозе. За год на смазку одного ветродвигателя колхоз расходует всего 100 руб., а по норме полагается 150—200 руб. Следует увеличить смазку, так как этим продлится срок работы установок. Кроме того, оплата труда машинистов не связана с результатами эксплуатации ветродвигателей. Как

показал опыт, хорошие результаты получились там, где машинисту начисляется зарплата, помимо основной, и за выработку, т. е. за то, что делает ветродвигатель. Зарплата начисляется за каждую тонну смолотого зерна, размельченного корма, приготовленной сечки соломы или силоса и т. д. Там, где производят такую оплату, ветродвигатели не стоят никогда. Они механизуют почти все работы на фермах, принося этим большую пользу хозяйствам.

За последние годы по Белоруссии поставлено около 500 ветродвигателей. На первом месте по количеству установленных ветродвигателей находится Речицкий район, насчитывающий более 40 ветроустановок, которые снабжают водой колхозные животноводческие фермы. В этом районе устанавливают ветродвигатели даже электрифицированные колхозы. Например, ветродвигатели установлены в колхозах им. Чапаева, им. Кирова, «Советская Белоруссия», им. Дзержинского и др. Сделали они это по той причине, что работа ветродвигателей стоит дешевле и не требует затрат топлива.

Результат от применения ветродвигателей для механизации водоснабжения в Речицком районе не замедлил сказаться.

В 1953 году на фермах колхоза «Советская Белоруссия» работало 40 человек, и фермы давали мяса 171 ц, молока 922 ц. В 1956 году на фермах работало 70 человек, а произведено мяса 981 ц, молока — 3364 ц. На одного человека, работающего на ферме, приходилось в 1953 году 4,3 ц мяса, 2,3 ц молока, а в 1956 году соответственно мяса — 14 ц, молока — 48 ц. Причем, на производство 1 ц молока в 1956 году затрачено всего лишь 5 трудовых, а на 1 ц мяса — 17.

В колхозе им. Кирова для подъема воды из бурового колодца на молочной ферме установили ветродвигатель ТВ-8, который работает безотказно. Стоимость его, включая установку, в сумме 12 тыс. руб. окупилась в первый же год. Применение ветродвигателя на водоснабжении позволило колхозу высвободить от работы на ферме четырех человек. Это дает ежегодную экономию 1124 трудовых. В колхозе есть своя электростанция. Несмотря на это, в 1956 году на свиноферме установили второй ветродвигатель. Использование электроэнергии обходится колхозу значительно дороже, чем применение энергии ветра.

Поэтому правление колхоза решило в ближайшие годы установить ветродвигатели на всех животноводческих фермах.

Применение средств механизации на фермах позволило снизить себестоимость продукции животноводства. Если в 1954 году средний удой на фуражную корову составил 1040 л, то в 1956 году было надоено уже 1548 л. На сто гектаров земли в 1954 году получено мяса по 4,3 ц, а в 1956 году — по 19,3 ц. На производство 1 ц молока в 1954 году затрачивалось 6,2 трудодня, а в 1956 году — 5 трудодней. Затраты труда на производство центнера мяса уменьшились за это время вдвое.

В колхозе им. Сталина, где труд животноводов механизирован, в 1956 году на производство 1 ц молока затрачено 5,5 трудодня и 1 ц мяса — 33 трудодня, а в колхозе им. Ленина, Сведского сельсовета, где на фермах в основном применяется ручной труд, соответственно 10 и 93 трудодня.

Как видно из приведенных примеров, механизация трудоемких работ является решающим фактором в производстве продуктов животноводства. Если же эту механизацию осуществить с помощью энергии ветра, которая в 2 раза дешевле электроэнергии, то и стоимость продуктов будет значительно ниже.

Для целей комплексной механизации предназначены ветродвигатели Д-12 и Д-18. Последний поступил в серийное производство и появится на складах Главсельснаба в 1959 году. Краткие сведения о нем и его характеристика будут приведены ниже.

В Белоруссии до 1956 года ветродвигатель Д-12 не использовался. В 1956 году опытный ветродвигатель был установлен в колхозе «Коммунар», Пуховичского района (станция Талька).

Велись наблюдения за ним с целью выяснить возможности внедрения и использования в условиях Белоруссии, так как не было уверенности в его пригодности по той причине, что быстроходные ветродвигатели требуют для своей работы более высоких скоростей ветра, а среднегодовая скорость ветра в Белоруссии составляет всего около 4—4,5 м/сек. Однако, в связи с тем, что в последних выпусках увеличен пусковой момент и двигатель стал работать на более низких скоростях ветра, опасения оказались

напрасными. Наблюдения показали, что ветродвигатель Д-12 последних выпусков оказался вполне работоспособным и пригодным для комплексной механизации работ на животноводческих фермах Белоруссии. Ветродвигатель достаточно чувствителен к ветру. Он страгивается при ветрах около 3,0 м/сек. Поэтому только летом в абсолютно безветренные дни были простои в работе. Осенью и зимой двигатель почти не знает простоев и запускается в нужное время.

Применение ветродвигателя позволяет своевременно обеспечить кормами и водой свиноферму и коровник, одновременно освещая помещения.

Вода качается поршневым насосом в водонапорный бак емкостью 25 куб. м, а из бака по трубам поступает в кормоцех и коровник к автопоилкам.

На кормокухне работают от ветродвигателя Д-12 следующие машины: поршневой насос, соломосилосорезка, картофелемялка, корнерезка, корнеклубнемойка, элеватор, зернодробилка, мельница вертикальная  $d = 60$  см, типа «фермер», электрогенератор. Электрогенератор трехфазный переменного тока 4,5 квт, 220 в, 1500 об/мин. Напряжение регулируется вибрационным регулятором. От генератора электрический ток подается через щит в коровник, свинарники и кормокухню. Общая суммарная нагрузка составляет около 1 квт.

Ветродвигатель Д-12 позволяет обеспечить кормами и водой 250 голов свиней и 116—120 голов крупного рогатого скота (без молодняка) и в то же время освещает все производственные помещения.

На случай безветрия установлен резервный нефтяной двигатель Н-22, но он редко применяется. Его пускают только для резки леса круглой пилой. За 1956 год зарегистрировано 5—6 случаев, и то летом, когда пришлось пускать резервный двигатель.

Нагружен ветродвигатель не полностью. Его пускают утром в 4 часа (осень и зима) для света и с 2—4 часов днем. Утром ветродвигатель работает до 9—10 часов и вечером до 10 часов. За время работы ветродвигателя успевают накачать воду в бак на сутки и заготовить корма. Зимой при работе соломосилосорезки и мельницы рабочий день иногда удлиняется, особенно при слабых ветрах. Работает ветродвигатель от 6 до 10 часов в день,

но для освещения иногда оставляют его работать всю ночь.

Как видно, использование ветродвигателя несколько меньше, чем возможно, но, несмотря на недоиспользование, фермы обеспечиваются кормами и водой.

Хорошей работе опытной ветроустановки способствует рациональное улучшение, сделанное при монтаже ее. Между вертикальным валом ветродвигателя и валом нижнего редуктора поставлена тракторная соединительная фрикционная муфта рычажками вниз, а на редуктор поставлена стойка с рычагом, короткий конец которого несет упорное кольцо выключения муфты. Нажатием руки на длинный конец рычага кольцо подымается и муфта выключается, отключая редуктор от вала ветродвигателя. Рычаг простым зацепом-крючком удерживается в любом крайнем положении.

Вал трансмиссии связан непосредственно с горизонтальным валом редуктора соединительной муфтой и таким образом является продолжением его, ликвидируя этим одну передачу ремнем. Подшипники вала трансмиссии все шариковые.

Благодаря установке ветродвигателя работники животноводческих ферм полностью освободились от тяжелой работы вращения кормообрабатывающих машин, подноски кормов и доставки воды, а помещения хорошо освещены ровным электрическим светом, создавая удобство для работы.

Применение ветродвигателя на ферме дало экономию в 1 000 человеко-дней и 350 коне-дней. Одновременно с этим снизились затраты труда на единицу продукции в среднем на 25%. Причем, не учтено имеющееся снижение расхода материалов и денег.

По сведениям, полученным Белорусской станцией механизации, проводившей наблюдения за работой, ветродвигатель Д-12 за 1956 год дал в колхозе следующие технические показатели:

|   |               |
|---|---------------|
| Добыто воды . . . . .                     | 5 400 куб. м  |
| Перемолото зерна . . . . .                | 655 ц         |
| Намыто и переработано картофеля . . . . . | 2 160 ц       |
| Измельчено соломы . . . . .               | 1 040 ц       |
| Выработано электроэнергии . . . . .       | 1 800 квт-час |

Выработано всего за год . . . . . 28 000 л. с.-час.

Себестоимость одного лошадиного сило-  
часа . . . . . 18 коп.

Результаты использования ветродвигателя Д-12 с яс-  
ной наглядностью говорят, что в Белоруссии он может ра-  
ботать и что экономически он значительно выгоднее ве-  
тродвигателей ТВ-8 и УВД-8.

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЕТРОДВИГАТЕЛЯХ

Ветродвигателем называется машина-двигатель, пре-  
образующая энергию воздушного потока, т. е. ветра,  
в механическую энергию вращающихся лопастей, кото-  
рая при помощи редукторов и передаточных механизмов  
передается к машинам-производителям.

Промышленностью выпускаются ветродвигатели двух  
типов: тихоходные многолопастные и быстроходные ма-  
лолопастные. Отличительной особенностью тихоходных  
многолопастных ветродвигателей является способность  
их трогаться с места, т. е. начинать работать с подклю-  
ченной нагрузкой при сравнительно слабом ветре, что  
объясняется наличием большого крутящего момента.  
Эти двигатели хорошо используют малые скорости вет-  
ров, но плохо поддерживают постоянное число оборотов,  
поэтому они не могут применяться там, где требуется  
постоянство числа оборотов, как, например, для элект-  
роосвещения, но хорошо работают на приводе поршне-  
вых насосов с постоянным включением нагрузки. Из-за  
громоздкости ветроколеса тихоходные ветродвигатели  
не могут быть изготовлены мощными. К ним относятся  
УТВ-5, ТВ-8, ТВМ-8 и выпускаемый новый облегченный  
ветродвигатель УВД-8.

Второй тип ветродвигателей — это быстроходные ма-  
лолопастные, имеющие ветроколесо с 2—3 лопастями.  
Они могут быть больших размеров и мощностей, вплоть  
до ветроколеса диаметром в 50 м. Благодаря возмож-  
ности сравнительно хорошего регулирования числа обо-  
ротов эти двигатели применяются для электрификации  
и механизации. Для механизации животноводческих ферм  
промышленностью выпускаются ветродвигатели Д-12  
и Д-18. Кроме того, выпускаются маломощные двигатели

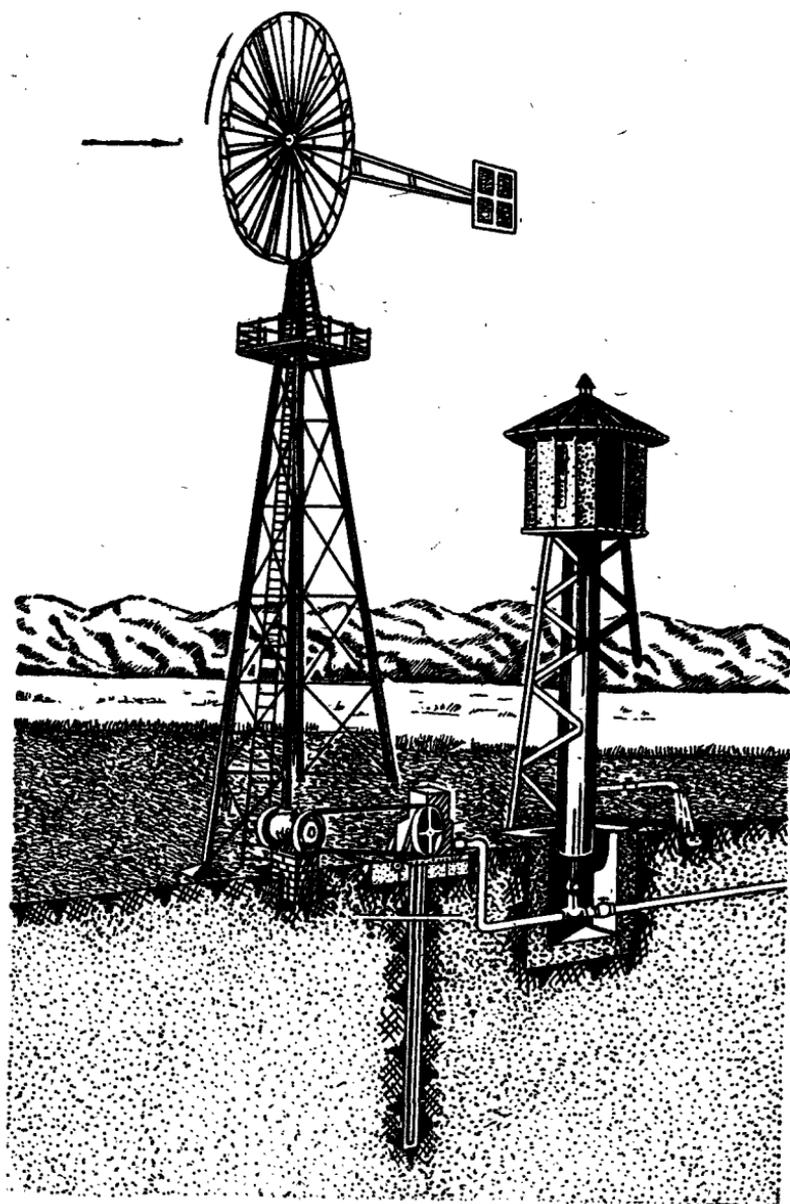


Рис. 2. Ветродвигатель УТВ-5.

с диаметром ветроколеса от 1 до 3,5 м для освещения малых помещений и зарядки аккумуляторов.

Коснемся здесь описания ветродвигателей, предназначенных для водоснабжения и механизации животноводческих ферм.

**Ветродвигатель УТВ-5** разработан и подготовлен к выпуску на базе снятого с производства ветродвигателя ТВ-5. УТВ-5 более совершенный универсальный тихоходный ветродвигатель с диаметром ветрового колеса 5 м. Общая производительность УТВ-5 по сравнению с ТВ-5, благодаря ряду усовершенствований, стала выше примерно в 1,5 раза.

Особенности УТВ-5 следующие: ветровое колесо велосипедного типа имеет 36 проволочных спиц. Обод коробчатый. Лопасты прикрепляются к спицам — проволокам — загибанием продольных кромок около спицы, и спица оказывается завальцованной в боковую кромку лопасти. Угол лопасти наружный  $17^\circ$  и внутренний  $45^\circ$ . Колесо весит на 140 кг меньше, чем колесо ТВ-5. В масляной коробке головки имеется двухступенчатый редуктор с ускоряющим передаточным отношением 1:6, от которого получает вращательное движение вертикальный вал. Центр ветрового колеса находится от земли на высоте 17,4 м; эксцентриситет имеет 180 мм. Нижний редуктор, тоже закрытого типа, имеет пару конических шестерен и фрикционную муфту. Передаточное отношение нижнего редуктора замедляющее, с отношением 2:1. Таким образом, общее передаточное отношение будет 1:3, а до кривошипа насоса, имеющего свою передачу, 4:3. Диаметр шкива 560 мм. Штанги насоса изготовлены из тонкостенных стальных труб  $d = 50$  мм с герметической заделкой концов, т. е. пустотелые. Шток плунжерный. Производительность его значительно выше, чем у ТВ-5, так как двигатель трогаются без нагрузки и работа начинается при более низких скоростях ветра.

Подключение насоса может быть выполнено двумя способами. Соединение насоса у самой лебедки и через карданный вал. Благодаря карданному валу УТВ-5 можно ставить на расстоянии около 3,5 м от колодца. Таким образом, башня двигателя не будет закрывать колодца, и установка не будет зависеть от его габаритов. УТВ-5 может работать на подъеме воды из любого шахтного колодца. Переходная коробка насоса имеет

винтовую червячную передачу и ставится над скважиной или колодцем.

В некоторых выпусках ветродвигателей передача мощности от нижнего редуктора к насосной лебедке будет производиться не карданным валом, а ремнем со шкива редуктора на шкив насосной лебедки.

Для утепления переходной коробки устраивают кожух или строят небольшое отапливаемое помещение.

Нижний редуктор дает возможность приводить в движение насос от конного или иного привода при безветрии или при ремонтах.

Возможные ходы поршня для лучшего использования мощности ветродвигателя в зависимости от высоты подъема воды (напора), среднегодовых скоростей ветра и других условий могут быть установлены на 170, 220 и 300 мм.

От шкива редуктора, т. е. лебедки, могут работать корнеклубнейки МП-2 и МП-2,5; корнерезки РКР-1,5 и РКР-2; жмыходробилки ДЖ-0,5; соломорезки РСБ-0,6; молочные сепараторы «Урал-6» и ОСК-1000.

Таблица 1

Мощность и скорость УТВ-5 при ветрах от 3 до 8 м/сек

| Скорость ветра (в м/сек) | Мощность на шкиве редуктора (в л. с.) | Число оборотов в минуту |                 | Число начавший штанги насоса |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|
|                          |                                       | ветрового колеса        | шкива редуктора |                              |
| 3                        | 0,13                                  | 15                      | 45              | 11                           |
| 4                        | 0,3                                   | 20                      | 60              | 15                           |
| 5                        | 0,6                                   | 25                      | 75              | 19                           |
| 6                        | 1,0                                   | 30                      | 90              | 22                           |
| 7                        | 1,6                                   | 35                      | 105             | 26                           |
| 8<br>и выше              | 2,4                                   | 40                      | 120             | 30                           |

**Ветродвигатель ТВ-8** также тихоходный, он имеет многолопастное ветровое колесо диаметром 8 м. Поворот на ветер осуществляется при помощи хвоста. Вывод

из-под ветра и регулирование числа оборотов при сильных ветрах (выше 8 м/сек) производится поворотом ветрового колеса боковой лопастью. Передача движения производится вращающимся вертикальным валом, от которого приводится в движение находящаяся внизу универсальная лебедка. Последняя соединяется с насосом и имеет шкив для привода кормообрабатывающих и иных машин. Башня ветродвигателя металлическая. К ветродвигателю прилагается поршневой насос  $d = 95$  мм (иногда  $d = 120$  мм) и комплект труб со штангами на загрузку насоса на 30 м. Насос предназначен для выкачивания воды из скважин с внутренним диаметром не менее 200 мм, но может быть установлен и качать воду из шахтных колодцев и других открытых водоемов и источников. Возможный ход поршня насоса 250 и 450 мм. Мощность при скорости ветра 8 м/сек = 6,4 л. с.

**Ветродвигатель УВД-8** — облегченный тип тихоходного ветродвигателя с ветровым колесом велосипедного типа диаметром 8 м. По мощности УВД-8 равен ветродвигателю ТВ-8, но он имеет ряд особенностей в конструкции головки, башни, в способе регулирования и в нижнем редукторе. Поэтому ниже будет дано его описание.

Большим преимуществом ветродвигателей УТВ-5 и УВД-8 по сравнению с другими ветродвигателями является их относительно простое устройство и то, что они трогаются с места и начинают работать, будучи нагруженными при малых скоростях ветра — 2,5—3,5 м/сек (в зависимости от нагрузки). Недостаток этих ветродвигателей — сравнительно малая мощность, которой в крупных колхозах с глубокими колодцами может не хватить даже для одной подачи воды.

**Ветродвигатель Д-12.** Быстроходный трехлопастный двигатель с диаметром ветрового колеса 12 м. Мощность на шкиве при скорости ветра 8 м/сек = 12,7 л. с. Двигатель начинает вращаться без нагрузки при ветре со скоростью около 3 м/сек. Ветродвигатель приводит во вращение лебедку, а от последней работает насос, динамомашинка или иные сельскохозяйственные машины. Регулирование числа оборотов производится автоматически, поворотом части лопасти от находящегося на ней стабилизатора.

**Ветродвигатель Д-18** — трехлопастный двигатель с диаметром ветрового колеса 18 м. Предназначен для



*Рис. 3.* Ветроэлектростанция Д-18.

механизации всех процессов, в том числе и электроосвещения производственных помещений на животноводческих фермах. Регулирование числа оборотов производится стабилизаторами, как у Д-12. Направление на ветер производится виндрозами. Коэффициент полезного действия механизмов 0,85. Пределы колебаний оборотов ветроколеса 4—5%. Вес 15,5 т. Работает ветродвигатель в зонах со скоростями ветров от 4 м и выше.

Таблица 2

**Мощность ветродвигателя Д-18**

| Скорость ветра<br>(в м/сек) | На шкиве редуктора<br>(в л. с.) | На клеммах генератора (в квт.) |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 4                           | 4,0                             | 3,0                            |
| 5                           | 7,9                             | 5,8                            |
| 6                           | 13,7                            | 10,0                           |
| 7                           | 21,6                            | 15,7                           |
| 8                           | 32,0                            | 23,5                           |

**Выработка ветродвигателя Д-18**

| Среднегодовая скорость ветра<br>(в м/сек) | Общее число часов работы | Число часов работы с полной мощностью | Выработка силовых часов (возможная) |
|---|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 4   | 5310                     | 545                                   | 32 000                              |
| 5   | 6520                     | 1407                                  | 68 000                              |
| 6   | 7330                     | 2609                                  | 90 000                              |

**МОЩНОСТЬ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ**

Мощность любого ветродвигателя пропорциональна квадрату диаметра ветрового колеса и кубу скорости ветра. Например, при увеличении скорости ветра в два раза мощность возрастает в  $2 \times 2 \times 2 = 8$  раз. При увеличении диаметра ветрового колеса в два раза мощность возрастет в  $2 \times 2 = 4$  раза. Принято определять мощность ветродвигателей по мощности, которую они развивают при ветре со скоростью 8 м/сек. Приблизительно эту мощ-

ность можно определить по формуле  $N = 0,1 D^2$  л. с., т. е. одна десятая квадрата диаметра ветроколеса. Например, мощность ТВ-8 будет:  $N = 0,1 \times 8^2 = 6,4$  л. с.; ТВ-5:  $N = 0,1 \times 5^2 = 2,5$  л. с.; Д-12:  $N = 0,1 \times 12^2 = 14,4$  л. с.; Д-20:  $N = 0,1 \times 20^2 = 40$  л. с. и так для любого двигателя с крыльями обтекаемого профиля.

При точных подсчетах мощностей крыльчатых ветродвигателей на оси ветроколеса при любой скорости ветра пользуются формулой:

$$N = \frac{\rho F v^3}{2 \cdot 75} \xi \text{ л. с.}, \text{ или } N = \frac{\rho \pi D^2 v^3}{2 \cdot 4 \cdot 75} \xi \text{ л. с.},$$

где  $N$  — мощность в л. с.;

$\rho$  — удельная плотность воздуха, приблизительно равная 0,125;

$\pi$  — 3,14 — отношение длины к своему диаметру;

$F$  — площадь ветроколеса в кв. м;

$v$  — скорость ветра в м/сек;

$\xi$  — коэффициент использования энергии ветра, величина которого зависит от обтекаемости и формы крыльев.

Для заводских тихоходных ветродвигателей коэффициент этот равен около 0,3; для заводских быстроходных ветродвигателей он доходит до 0,35—0,40; в крестьянских ветряных мельницах он не выше 0,10—0,15.

Теоретический (практически пока не достигнут) коэффициент использования энергии ветра для ветродвигателя, работающего без аэродинамических потерь при вращении ветроколеса, по теории проф. Г. Х. Сабинина,  $\xi = 0,687$ . Указанный коэффициент представляет отношение полученной механической работы на ветроколесе к энергии, заключенной в ветровом потоке, протекающем сквозь ометаемую поверхность колеса. Для подсчета мощности на шкиве лебедки или на штанге насоса требуется ввести коэффициент на потери в передаточных механизмах  $\eta = 0,7$ —0,8. Таким образом, мощность (полезная) на шкиве лебедки выразится так:

$$N = \frac{\rho F v^3}{2 \cdot 75} \xi \eta \text{ л. с.}$$

Для практических расчетов мощности ветродвигателя на конце приводной трансмиссии, т. е. с учетом к. п. д. механизмов ветродвигателя, применяют формулу:  $N =$

$= 0,000654 D^2 v^3 \xi \eta$  л. с., или  $0,000481 D^2 v^3 \xi \eta$  квт, учитывая, что 1 л. с. = 0,736 квт. Или же:

$$N \text{ л. с.} = \frac{D^2 v^3 \eta \xi}{1530}$$

Для выбора или постройки ветродвигателя, который имел бы определенную мощность, приводим таблицу мощности ветродвигателей на валу ветроколеса (в л. с.) при разных скоростях ветра.

Таблица 3

Мощность ветродвигателей при разных скоростях ветра

| Диаметр<br>ветроколеса (в м) | Площадь<br>ветроколеса<br>(в м <sup>2</sup> ) | Скорость ветра (в м/сек) |      |      |      |      |      |
|------------------------------|---|--------------------------|------|------|------|------|------|
|                              |   | 3                        | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| 2                            | 3,14  | 0,02                     | 0,05 | 0,10 | 0,18 | 0,27 | 0,4  |
| 3                            | 7,06  | 0,05                     | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,6  | 0,9  |
| 4                            | 12,6  | 0,08                     | 0,20 | 0,40 | 0,7  | 1,1  | 1,6  |
| 5                            | 19,6  | 0,13                     | 0,30 | 0,60 | 1,0  | 1,7  | 2,5  |
| 6                            | 28,2  | 0,20                     | 0,45 | 0,90 | 1,5  | 2,4  | 3,6  |
| 7                            | 38,5  | 0,46                     | 0,60 | 1,30 | 2,0  | 3,3  | 5,0  |
| 8                            | 50,3  | 0,34                     | 0,80 | 1,60 | 2,7  | 4,3  | 6,4  |
| 9                            | 63,6  | 0,42                     | 1,00 | 2,00 | 3,4  | 5,4  | 8,0  |
| 10                           | 78,5  | 0,53                     | 1,25 | 2,40 | 4,0  | 6,7  | 10,0 |
| 12                           | 113,0   | 0,76                     | 1,80 | 3,50 | 6,0  | 9,4  | 14,0 |
| 14                           | 153,8   | —                        | 2,44 | 4,75 | 8,1  | 12,7 | 19,0 |
| 18                           | 254,0   | —                        | 4,05 | 7,86 | 13,5 | 21,0 | 31,4 |
| 24                           | 452,0   | —                        | 7,20 | 14,0 | 24,0 | 37,5 | 56,0 |
| 30                           | 706,0   | —                        | —    | 21,8 | 37,4 | 58,6 | 87,6 |

Среднемесячная скорость ветра в каждом районе не одинаковая и меняется по месяцам. Так как ветры не постоянны по времени и по своей скорости, то обычно расчет ведут по среднегодовой скорости, хотя в наших условиях было бы вернее всего вести расчет по среднезимним скоростям, когда на фермах больше всего работы и больше требуется воды скоту. Среднегодовые скорости ветра в Белоруссии не одинаковы и в разных районах иные. Поэтому для каждого случая и места данные

о среднегодовой скорости ветра следует получить в местной метеорологической станции.

Рабочими скоростями ветра для тихоходных ветродвигателей следует считать ветры со скоростями от 3 до 8 м/сек включительно.

Хотя ветры не постоянны по направлению и не одинаковы по скоростям в разных местах, они имеют определенную закономерность и повторяемость. В таблице Померцева приводятся данные о повторяемости ветров для разных среднегодовых скоростей ветра. Эта таблица имеет большое значение в определении выработки и времени работы ветродвигателей. Например, при среднегодовых скоростях ветра 4 м/сек ветров со скоростями 4—8 м/сек бывает всего около 60%, а ветров со скоростями 3—8 м/сек — 70—75%.

Все данные о ветрах являются результатом обработки и выведения средних показателей за длительное число лет. Поэтому фактические ветры могут отличаться от ожидаемых. Штиль, т. е. безветрие, которого следует ожидать от 20 до 30% при среднегодовых скоростях ветра в 4 и 3 м/сек, часто продолжается, особенно летом, по 2—3 дня кряду, считая практическое безветрие от 0 до 2—3 м/сек.

Из приведенного вытекает, что пользоваться приводимыми в справочниках таблицами часовой производительности ветродвигателей можно только с учетом повторяемостей ветров данной местности. Ветер в 3 м/сек вообще считается рабочим условно, так как при нем мощности, развиваемые ветродвигателями, весьма незначительны, и производительность при этих ветрах если и есть, то очень малая. Часто при значительных глубинах колодцев при этих ветрах ветродвигатели, нагруженные насосами, не работают. Для лучшего использования ветродвигателей на подаче воды при разных напорах и разных средних скоростях ветра в ветродвигателях предусмотрена возможность получать больший или меньший ход поршня. В условиях Белоруссии оказалось, что больший ход выгодно ставить летом при напорах до 25—30 м и зимой при напорах до 35—40 м. При больших напорах в обоих случаях следует ставить меньший ход. При установке на меньший ход поршня уменьшается производительность, но облегчается работа двигателя, от чего двигатель начинает работать при меньших скоростях ветра.

Таблица 4

Таблица повторяемости ветра, по Поморцеву

| Средняя годовая скорость ветра (в м/сек) | Число часов ветра за год со скоростью (в м/сек) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
|  | 0   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10 и больше |
| 1  | 2200  | 3600 | 2190 | 653  | 87   | —    | —    | —    | —    | —    | —           |
| 2  | 876   | 2020 | 2590 | 2020 | 873  | 330  | 51   | —    | —    | —    | —           |
| 3  | 500   | 1030 | 1700 | 1990 | 1710 | 1050 | 525  | 193  | 62   | —    | —           |
| 4  | 307   | 630  | 1070 | 1445 | 1610 | 1445 | 1070 | 640  | 315  | 152  | 78          |
| 5  | 175   | 376  | 684  | 1003 | 1310 | 1445 | 1310 | 1050 | 700  | 376  | 331         |
| 6  | 87  | 228  | 420  | 700  | 963  | 1210 | 1320 | 1228 | 1000 | 700  | 603         |
| 7  | 52  | 149  | 262  | 462  | 700  | 930  | 1100 | 1180 | 1120 | 963  | 842         |
| 8  | 44  | 88   | 187  | 334  | 492  | 685  | 876  | 1030 | 1100 | 1033 | 891         |

В районах с низкими среднегодовыми скоростями ветра (около 3—4 м/сек) бывает определенное число часов в течение года с сильными ветрами более 8 м/сек и бурями (более 20 м/сек).

Из приведенной таблицы видно, что наибольшее число часов в течение года будет иметь ветер со скоростью, равной среднегодовой скорости ветра в данном районе.

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

К ветродвигателю, предназначенному для водоснабжения, предъявляются требования, чтобы он в первую очередь обеспечил ферму водой, а при избытке мощности приводил в движение кормообработывающие машины. Можно, конечно, поставить и два ветродвигателя: один для водокачки, а второй для привода машин.

Выбор ветродвигателя для обеспечения фермы водой зависит:

а) от потребного суточного количества воды, а следовательно, от поголовья скота на ферме;

б) от напора поднимаемой воды;

в) от среднегодовой скорости ветра данной местности.

В лесистых местах ветер значительно слабее, чем на

открытых. В местах, окруженных высоким лесом, ветродвигатели вообще не работают. Даже отдельные высокие близко стоящие деревья и постройки значительно снижают мощность ветродвигателей.

Таблица 5

Суточные нормы расхода воды (в л)

| Наименование потребителей                   | При водопроводе | Без водопровода |
|---|-----------------|-----------------|
| На одну корову при ручной дойке . . . . .   | 90              | 70              |
| На одну корову при механической дойке       | 115             | 95              |
| На одну корову откормочную . . . . .        | 60              | 50              |
| На одного вола . . . . .                    | 60              | 50              |
| На одну голову молодняка . . . . .          | 30              | 25              |
| На одного хряка . . . . .                   | 45              | 40              |
| На одну свиноматку с приплодом . . . . .    | 80              | 60              |
| На одну свинью откормочную . . . . .        | 12              | 10              |
| На одну лошадь рабочую и верховую . . . . . | 50              | 40              |
| На одну кобылу (матку) кормящую . . . . .   | 75              | 40              |
| На одну кобылу (матку) некормящую . . . . . | 50              | 40              |
| На жеребца-производителя . . . . .          | 60              | 40              |
| На жеребца в возрасте до 1,5 года . . . . . | 40              | 40              |
| На овцу . . . . .                           | 12              | 10              |
| На овцу с ягнятами . . . . .                | 15              | 12              |
| На курицу . . . . .                         | 0,5             | 0,5             |
| На индейку . . . . .                        | 1,0             | 1,0             |
| На утку . . . . .                           | 1,25            | 1,25            |
| На гуся . . . . .                           | 1,25            | 1,25            |
| На кролика . . . . .                        | 2               | 2               |
| На трактор . . . . .                        | 120             | 120             |

Локомобили и другие паровые машины на 1 л. с. в час 25 л.

Примечания. 1. Приведенные нормы включают расход воды на хозяйственные и питьевые нужды.

2. Для определения максимальных часовых и суточных расходов воды вводятся коэффициенты неравномерности (суточный = 1,3 и часовой = 2 — 2,5).

Суточный расход воды определяется следующим образом. Количество голов каждого вида скота умножают на суточную норму воды, а затем итоги по видам скота складывают. Если есть какие-либо иные потребители воды, как, например, локомобиль, трактор, молочная и т. п., то необходимо включить и этих потребителей воды. После подведения итога, т. е. суммирования всех расходов, надо прибавить еще 5—10% на разлив и неподвижные расходы. В результате получим действительный суточный расход воды, который должен быть обеспечен насосом и двигателем.

При проектных расчетах вместо прибавки 10% вводят так называемый коэффициент суточной неравномерности, равный 1,3. Для подсчета с коэффициентом следует суммарный суточный расход воды умножить на 1,3.

Напор поднимаемого столба воды определяется как сумма:

а) высоты подъема воды от динамического уровня воды в скважине до поверхности земли;

б) высоты от поверхности земли до верха бака водонапорной башни или иного водохранилища;

в) потерь на трение воды в трубах.

Величина напора измеряется в метрах. Величина потерь напора в трубах на трение невелика и может быть принята 1 м потерь напора на 20—25 м подъема.

**Производительность и мощность насоса.** Секундная производительность поршневого насоса одинарного действия определяется по формуле  $Q = \eta_0 \frac{F \cdot s \cdot n}{60 \cdot 1000}$ , где  $Q$  — производительность (в л/сек);

$F$  — площадь поршня (в кв. см),  $F = \frac{\pi d^2}{4}$  ( $d$  — диаметр цилиндра насоса);

$s$  — длина хода поршня (в см);

$n$  — число оборотов (двойных ходов поршня) (в мин.);

$\eta_0$  — коэффициент наполнения (полезного действия) насоса. Он зависит от состояния и качества деталей насоса. У поршневых насосов колеблется около 0,60—0,95.

Для получения часовой производительности полученную секундную производительность умножают на 3600 (число секунд).

Так как приведенная формула сложна и неудобна для практических быстрых подсчетов, то она может быть упро-

цена за счет некоторых допустимых замен и округлений. Диаметр цилиндра и ход поршня выражают не в сантиметрах, а в дециметрах (1 дм = 10 см), что удобнее, так как 1 литр = 1 куб. дм. Заменяя см на дм и подставляя  $\frac{\pi d^2}{4}$

вместо  $F$ , получим: в секунду  $Q_{\text{сек}} = \eta_0 \frac{\pi d^2 s n}{4 \cdot 60}$ , в минуту  $Q_{\text{мин}} = \eta_0 \frac{\pi d^2 s n}{4}$  и в час  $Q_{\text{час}} = 60 \cdot \eta_0 \frac{\pi d^2 s n}{4}$ .

Подставляя вместо  $\pi$  величину 3,14 и принимая за средний коэффициент насоса  $\eta_0 = 0,85$ , получим (сократив цифровые значения):  $Q = \eta_0 \frac{\pi d^2 s n}{4 \cdot 60} = 0,85 \cdot 3,14 \frac{d^2 s n}{4 \cdot 60} = \boxed{Q = \frac{d^2 s n}{90}}$

$Q_{\text{час}} = 60 \eta_0 \frac{\pi d^2 s n}{4} = 60 \cdot 0,85 \cdot 3,14 \frac{d^2 s n}{4} = \boxed{Q_{\text{час}} = 40 d^2 s n}$ .

Производительность кубометров в час выводится из последней формулы  $Q_{\text{час}}$  и выражается:  $Q_M^3 / \text{час} = \frac{Q_{\text{час}}}{1000} = \frac{40 d^2 s n}{1000} = \boxed{Q_M^3 / \text{час} = \frac{d^2 s n}{25}}$ .

Как вытекает из приведенных формул, производительность насоса зависит только от диаметра насоса, хода поршня и числа качаний.

Мощность насоса определяется:  $N_n = \frac{Q \cdot H}{75 \eta}$  л. с.

Мощность потребного двигателя вытекает уже из мощности насоса:  $N_{\text{дв}} = \frac{N_n}{\eta_{\text{п}}} = \frac{Q H}{75 \eta_{\text{п}}} \text{ л. с.}$  или  $N_{\text{дв}} = \frac{Q_{\text{час}} \cdot H}{3600 \cdot 75 \eta_{\text{п}}} \text{ л. с.}$ ,

где  $Q$  — производительность насоса (в л/сек) ( $Q = \frac{Q_{\text{час}}}{3600}$ );

$H$  — полный напор насоса (в м);

$\eta$  — мех. к. п. д. насоса = 0,8 — 0,9 (потери на трение в насосе);

$\eta_{\text{п}}$  — к. п. д. передачи. У лебедок  $\eta_{\text{п}} = 0,6$  — 0,9.

При установке электромоторов следует подбирать их мощность с запасом на 30—50% больше расчетной.

Для определения количества воды, которую может дать двигатель определенной мощности, применяют формулу:

$$Q = \frac{N_{\text{дв}} \cdot 75 \eta_0 \eta_{\text{п}}}{H}$$

Мощность ветродвигателя, работающего на поршневой насос, оказывается, используется не полностью, а меньше. К. п. д. ветродвигателя снижается с 0,3 до 0,23. Поэтому

при расчетах производительности по мощности следует вводить поправочный коэффициент  $K = \frac{0,23}{0,30} = 0,7$ .

**Подбор выгоднейшего хода поршня насоса.** Далеко не безразлично, какой поставить к ветродвигателю насос и какой выгоднее установить ход поршня. Дело в том, что мощность насоса растет пропорционально числу качаний, а ветродвигателя — пропорционально кубу скорости ветра. Поэтому характеристики мощности насоса и ветродвигателя не совпадают. Обычно подбор лучшего хода поршня производят, совмещая характеристики ветродвигателя и насоса. Кривую насоса выбирают ту, которая дает большее время работы его по среднегодовой скорости ветра.

Имея лучшую длину хода поршня насоса для данного ветродвигателя при данном напоре, в случае изменения напоров, например у соседней ветронасосной установки, новый ход поршня рассчитывается, исходя из того, что  $sH = s_1H_1 = \text{const}$ , т. е. произведение из величины хода поршня на напор является постоянной величиной. В данном случае новый ход поршня будет:  $s_1 = \frac{sH}{H_1}$ .

Насос, установленный по мощности на большие скорости ветра, перегружает ветродвигатель на оптимальных скоростях настолько, что он не работает большую часть года, в то время как вода нужна ежедневно.

Исходя из опыта подбора насосов и ходов поршня следует, что для равномерной подачи воды необходимо выбирать такой ход поршня или диаметр насоса, при котором мощность насоса соответствовала бы максимальной мощности ветродвигателя, развиваемой им при среднегодовой скорости ветра данного района. Подобранный таким образом насос будет иметь оптимальную производительность в течение года.

Мощность ветродвигателя определяется по характеристике, а мощность насоса — по формуле  $N_n = \frac{QH}{75\eta}$ . Заменяя  $Q_{\text{сек}} = \frac{d^2 s n}{90}$ , получим:  $N_n = \frac{d^2 s n H}{75,60\eta}$ . Подставляя величину  $\eta \cong 0,9$ , получим:  $N_n = \frac{d^2 s n H}{6\,000}$  л. с. В этой формуле,

подставляя разные величины хода поршня  $s$ , подбирают тот ход, при котором мощность насоса ближе подойдет к мощности ветродвигателя при  $V_{\text{ср. год}}$ , или меняют насос.

Так как мощность подключенного насоса соответствует мощности двигателя при среднегодовой скорости ветра и растет незначительно в сравнении с нарастанием мощности двигателя при увеличении скорости ветра, то естественно вытекает, что на более высоких скоростях ветродвигатель будет недогружен. Следовательно, ветродвигатели в ветронасосных установках целесообразно догружать приводом кормообработывающих машин.

Ниже приводится таблица и даются некоторые указания для подбора хода поршня.

Таблица 6

Выгоднейшие ходы поршня при среднегодовой скорости ветра 4 м/сек

| ТВ-8         |                   |                        | УВД-8        |                   |                        |
|--------------|-------------------|------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| марка насоса | ход поршня (в мм) | предельный напор (в м) | марка насоса | ход поршня (в мм) | предельный напор (в м) |
| НП-95        | 450               | до 75—80               | НП-95        | 300               | до 60                  |
| »            | 250               | более 80               | »            | 220               | до 80                  |
| НП-120       | 450               | до 50                  | »            | 170               | до 90                  |
| »            | 250               | до 80                  | НП-120       | 300               | до 40                  |
| НП-145       | 450               | до 30                  | »            | 220               | до 55                  |
| »            | 250               | до 55                  | »            | 170               | до 75                  |
|              |                   |                        | НП-145       | 300               | до 25                  |
|              |                   |                        | »            | 220               | до 35                  |
|              |                   |                        | »            | 170               | до 45                  |

Во всех случаях подбора выгоднейшего хода поршня следует руководствоваться соображением, что лучше, чтобы насос работал на более низких скоростях ветра, так как стронуться ему будет легче и продолжительность работы будет больше. Отсюда суточная подача воды будет равномернее и больше в маловетренны дни. Поэтому практичнее из двух возможных решений выбирать меньший ход.

Если среднегодовая скорость ветра будет значитель-

но меньше или больше 4 м/сек, то надо в величину допустимых напоров ввести поправочный коэффициент

$$\frac{v_{\text{сп. год}}^2}{16} = K_{\text{п}}, \quad \text{т. е. отношение квадрата местной средне-}$$

годовой скорости ветра к квадрату скорости ветра = 4 м/сек, по которой составлена таблица. На этот коэффициент надо умножить ход поршня для нужного напора по таблице. В результате найдем требуемый выгоднейший ход поршня при новой скорости ветра. Формула эта эмпирическая, приближительная, но практически вполне достаточная для определения выгоднейшего хода поршня. Поправка дает хорошие результаты при насосе НП-95. При насосе НП-120 фактически выгоднейший ход поршня получается несколько завышенным. Его следует снизить приблизительно на 5%. Точнее — 1% на каждую 0,1 скорости ветра, если она ниже 4 м/сек. В Белоруссии придется пользоваться рекомендуемыми ходами поршня по напорам, так как в большинстве районов среднегодовые скорости ветров мало отличаются от принятой в расчете. Если будет замечено, что ветронасосная установка часто простаивает или, наоборот, работает, но недостаточно подает воду, то следует практически проверить и подобрать лучший ход поршня. В первом случае, т. е. при частом простаивании ветродвигателя, надо уменьшить ход поршня. Во втором случае — увеличить ход поршня. Если ходы поршня стоят на пределах и изменить их невозможно, а изменение нагрузки необходимо, — надо менять насос на другой, с меньшим или большим диаметром цилиндра.

Для выбора ветродвигателя в зависимости от суточного расхода воды, величины напора и среднемесячной скорости ветра ниже приводится таблица 7, показывающая, с каким диаметром ветрового колеса требуется ветродвигатель.

В приведенной таблице производительность рассчитана с учетом того, что насос будет подобран наивыгоднейшего диаметра для данного напора и скорости ветра. Ветродвигатели же комплектуются насосами одного диаметра. Поэтому для избежания возможных ошибок следует исходить из показателя меньшего расхода воды (первый столбец цифр). В этом случае фактическая производительность ветронасосной установки иногда

может оказаться несколько выше ожидаемой. Полученный излишек будет служить резервом мощности.

Таблица 7

Рекомендуемые диаметры ветроколеса

| Суточный расход воды (в м³) | Среднегодовая скорость ветра | Напор воды (в м) |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|                             |                              | 10               | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 80   |
| 3—7                         | 3                            | Д-3              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-8  |
|                             | 3,5                          | Д-3              | Д-3  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  |
|                             | 4                            | Д-3              | Д-3  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  |
| 7—10                        | 3                            | Д-3              | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-5  | Д-8  | Д-12 |
|                             | 3,5                          | Д-3              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-8  |
|                             | 4                            | Д-3              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-8  |
| 10—15                       | 3                            | Д-5              | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-12 | Д-12 | Д-12 |
|                             | 3,5                          | Д-5              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-8  |
|                             | 4                            | Д-5              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  |
| 15—20                       | 3                            | Д-5              | Д-8  | Д-8  | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 |
|                             | 3,5                          | Д-5              | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-8  | Д-8  | Д-12 |
|                             | 4                            | Д-5              | Д-5  | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-5  | Д-8  |
| 20—30                       | 3                            | Д-5              | Д-8  | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 | —    |
|                             | 3,5                          | Д-5              | Д-8  | Д-8  | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 |
|                             | 4                            | Д-5              | Д-5  | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-8  | Д-12 |
| 30—40                       | 3                            | Д-8              | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 | —    | —    |
|                             | 3,5                          | Д-5              | Д-8  | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 | —    |
|                             | 4                            | Д-5              | Д-5  | Д-8  | Д-8  | Д-8  | Д-12 | —    |
| 40—60                       | 3                            | Д-8              | Д-12 | Д-12 | —    | —    | —    | —    |
|                             | 3,5                          | Д-8              | Д-12 | Д-12 | Д-12 | Д-12 | —    | —    |
|                             | 4                            | Д-5              | Д-8  | Д-8  | Д-8  | Д-12 | —    | —    |

(Из инструкции по выбору ветродвигателя для водоподъема. Изд. НКЗ СССР, 1936 г.).

В таблице указан ветродвигатель Д-3. Это значит, что по мощности достаточно поставить ветродвигатель с диаметром ветрового колеса 3 м, но так как в

данное время таких ветродвигателей нет, то ставится УТВ-5.

Там, где указан ветродвигатель с ветровым колесом Д-5, можно поставить ТВ-8, избыточная мощность которого будет использована для привода кормообработывающих машин.

Ввиду того, что зимой скорости ветров выше, чем летом, и воды зимой на фермах требуется больше, то подбор ветродвигателя можно производить по показателям, соответствующим несколько большим скоростям ветра.

В случае, если ветродвигатель ТВ-8 укомплектован насосом с диаметром не 145 мм, а 120 мм, следует считать производительность его на 20% ниже при избытке мощности. Если же из-за малого диаметра скважины или по другим причинам ветродвигатель ТВ-8 будет работать с насосом  $d = 95$  мм, то производительность его уменьшится на 40% против данных производительности, приводимых в таблицах (стр. 67).

Еще раз напомним, что в каждом отдельном случае надо считаться с диаметром скважины (бурового колодца). Если диаметр скважины мал, то нельзя поставить ветродвигатель с насосом большого диаметра. Максимальный диаметр насоса должен быть меньше диаметра скважины на 55—60 мм.

Как было видно из таблицы повторяемости ветров, ветры не постоянны по скорости, и неизбежны моменты, когда ветер будет отсутствовать. Если в момент, когда потребуется вода, не будет ветра, то ветродвигатель воды не даст. Иногда на большой ферме потребуется сразу большое количество воды (водопой большого отада скота, вернувшегося с поля), насос же работает довольно медленно, не считаясь с потребностью, особенно при слабых ветрах, и воды будет недостаточно. Чтобы избежать таких случаев при водоснабжении с помощью ветродвигателей, необходимо иметь водонапорные баки или иные водохранилища, куда накачивается вода и расходуется по мере надобности. На фермах, оборудованных водопроводом и автопоилками, вода, особенно зимой, расходуется почти непрерывно, так как скот пьет воду и ночью. Установка водонапорного бака является обязательной частью строительства ветронасосной установки.

Теоретически считается, что емкость баков должна быть равной двухдневному запасу воды, но практика показала, что достаточно и несколько меньшего запаса.

Водохранилищем, желательным для колхозной фермы, является водонапорная башня с деревянным или железным баком. Высота башни, достаточная для обеспечения противопожарного напора, должна быть 12 м до днища бака. Установленный бак обшивается двустенной дощатой оградой с засыпкой межстенного пространства. Ограда эта образует помещение, защищающее воду в баке зимой от замерзания.

Трубы — подающая воду в бак от насоса, разводящая, т. е. подающая воду из бака в сеть, и сливная (для слива излишка и промывки бака) — ставятся вместе и обшиваются дощатым двустенным коробом с засыпкой. Ноги башни во избежание подгнивания и осадки устанавливаются на деревянные лаги, которые укладываются на кирпичные или бетонные фундаменты и прикрепляются анкерными болтами.

Баки рекомендуется делать деревянными из досок (клепки), стянутыми натяжными или набивными обручами. Набивные обручи ставятся на конические баки, а натяжные — на цилиндрические баки. Последние применяются чаще, так как цилиндрические баки проще в изготовлении и крепление их надежнее. В эксплуатации эти баки также удобнее.

Таблица 8

Размеры деревянных баков

| Целевой объем (в м <sup>3</sup> ) | Внутренний диаметр (в м) | Высота (в м) | Толщина (в см) |       | Количество обручей | Диаметр железа обручей (в мм) | Объем дерева (в м <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------|----------------|-------|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                                   |                          |              | стенки         | днища |                    |                               |                                  |
| 10                                | 2,94                     | 1,82         | 4,0            | 4,0   | 7                  | 13                            | 1,0                              |
| 15                                | 3,38                     | 2,04         | 4,5            | 4,5   | 7                  | 16                            | 1,4                              |
| 20                                | 3,70                     | 2,20         | 5,0            | 5,0   | 8                  | 16                            | 1,8                              |
| 25                                | 3,86                     | 2,47         | 5,5            | 5,5   | 9                  | 16                            | 2,4                              |
| 30                                | 4,10                     | 2,61         | 6,0            | 6,0   | 9                  | 19                            | 2,9                              |
| 35                                | 4,34                     | 2,74         | 6,0            | 6,0   | 9                  | 19                            | 3,3                              |
| 40                                | 4,52                     | 2,83         | 6,5            | 6,5   | 9                  | 19                            | 4,0                              |
| 50                                | 4,88                     | 3,03         | 7,0            | 7,0   | 9                  | 22                            | 4,8                              |

При постройке водонапорной башни следует руководствоваться имеющимися типовыми проектами.

Как временное мероприятие на мелких фермах при невозможности построить водонапорную башню бак может быть поставлен на чердаке коровника или конюшни. В этих случаях бак делается небольшой, емкостью 10—15 куб. м. Балки, на которых ставится бак, обязательно подкрепляются стойками.

Описание бесшатровой сборно-блочной водонапорной башни приведено в конце книги.

Экономически выгодно использовать ветродвигатели не только на водоснабжении, но и для комплексной механизации трудоемких работ на животноводческих фермах. Опыт показал, что комплексную механизацию могут обеспечить не только ветродвигатели Д-18 и Д-12, но и Д-8. Ветродвигатель Д-8, кроме водоснабжения, может сделать много работ, а малые фермы он механизировать полностью. Это объясняется тем, что двигатель имеет неиспользованную мощность на скоростях ветра выше той, на которую установлен насос, а он устанавливается обычно на среднегодовую скорость ветра, а во-вторых, насос может работать в ночное время. Днем же ветродвигатель используется для привода кормообработывающих машин.

Для полного использования ветродвигателя требуется умело комплектовать его машинами и правильно подбирать передачи. Основным условием является требование, чтобы сумма мощностей подсоединенных машин не превосходила той мощности, которую может выделить ветродвигатель большую часть времени в данной местности. Оказалось, что наивыгоднейшей будет нагрузка, мощность которой соответствует скорости ветра, которая в полтора раза больше среднегодовой скорости. Из этого положения вытекает правило: нормальная мощность приключенных одновременно к ветродвигателю машин не должна превышать мощность ветродвигателя, развиваемую им при действующей скорости ветра, которая в полтора раза больше среднегодовой скорости ветра в данном месте.

Из определения нормальной мощности подключенных к ветродвигателю машин вытекает, что установленной

мощностью ветродвигателя является мощность, соответствующая  $N = V_{\text{раб.}} = 1,5 V_{\text{ср. год.}}$ . А поэтому следует устанавливать начало регулирования ветродвигателей на скорость ветра  $V_{\text{раб.}} = 1,5 V_{\text{ср. год.}}$ . Установка начала регулирования должна производиться во время работы ветродвигателя, т. е. под нагрузкой, так как без нагрузки двигатель начинает регулироваться при меньших скоростях ветра. Установка начала регулирования двигателя производится обязательно с помощью анемометра, который определяет скорость ветра. По внешним признакам скорость ветра точно установить нельзя.

При всех расчетах трансмиссии необходимо исходить из скорости вращения шкива редуктора ветродвигателя, которая соответствует установленной мощности.

Снижение момента начала регулирования до полуторной среднегодовой скорости ветра важно еще и потому, что постоянство числа оборотов начинается только после начала процесса регулирования, при котором двигатель отдает свою установленную мощность. На малых скоростях ветра двигатель работает на переменных числах оборотов и с разной мощностью. Установить начало регулирования на скорость ветра ниже  $1,5 V_{\text{ср. год.}}$  также нет смысла, так как значительно снизится отдаваемая мощность. Поэтому оптимальной величиной скорости ветра, при которой происходит максимальная выработка и должно происходить начало регулирования, является  $V_{\text{раб.}} = 1,5 V_{\text{ср. год.}}$ . При этих условиях обеспечивается и максимальное качество работы машин.

Чтобы подключенные машины (одна или несколько) могли нормально работать, необходимо при указанных скоростях ветра сообщать им те обороты, на которых они дают максимальную производительность. При среднегодовых скоростях ветра 4—4,5 и 5 м/сек полуторные ветры соответственно будут иметь 6—6,8 и 7,5 м/сек, а мощности на шкиве будут приблизительно 3,4 и 5 л. с. Поэтому мощность машин, одновременно работающих от ветродвигателя ТВ-8, также не должна превышать этой мощности.

При указанных ветрах и мощностях (при нагрузке) число оборотов в минуту шкива приводной лебедки ТВ-8 будет 140, 160 и 180. Диаметр шкива лебедки равен 600 мм.

Для ветродвигателя Д-12, который является более

мощным и обеспечивает не только водоснабжение, но и механизацию кормообработывающих процессов, также надо установить показатели, соответствующие более выгодным условиям работы, а именно: число оборотов ветрового колеса должно быть не выше 45—50 в минуту и число оборотов шкива редуктора 270—300 в минуту.

Устройство трансмиссии должно допускать включение машин в одиночку или группами путем соединения их ремнями или, что еще лучше, переводом ремня с холостого на рабочий шкив.

При подсчете мощности, требующейся для привода машин, надо добавлять 5—8% к каждой машине на потери мощности в трансмиссии.

Признаком нормальной нагрузки служит нормальное число оборотов приводных машин. Если замечается, что обороты машин увеличиваются, то это является доказательством, что имеется избыток мощности от возникшей большей скорости ветра.

Если при увеличении сверх нормального числа оборотов, т. е. при избытке мощности, не будет возможности подключить дополнительно какую-либо машину, то можно уменьшить мощность и число оборотов ветродвигателя частичным выводом ветроколеса из-под ветра лебедкой останова. Этой же лебедкой можно в значительной степени регулировать число оборотов шкива и приводимых машин.

Правильно отрегулированный ветродвигатель автоматически не допустит больших оборотов. Надобность искусственного уменьшения числа оборотов лебедкой останова свидетельствует о том, что ветродвигатель плохо отрегулирован, т. е. момент начала регулирования отнесен на более высокие скорости ветра или неправильно сделан подбор шкивов.

Весьма важным делом является правильный подбор и расстановка кормообработывающих машин в кормоцехе. При решении вопроса наиболее рационального расположения машин в каждом отдельном случае надо обдумать и посоветоваться с рабочими, которые будут работать в цехе. Рабочие, зная трудности работы, скорее всего могут подсказать наиболее рациональные места расположения машин, обеспечивающие удобство, экономичность и легкость работы цеха. Ниже приводятся два плана кормоцехов с ветродвигателем Д-12, описанные

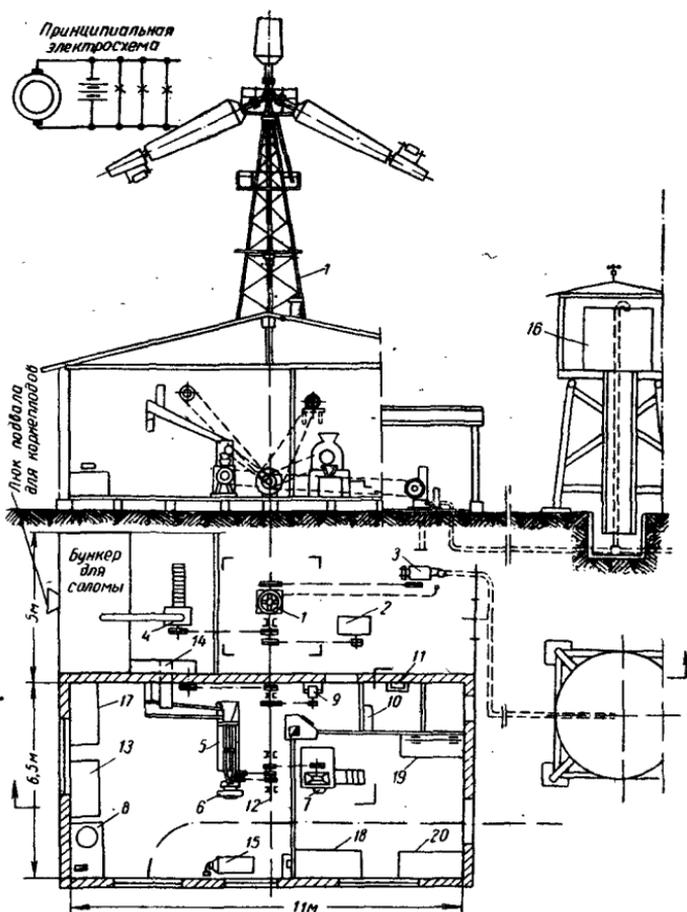


Рис. 4. Ветроустановка с ветродвигателем Д-12 для привода машин кормового цеха:

- 1 — ветродвигатель Д-12; 2 — резервный двигатель 6 л. с.; 3 — водоподъемная лебедка; 4 — соломосилосорезка РСБ-1 или соломорезка РСБ-6; 5 — корнерубеиомака МП-2,5; 6 — корнерезка РКР-2; 7 — молотковая дробилка ДМК-0,1 или вмельчитель кормов ИК-3; 8 — кормованарийник ЗК-0,5; 9 — генератор постоянного тока Г-731 с реле-регулятором; 10 — аккумуляторная батарея; 11 — электрический щиток; 12 — трансмиссия  $d=45$  мм со шкивами; 13 — кормосмеситель; 14 — иория ТНЖ-10 или транспортер ТК-0; 15 — весы; 16 — водоанпорный бак емкостью 25 м<sup>3</sup>; 17 — ящик для запарки кормов; 18 — ларь для концентрированных кормов; 19 — ларь для грубых кормов; 20 — ларь для осолаживания.

Всесоюзным институтом механизации (см. рис. 4 и 4а и план кормокухни с ветродвигателем Д-18, рис. 5).

Вторым вопросом является подбор кормообработывающих машин к ветродвигателю. При подборе машин следует ориентироваться на комплекс таких машин, которые обеспечили бы все нужные работы с наименьшей затратой мощности. По мощности машины подбираются так, чтобы ни одна из них не превосходила установленной мощности ветродвигателя. Пределом для ветродвигателя Д-8 является комплекс машин мощностью 2,5—4 л. с. и для Д-12—6—8 л. с., в зависимости от установленной мощности и среднегодовой скорости ветра в данной местности. Мельничные поставы могут быть большей оптимальной мощности, так как у них требуемая мощность зависит от загрузки.

Из подходящих машин желательно ставить такие, которые по мощности могут работать не по одной, а по две — три одновременно. Например, соломосилосорезка РСБ-3,5 мощностью 5—5,5 л. с. должна работать одна или с очень маломощной другой машиной, что невыгодно. Поэтому при комплексной механизации ее ставить не следует. Лучше поставить РСБ-1 с измельчителем кормов ИК-3 или дробилку ДМК-0,1. Но если основная работа должна совершаться более производительной машиной, тогда такой машине должно быть предоставлено место.

Наличие резервного двигателя определяется тем, какие работы будет выполнять ветродвигатель. Если назначение ветродвигателя обеспечивать ферму только водой и размолот кормов, то резервный двигатель не нужен, так как вода и размолотый корм могут быть заготовлены на несколько дней и сделан запас на безветренное время. Если же ветродвигатель должен обеспечивать привод всех кормообработывающих машин, т. е. обеспечивать комплексную механизацию, то подсобный резервный двигатель необходим. Мощность резервного двигателя должна быть не менее 6 л. с.

На рис. 4а изображен план ветроустановки Д-12, построенной в колхозе «Новая жизнь», Макаровского района, Киевской области. Ветродвигатель через редуктор 1 приводит в движение мельничный постав 5 и трансмиссию, которая смонтирована в кормовом цехе. От трансмиссии приводится в движение генератор 3 постоян-

ного тока мощностью 4 квт, поршневой насос 4, соломорезка 6, зернодробилка 7, жмыходробилка 8, корнерезка 10 и корнемойка 11. Эта ветроустановка может обеспечить энергией кормовой цех на 200 голов крупного рогатого скота.

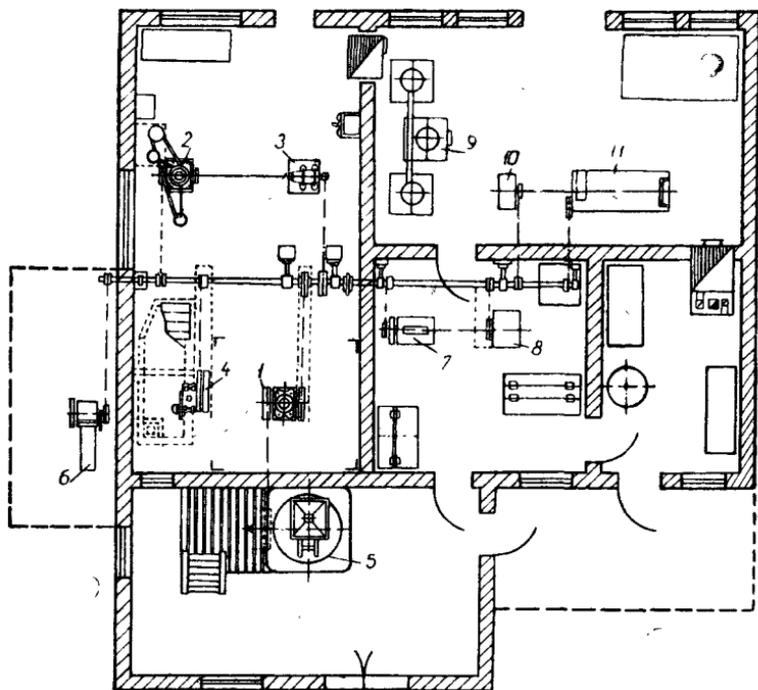


Рис. 4а. План ветроустановки Д-12 для кормового цеха колхоза «Новая жизнь»:

1 — редуктор ветродвигателя; 2 — тепловой двигатель; 3 — генератор постоянного тока; 4 — поршневой насос; 5 — мельничный достав; 6 — соломорезка; 7 — зернодробилка; 8 — жмыходробилка; 9 — запарники; 10 — корнерезка; 11 — корнемойка.

Для ориентировки при подборе машин ниже приводится список кормообрабатывающих машин с указанием их характеристик.

В таблице 10 приводятся сведения о расходе энергии на кормоприготовление. Эти сведения дают возможность рассчитать мощность, требующуюся для фермы. Ведь может случиться, что одного двигателя не хватит. Воз-

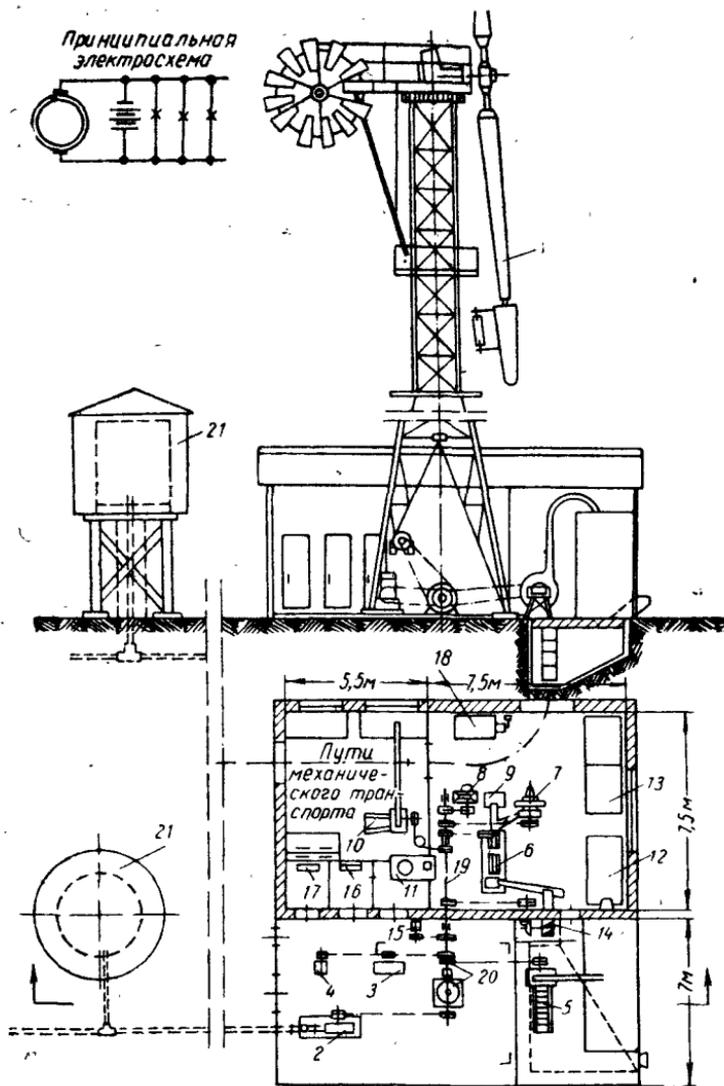


Рис. 5. План кормокухни с ветродвигателем Д-18:

1 — ветродвигатель; 2 — водоподъемная лебедка; 3 — резервный двигатель 40 л. с.; 4 — лари; 5 — соломорезка РСБ — 3,5; 6 — корнерубежная МП-2,5; 7 — универсальная РКР-2; 8 — картофелемялка КМ-1,2; 9 — картофелезапарник; 10 — универсальная дробилка ДКУ-1,2; 11 — кормозапарный агрегат ЗК-0,5; 12 — запарник соломы; 13 — кормосмеситель; 14 — нория ТНЖ-10; 15 — генератор постоянного тока (24в) Г-731; 16 — электрический щиток; 17 — аккумуляторная батарея 144 а. час. СТ-144; 18 — весы; 19 — трансмиссия на восемь шкивов; 20 — муфта свободного хода; 21 — водонапорный бак емкостью 25 куб. м.

Таблица 9

Список кормообрабатывающих машин, которые могут быть использованы для укомплектования кормоцеха, работающего с ветродвигателями

| Наименование машин и их марка                                   | Мощность (в л. с.) | Число оборотов шнека (в минуту) | Диаметр и ширина шнека | Производительность (т в час)         |
|---|--------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Соломорезка РСБ-0,6 . . .                                       | 2,5—3              | 350                             | 400×100                | соломы до 0,5<br>силоса 1,5          |
| Соломосилосорезка РСБ-1,0 . . . . .                             | 2—3,5              | 350                             | 400×100                | соломы 0,4—0,8<br>силоса 1,5—2       |
| Корнеклубнейка МП-2,5   | 0,5—0,8            | 200—300<br>(барабан 20)         | 400×50                 | клубней 1—2,5                        |
| Корнерезка РКР-2 . . . . .                                      | 1,0—1,5            | 100—150                         | 360×85                 | клубней 1—3                          |
| Картофелемялка КМ-1,5   | 1—1,5              | 300—450                         | 380×80                 | картофеля 2—3                        |
| Жмыходробилка ДЖ-0,5 . . .                                      | 1—1,5              | 250                             | 580×75                 | жмыха 0,5—1                          |
| Молотковая дробилка ДМК-0,1 . . . . .                           | 3—4                | 1600                            | 140×105                | зерна 0,1—0,2<br>жмыха 0,3—0,6       |
| Измельчитель кормов ИК-3  | 5                  | 950×1200                        | 190×130<br>и 150×130   | соломы 0,6—0,7<br>зеленого корма 3—4 |
| Кормосмеситель . . . . .  | 1,5                | 250                             |                        |                                      |
| Транспортер ТК-0 . . . . .                                      | 1,5—2              | 0,45 м/сек                      |                        | 4—7                                  |
| Нория НВ-4 . . . . .  | 1,5—2              | 1,3 м/сек                       |                        | 4                                    |
| Мельничный постав 550 мм- <sup>3</sup> / <sub>4</sub> . . . . . | 2,5                | 250                             |                        | 0,1                                  |
| Мельничный постав 710 мм- <sup>4</sup> / <sub>4</sub> . . . . . | 5                  | 180                             |                        | 0,2                                  |
| Мельничный агрегат ГК-760 . . . . .                             | 9—10               | 250—275                         |                        | 0,5                                  |
| Универсальная мельница МДУ-0,4 . . . . .                        | 7—10               | 2000—3000                       |                        | 0,4                                  |
| Мельница ММЖ-0,5 . . . . .                                      | 8—12               | 600—700                         |                        | 0,5                                  |

можно, придется поставить на водоснабжение и размол Д-8, а для привода кормообработывающих машин и освещения — Д-12. Такой вариант на фермах с поголовьем около 250 голов вполне реален, но это можно решить, только сделав расчет на основании учета местных ветровых возможностей.

Таблица 10

Сведения о расходе энергии на кормоприготовление

| Наименование работ  | Мощность электродвигателя<br>(в квт) | Производительность машин<br>(т в час) | Удельный расход энергии<br>(в квт/час) | Количество кормов на<br>100 голов (т в день) | Общий расход энергии на 100 голов в день |           |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|-----------|
|   |                                      |                                       |  |  | квт/час                                  | л. с./час |
| Измельчитель кормов ИК-3 . . .  | 7                                    | 0,7                                   | —                                      | —  | —  | —         |
| а) измельчение грубых кормов (солома, стебли кукурузы и др. влажностью 20%) . . . . . | —                                    | —                                     | 8—10                                   | 0,8  | 6,4—8                                    | 8,7—10,8  |
| б) измельчение зелени на силос . . . . .  | —                                    | —                                     | 0,8—1                                  | 3,5  | 3—8,5                                    | 3,8—11,5  |
| в) измельчение корнеплодов . . . . .  | —                                    | —                                     | 0,42                                   | 3,0  | 1,3                                      | 1,8       |
| г) измельчение жмыха . . . . .  | —                                    | —                                     | 4,57                                   | 0,2  | 0,9                                      | 1,2       |
| д) дробление зерна . . . . .  | —                                    | —                                     | 8,5                                    | 0,6  | 5,1                                      | 7,0       |
| Универсальная мельница МДУ-4  | 8                                    | 0,4                                   | 20,0                                   | 0,6  | 12                                       | 16        |
| Корнеклубнейка МП-2,5 . . . . .   | 0,8                                  | 3,0                                   | 0,26                                   | 3,0  | 0,78                                     | 1,0       |
| Корнерезка РКР-2 . . . . .  | 1,2                                  | 3,0                                   | 0,4                                    | 3,0  | 1,2                                      | 1,6       |
| Картофелемялка МК-1,5 . . . . .   | 1,7                                  | 3,0                                   | 5,0                                    | 1,2  | 6,0                                      | 8,1       |
| Овощной транспортер . . . . .   | 1,5                                  | 3,0                                   | 0,5                                    | 3,0*   | 1,5                                      | 2,0       |
| Нория . . . . .   | 1,5                                  | 4,0                                   | 0,25                                   | 3,5  | 0,9                                      | 1,2       |
| Поршневой насос $d=120$ ; $H=20$ м  | 1,4                                  | 7,0                                   | 0,2                                    | 10   | 1,4                                      | 2,0       |

Примечания. 1. Энергию для подачи воды не следует включать в общий расход, так как работа насоса должна быть приурочена на ночные часы, когда другие работы не производятся или производятся при малой нагрузке.

2. Количество кормов на 100 голов следует уточнить с местным зоотехником, так как возможны значительные расхождения, которые могут изменить суммарный расход энергии.

Приблизительно считают, что ветродвигатель типа Д-8 может обеспечить комплексную механизацию на 80—100 голов крупного рогатого скота. Ветродвигатель Д-12 — на 150—200 голов и Д-18 мог бы механизировать ферму в 250—350 голов. Кроме того, ветродвигатели Д-12 и Д-18 обеспечивают ферму электроэнергией для освещения.

Для уточнения полезной выработки энергии ветродвигателями в разное время приводится таблица распределения ветровой энергии по месяцам в процентах от годовой.

Таблица 11

Распределение ветровой энергии по месяцам (в % от годовой)

| январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
|--------|---------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| 9,1    | 9,6     | 9,4  | 9,0    | 8,6 | 7,7  | 6,8  | 6,8    | 7,6      | 8,1     | 8,5    | 8,8     |

Как видно из таблицы, на месяцы зимнего стойлового периода приходится больше энергии, чем на летние, что очень важно и необходимо учитывать при расчетах.

Механизация кормоприготовления может быть выполнена не только путем механического привода машин ремнями от шкива редуктора ветродвигателя, но и электроприводом. В этом случае ветродвигатель должен вращать динамомашину (электрогенератор), рассчитанный на полную мощность его, а при помощи полученной электроэнергии приводятся в движение электромоторы, поставленные на каждой кормообрабатывающей машине. Этот способ механизации является, конечно, наиболее совершенным, но в настоящее время ветродвигатели еще не комплектуются соответствующим электрооборудованием.

Для освещения производственных помещений ветродвигатели Д-12 и Д-18 снабжаются маломощной электроустановкой, состоящей из генератора, щита управления и аккумуляторной батареи. Генератор типа Г-731 имеет следующие данные: ток постоянный, напряжение 24—32 в., мощность на зажимах 1,5 квт, число оборотов 1000—1800 в мин., система возбуждения шунтовая, щит управления однопанельный. С помощью приборов щита производится регулирование напряжения генератора

и автоматическое подключение его к аккумуляторной батарее при увеличении скорости ветра, а также отключение при снижении скорости ветра. Регулирование напряжения и переключения выполняются автоматически с помощью комбинированного реле-регулятора РРТ-24. Щит размером  $480 \times 450$  оборудован амперметром постоянного тока 50-0-50 а., вольтметром постоянного тока 50 в., рубильниками, предохранителями, контрольной лампой и упомянутым реле-регулятором РРТ-24. Питание нагрузки происходит либо на режиме буфера при работе агрегата с подзарядкой аккумуляторной батареи, либо на режиме разряда, когда агрегат не работает. Аккумуляторная батарея предназначена для работы по смешанному циклу «буфер» и «заряд — разряд» с постоянным подзарядом. Емкость аккумуляторной батареи должна быть равной приблизительно 150 ампер·часов. Для батареи могут быть использованы четыре аккумулятора типа ЗСЭ-144 или ЗСТЭА-150. Нагрузку освещения, т. е. количество лампочек, определяют не по мощности генератора, а по емкости аккумуляторной батареи. Исходя из возможного двухсуточного безветрия, для обеспечения освещения в течении 6 часов в день (на время работ в цехах) получим:  $150 : 6 : 2 = 12-15$  ампер, т. е. сила тока всех лампочек должна быть около 12—15 ампер. При наличии нескольких осветительных линий с отдельными выключателями количество установленных лампочек может быть в 1,5—2 раза больше, так как они одновременно не будут работать и каждая линия в отдельности будет работать меньше, чем все вместе.

Указанное количество лампочек может быть включено во время безветрия и при неработающем ветродвигателе. Во время работы ветродвигателя можно получить больше света за счет нагрузки на генератор. Осветительная нагрузка может быть увеличена на 1 квт, т. е. до 40 а. путем подключения дополнительных осветительных линий.

Получение максимальной длительности освещения с нормальным напряжением от генератора (а не за счет аккумуляторной батареи) зависит от правильного подбора передаточного отношения шкива трансмиссии к шкиву генератора. Реле-регулятор при недостаточных оборотах генератора плохо повышает напряжение, но хорошо гасит излишнее напряжение при завышенных оборотах ге-

нератора. Поэтому, чтобы получить нормальное освещение при малых скоростях ветра, когда ветродвигатель еще не регулируется и число оборотов ветрового колеса не постоянно, следует все регулирование возложить на реле-регулятор, а для этого обороты генератора сделать нормальными при скорости ветра 4,5—5 м/сек, т. е. когда мощность ветродвигателя будет уже достаточной для генератора. Отсюда следует, что нормальное число оборотов генератора (1400—1500) должно соответствовать 35—40 об/мин ветроколеса или 200—250 об/мин шкива редуктора. При 300 об/мин редуктора (50 об/мин ветроколеса) генератор будет иметь 1800 об/мин. Лучшим передаточным отношением от редуктора к генератору будет  $i = 6 \left( i = \frac{n_r}{n_p} = \frac{1800}{300} \right)$ . Осветительная нагрузка не должна быть выше 1 квт при силе тока до 40 а. Применение аккумуляторной батареи для освещения требует поддержания ее в состоянии полного заряда. Зарядка аккумуляторов проверяется переносным вольтметром. Уход за батареей следующий:

1. Батарея должна находиться в сухом отапливаемом помещении.

2. При первом заряде новые, еще не залитые, сухие батареи с разряженными пластинами заливаются электролитом удельного веса 1,12, а батареи, выпущенные заводами с предварительно заряженными пластинами, заливаются электролитом удельного веса 1,32 при температуре +15°С. Электролитом служит серная кислота, разведенная до указанной плотности.

3. Через 4—6 часов после первой заливки банки батареи следует долить, чтобы уровень электролита был выше пластин на 10—15 мм, и затем поставить батарею под заряд (плотность, т. е. удельный вес электролита определяется ареометром).

4. Первый заряд производится силой тока, равной  $\frac{1}{15}$  емкости аккумуляторов, в течение 36—75 часов. Если во время заряда температура поднимается выше 45°, следует сделать перерыв на 30—40 минут или снизить вдвое зарядный ток. При сильном газообразовании (кипении) аккумуляторов заряд следует прекратить и через 2—3 часа, когда плотность электролита станет постоянной, равной 1,32, возобновить заряд. Зарядку можно считать полной, когда после двухчасового пере-

рыва включенная аккумуляторная батарея сразу начнет кипеть. Полный заряд = 2,65—2,75 вольта на банку.

5. После заряда новых батарей плотность электролита часто меняется. Поэтому нужно проверить плотность и в случае необходимости довести ее до нормальной величины 1,32 путем доливки дистиллированной воды или серной кислоты. При составлении раствора вливается кислота в воду, но не наоборот.

6. Первый заряд рекомендуется сделать на специальной зарядной станции или от резервного двигателя. Если такой возможности нет, то заряд надо вести в наиболее ветреную погоду. После вынужденных перерывов заряд продолжают, чтобы довести его до полного.

7. При эксплуатации не следует оставлять долго батарею в разряженном состоянии или допускать перезаряды и глубокие разряды. Предельным разрядом является 1,6 вольта напряжения на банку. Чрезмерный разряд приводит аккумуляторы к порче. Проверка заряда батареи производится ежедневно.

8. Раз в три месяца следует производить перезаряд аккумуляторной батареи. Перезаряд делается следующим образом: доводят разряд батареи до 1,6 вольта на банку, а затем заряжают до полного заряда. При перезарядах и вообще раз в два — три месяца надо производить проверку плотности электролита.

Ежемесячно надлежит делать профилактический осмотр всего электрооборудования, очищать его и делать нужные исправления. Особо следует обращать внимание на состояние коллекторных щеток, поверхность коллектора и смазку подшипников. Коллекторные щетки не должны искрить. Рабочая поверхность щеток должна быть чистой. Щетки должны прижиматься к коллектору с достаточной силой. Поверхность коллектора должна быть чистой и ровной. Подшипники должны быть своевременно смазаны. Генератор не должен нагреваться выше 70—80 °C.

## СТОИМОСТЬ ВЕТРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Строительство ветросиловой установки, как и всякое строительство, должно иметь проектно-сметную документацию. Ниже приводим сметы на установку ветродвигателей ТВ-8, УВД-8 и Д-12.

Таблица 12

Примерная смета на установку ветродвигателя ТВ-8 с насосным оборудованием. Смета составлена по каталогу привязанных к местным условиям единичных расценок для строительства объектов до 1 миллиона рублей в Белорусской ССР

| №№ пп. | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат  | Ед. изм.       | К-во | Сметная стоимость |        | В том числе основная зарплата |
|--------|------------------|--|----------------|------|-------------------|--------|-------------------------------|
|        |                  |  |                |      | едн.              | общая  |                               |
|        |                  | Строительные работы  |                |      |                   |        |                               |
| 1      | Д-1-5            | Рытье ям для якорей и столбов в грунтах II категории вручную глубиной до 2 м . . . . .   | м <sup>3</sup> | 7    | 7—25              | 50—75  | 50—75                         |
| 2      | 2-161            | Обратная засыпка грунтов II категории, находящихся на обеих сторонах   | м <sup>3</sup> | 7    | 3—06              | 21—40  | 21—40                         |
| 3      | 1-130            | Разработка вручную грунтов II категории с креплением при глубине до 3 м и ширине до 1,5 м под фундаменты размерами 1,1 × 1,1 × 2,3 × 4 = | м <sup>3</sup> | 11   | 11—30             | 124—30 | 99                            |
| 4      | 1-201            | Разработка вручную сухого грунта II категории без крепления глубиной до 2 м для шахты с лебедкой 3,4 × 1,4 × 2 + 0,5 =                   | м <sup>3</sup> | 10   | 10—50             | 105    | 105                           |
| 5      | 6-101            | Фундамент бетонный под ноги башни 1 × 1 × 2,3 × 4—0,3 × 4 = . . . . .  | м <sup>3</sup> | 8    | 170               | 1 360  | 172                           |

Продолжение таблицы 12

| №№ пп.                                    | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат  | Ед. изм.       | К-во  | Сметная стоимость |          | В том числе основной зарплата |
|---|------------------|--|----------------|-------|-------------------|----------|-------------------------------|
|   |                  |  |                |       | едн.              | общая    |                               |
| 6   | 5-28             | Стены гладкие из обожженного кирпича для шахты $(3,4 + 1) \times 2 \times 2 \times 0,25 + 1,1 =$ | м <sup>3</sup> | 5,5   | 208               | 1 144    | 53—35                         |
| 7   | 5-28             | Кирпичное основание шахты $3,4 \times 1 \times 0,12 + 0,09 = \dots$                              | м <sup>3</sup> | 0,5   | 208               | 104      | 8—25                          |
| 8   | 8-215            | Окраска ветродвигателя лаками за один раз . .  | т              | 3,5   | 26—50             | 92—75    | 79—45                         |
| 9   | 3-1              | Автотранспорт такелажного оборудования на 20 км и обратно  | т              | 2 + 2 | 15—20             | 60—80    | —                             |
| 10  | 3-1              | Автотранспорт ветродвигателя на расстоянии 20 км   | т              | 4,6   | 15—20             | 69—90    | —                             |
| Итого . . . . .                           |                  |  |                |       |                   | 3 144—20 | —                             |
| Накладные расходы 13% . . . . .           |                  |  |                |       |                   | 408—70   | —                             |
| Итого . . . . .                           |                  |  |                |       |                   | 3 552—90 | —                             |
| Плановые накопления 2,5% . . . . .        |                  |  |                |       |                   | 88—80    | —                             |
| Итого строительные работы . . . . .       |                  |  |                |       |                   | 3 641—70 | —                             |
| Монтажные работы                          |                  |  |                |       |                   |          |                               |
| 11  | 25-B-125-2       | Сборка и установка ветродвигателя с насосным оборудованием и пуском в эксплуатацию               | комплект       | 1     | 1 570             | 1 570    | 1 570                         |
| Накладные расходы на монтаж 80% . . . . . |                  |  |                |       |                   | 1 256    | —                             |
| Итого монтажные работы . . . . .          |                  |  |                |       |                   | 2 826    | —                             |

Продолжение таблицы 12

| №№ пп.                          | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат  | Ед. изм. | К-во | Сметная стоимость |       | В том числе основная зарплата |
|---------------------------------|------------------|--|----------|------|-------------------|-------|-------------------------------|
|                                 |                  |  |          |      | един.             | общая |                               |
| 12                              | Ценник ГСХСН     | Оборудование   |          |      |                   |       |                               |
|                                 |                  | Ветродвиатель с насосным оборудованием, лебедкой и комплектом труб | комп.    | 1    | 7 000             | 7 000 | —                             |
|                                 |                  | Начисления Главсельснаба 20,7%                                     |          |      |                   | 1 449 | —                             |
|                                 |                  | Итого оборудование . . . . .                                       |          |      |                   | 8 449 | —                             |
| А всего стоимость установки . . |                  |  |          |      | 14 916—70         | —     |                               |

Таблица 13

Примерная смета на установку ветродвигателя УВД-8 с насосным оборудованием. Смета составлена по каталогу привязанных к местным условиям единичных расценок для строительства объектов до 1 миллиона рублей в Белорусской ССР

| №№ пп. | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат   | Ед. изм.       | К-во | Сметная стоимость |       | В том числе основная зарплата |
|--------|------------------|---|----------------|------|-------------------|-------|-------------------------------|
|        |                  |   |                |      | един.             | общая |                               |
| 1      | Д-1-5            | Строительные работы   |                |      |                   |       |                               |
|        |                  | Рытье ям для якорей и фундамента лебедки в грунтах II категории глубиной до 2 м . . | м <sup>3</sup> | 8    | 7—25              | 58    | 58                            |
| 2      | 1-161            | Обратная засыпка грунтов II категории, находящихся на обеих сторонах                | м <sup>3</sup> | 7    | 3—06              | 21—40 | 21—40                         |

Продолжение таблицы 13

| №№ пп.                              | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат   | Ед. изм.       | К-во  | Сметная стоимость |          | В том числе основная зарплата |
|-------------------------------------|------------------|---|----------------|-------|-------------------|----------|-------------------------------|
|                                     |                  |   |                |       | един.             | общая    |                               |
| 3                                   | 1-130            | Разработка вручную сухого грунта II категории с креплением под фундаменты глубиной до 3 м, шириной до 1,5 м, объемом $1,1 \times 1,1 \times 2,3 \times 4 =$ . | м <sup>3</sup> | 11,0  | 11—30             | 124—30   | 99                            |
| 4                                   | 6-101            | Фундамент бетонный под ноги башни $1 \times 1 \times 2,3 \times 4 - 0,3 \times 4 =$ . .   | м <sup>3</sup> | 8,0   | 170               | 1 360    | 172                           |
| 5                                   | 5-28             | Гладкая кирпичная кладка фундамента лебедки $1 \times 1 \times 1 =$ . .   | м <sup>2</sup> | 1,0   | 208               | 208      | 16—90                         |
| 6                                   | 8-215            | Окраска ветродвигателя лаками за один раз . .   | т              | 2,5   | 26—50             | 66—25    | 56—75                         |
| 7                                   | 3-1              | Автотранспорт такелажного оборудования на расстояние 20 км и обратно . . .  | т              | 2 + 2 | 15—20             | 60—80    | —                             |
| 8                                   | 3-1              | Автотранспорт ветродвигателя на расстояние 20 км . . . . .  | т              | 3,5   | 15—20             | 53—20    | —                             |
| Итого . . . . .                     |                  |   |                |       |                   | 1 954—25 | —                             |
| Накладные расходы 13% . . . . .     |                  |   |                |       |                   | 254—05   | —                             |
| Итого . . . . .                     |                  |   |                |       |                   | 2 208—30 | —                             |
| Плановые накопления 2,5% . . . . .  |                  |   |                |       |                   | 55—20    | —                             |
| Итого строительные работы . . . . . |                  |   |                |       |                   | 2 263—50 | —                             |

| №№ пп.                      | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат  | Ед. изм. | К-во | Сметная стоимость |           | В том числе основн. зарплата |
|-----------------------------|------------------|--|----------|------|-------------------|-----------|------------------------------|
|                             |                  |  |          |      | един.             | общая     |                              |
| 9                           | 25-В-125-2       | Монтажные работы   |          |      |                   |           |                              |
|                             |                  | Сборка и установка ветродвигателя с насосным оборудованием и пуском в эксплуатацию | комп.    | 1    | 1 570             | 1 570     | 1 570                        |
|                             |                  | Накладные расходы на монтаж 80%  |          |      |                   | 1 256     | —                            |
|                             |                  | Итого монтажные работы   |          |      |                   | 2 826     | —                            |
| 10                          | Ценник ГСХСН     | Оборудование   |          |      |                   |           |                              |
|                             |                  | Ветродвигатель с насосом, лебедкой и комплектом водоподъемных труб                 | комп.    | 1    | 7 000             | 7 000     | —                            |
|                             |                  | Начисления Главсельснаба 20,7%   |          |      |                   | 1 449     | —                            |
|                             |                  | Итого оборудование   |          |      |                   | 8 449     | —                            |
| А всего стоимость установки |                  |  |          |      |                   | 13 538—50 | —                            |

Таблица 14

Примерная смета на установку ветродвигателя Д-12 с насосным и электрическим оборудованием. Смета составлена по каталогу привязанных к местным условиям единичных расценок для строительства объектов до 1 миллиона рублей в Белорусской ССР

| №№ пп. | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат   | Ед. изм.       | К-во | Сметная стоимость |       | В том числе основн. зарплата |
|--------|------------------|---|----------------|------|-------------------|-------|------------------------------|
|        |                  |   |                |      | един.             | общая |                              |
| 1      | Д-1-5            | Строительные работы<br>Рытье ям для якорей и фундаментов лебедки в грунтах II категории глубиной до 2 м . . . . . | м <sup>3</sup> | 8    | 7—25              | 58    | 58                           |

Продолжение таблицы 14

| №№ пп. | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат   | Ед. изм.       | К-во  | Сметная стоимость |        | В том числе основн. зарплатна |
|--------|------------------|---|----------------|-------|-------------------|--------|-------------------------------|
|        |                  |   |                |       | едн.              | общая  |                               |
| 2      | 1-161            | Обратная засыпка грунтов II категории на обенх сторонах . . .   | м <sup>3</sup> | 7     | 3,06              | 21—40  | 21—40                         |
| 3      | 1-130            | Разработка вручную сухого грунта II категории с креплением под фундаменты глубиной до 3 м и шириной до 1,5 м 1,2 × 1,2 × 2,35 × 4 =           | м <sup>3</sup> | 13,5  | 11,30             | 152—25 | 121—50                        |
| 4      | 6-101            | Фундаменты бетонные под ноги башни 1,1 × 1,1 × 2,3 × 4—0,25 × 4 =   | м <sup>3</sup> | 10    | 170               | 1 700  | 215                           |
| 5      | 5-28             | Гладкая кирпичная кладка из обожженного кирпича фундамента редуктора 0,7 × 0,82 × 1,4 + фундамент насосной лебедки 0,4 × 0,4 × 1 × 4 + 0,25 = | м <sup>3</sup> | 1,7   | 208               | 356—60 | 28—70                         |
| 6      | 8-215            | Окраска ветродвигателя лаками за 1 раз . . .  | т              | 4,5   | 26—50             | 119—25 | 102—45                        |
| 7      | 3-1              | Автотранспорт такелажного оборудования на расстояние 20 км и обратно . . .  | т              | 2 + 2 | 15—20             | 60—80  | —                             |

Продолжение таблицы 14

| №№ пп. | Шифр смет. сбор. | Наименование работ и затрат  | Ед. изм. | К-во | Сметная стоимость |           | В том числе основн. зарплата |
|--------|------------------|--|----------|------|-------------------|-----------|------------------------------|
|        |                  |  |          |      | един.             | общая     |                              |
| 8      | 3-1              | Автотранспорт ветродвигателя на расстояние 20 км   | т        | 5,5  | 15—20             | 83—60     | —                            |
|        |                  | Итого . . . . .  |          |      |                   | 2 551—90  | —                            |
|        |                  | Накладные расходы 13% . . .  |          |      |                   | 331—70    | —                            |
|        |                  | Итого . . . . .  |          |      |                   | 2 883—60  | —                            |
|        |                  | Плановые накопления 2,5% . . .   |          |      |                   | 72—00     | —                            |
|        |                  | Итого строительные работы . . .  |          |      |                   | 2 955—60  | —                            |
|        |                  | Монтажные работы   |          |      |                   |           |                              |
| 9      | 25-В-125-3       | Сборка и установка ветродвигателя с насосным и электрическим оборудованием и пуском в эксплуатацию . . . . . | комп.    | 1    | 3 610             | 3 610     | 3 610                        |
|        |                  | Накладные расходы на монтаж 80% . . .  |          |      |                   | 2 888     | —                            |
|        |                  | Итого монтаж . . . . .   |          |      |                   | 6 498     | —                            |
|        |                  | Оборудование   |          |      |                   |           |                              |
| 10     | Ценник ГСХСН     | Ветродвигатель с насосом, лебедкой, редуктором и комплектом водоподъемных труб . . . . .                     | комп.    | 1    | 20 000            | 20 000    | —                            |
|        |                  | Начисления Главсельснаба 20,7% . . .   |          |      |                   | 4 140     | —                            |
|        |                  | Итого оборудование . . . . .   |          |      |                   | 24 140    | —                            |
|        |                  | А всего стоимость установки . . .  |          |      |                   | 33 593—60 | —                            |

Примечания. 1. Накладные расходы применены в соответствии с постановлением Совета Министров БССР от 22 августа 1956 года за № 481.

2. В случае если монтажные работы проводятся силами РТС, то накладные расходы на монтаж должны соответствовать приказу Министерства сельского хозяйства Союза ССР от 30 марта 1956 года за № 130—10. (Накладные расходы в РТС не превосходят 50—60% от стоимости монтажных работ.)

3. Транспортировка такелажного оборудования и ветродвигателя фактически будет иной, чем указана в примерной смете. Для перевозки такелажного оборудования следует считать фактическое расстояние от РТС до места работ, а для перевозки ветродвигателя — расстояние от базы сельхозснабжения, где приобретается ветродвигатель, до места работ.

4. После установки ветродвигателя из сметы отсчитываются в пользу колхоза все произведенные работы и затраты, как-то: приобретение ветродвигателя, материалы, транспорт, строительные и земляные работы и т. д.

### ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ ТВ-8

Ветродвигатель ТВ-8 (рис. 6) состоит из следующих основных узлов: ветрового колеса, преобразующего энергию ветра в механическую энергию вращения; головки ветродвигателя с опорной трубой, служащих для поворота ветроколеса на ветер и передачи механической энергии от ветроколеса к вертикальному валу двигателя; хвоста ветродвигателя, служащего для автоматического поворота ветроколеса на ветер; боковой лопасти — для автоматического вывода ветроколеса из-под ветра при увеличении скорости ветра больше допустимой; башни ветродвигателя, несущей на себе головку с ветроколесом и хвостовым оперением, и универсальной лебедки, предназначенной для передачи энергии от ветродвигателя к насосу и кормообрабатывающим машинам.

**Ветроколесо** имеет диаметр 8 м и состоит из 18 лопастей. Длина каждой лопасти 2450 мм. Лопасти, изготовленные из оцинкованной листовой стали толщиной 1,25 мм, крепятся к трем ободам: внутреннему, среднему и наружному. Каждый обод состоит из шести секций, которые укрепляются на сварных спицах из углового железа 45×45 мм. Спицы закреплены на фланцах ступицы ветрового колеса четырьмя болтами каждая.

Лопасти крепятся к ободам под разными углами заклинения, т. е. углы между хордами профилей лопасти и плоскостью вращения ветроколеса у каждого обода различны. У внутреннего обода угол заклинения каждой лопасти составляет 47°, у среднего—33°, а у наруж-

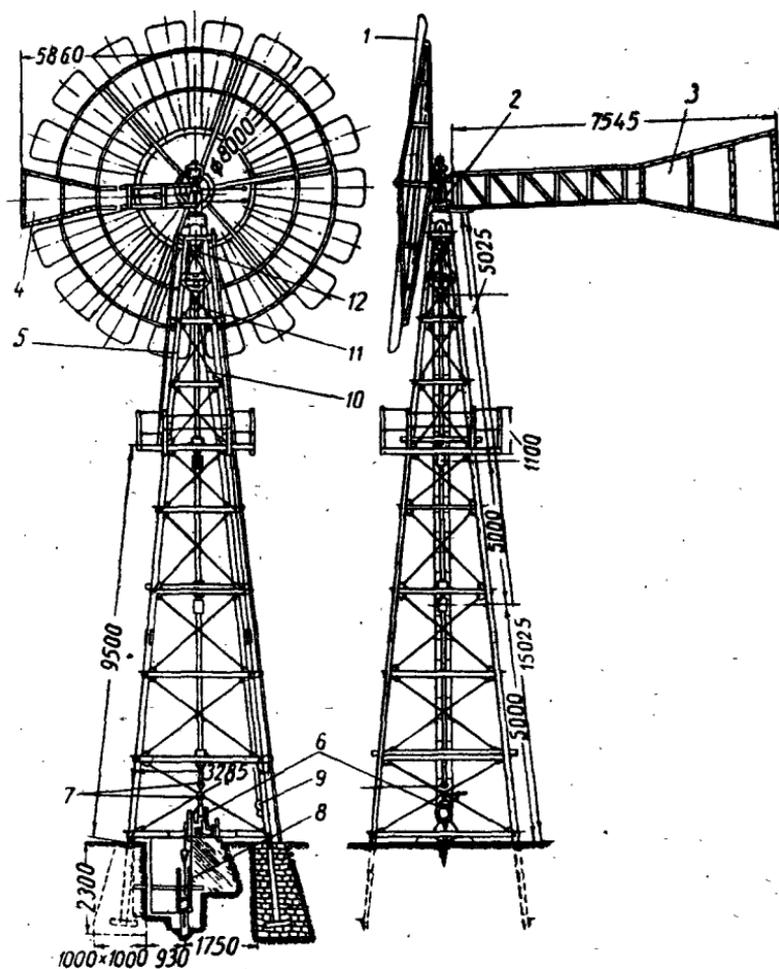


Рис. 6. Ветродвижитель ТВ-8:

1 — ветровое колесо; 2 — головна ветродвижателя; 3 — хвост; 4 — боковая лопасть; 5 — башня с вертикальным валом; 6 — универсальная лебедка; 7 — муфта сцепления лебедки с валом; 8 — направляющий механизм насоса; 9 — лебедка останова; 10 — трос останова; 11 — вилка останова; 12 — муфта останова.

ного обода —  $22^\circ$ . Вследствие такого заклинения лопасти по своей длине изгибаются по винтовой линии.

Собранное ветровое колесо вместе с большой конической шестерней устанавливается на роликовых подшипниках на оси, запрессованной в станину головки.

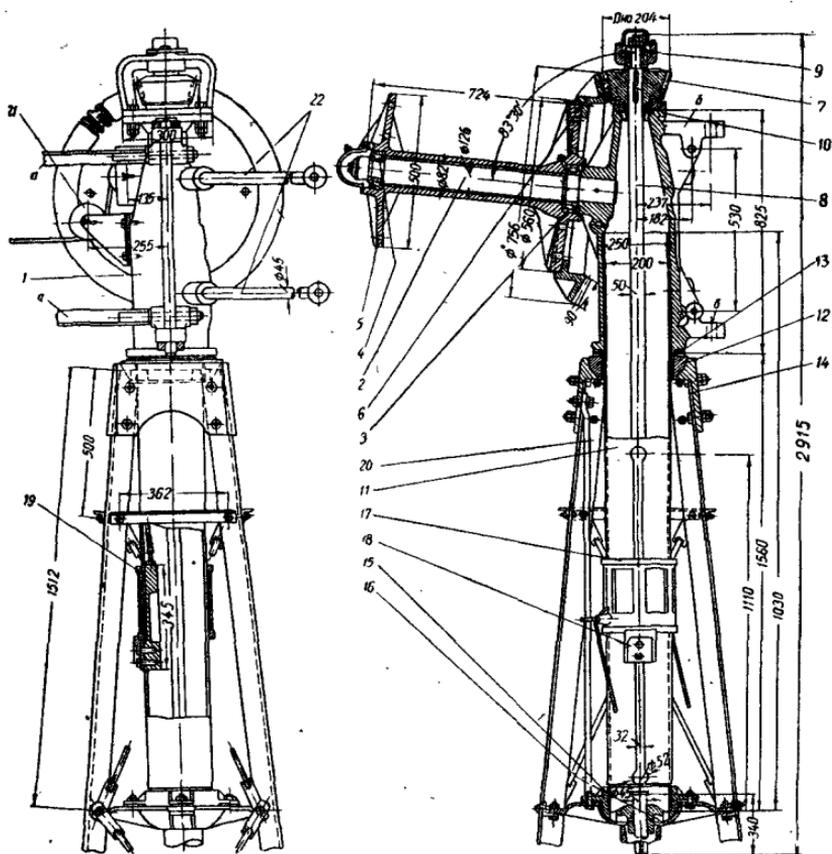


Рис. 7. Головка ветродвигателя и механизм останова:

1 — станина; 2 — ось ветроколеса; 3 и 4 — подшипники ветроколеса; 6 — ведущая шестерня; 7 — ведомая шестерня (малая); 8 — отсек вертикального вала; 9 и 10 — подшипники вала; 11 — опорная труба; 12 — сферическая плита; 13 — упорный подшипник; 14 — верхняя опора головки; 15 — опорный стакан; 16 — нижняя опора; 17 — муфта останова; 18 — сектор; 19 — планка; 20 — направляющая тяга; 21 — направляющий ролик; 22 — тяги пружин регулирования; а — угольники формы боковой лопасти.

**Головка**, или верхний редуктор ветродвигателя (рис. 7), состоит из следующих основных узлов: чугунной станины, пары конических шестерен, верхнего отсека вертикального вала и опорной трубы.

Станина головки представляет собой удлиненную чугунную отливку, в которую впрессована ось под углом  $6,5^\circ$  к горизонту. Этот наклон сделан для того, чтобы во время работы ветроколесо не задевало ног башни;

а центр тяжести ветроколеса был возможно ближе к центру головки.

В картер головки снизу впрессована опорная труба, свободно поворачивающаяся с головкой в опорах. К картеру головки жестко крепятся уголки фермы боковой лопасти и шарнирно к лапкам — ферма хвоста ветродвигателя.

Ведущая коническая шестерня передачи, отлитая из чугуна, с числом зубьев 63, крепится к фланцу ступицы ветроколеса. Ступица в свою очередь монтируется на оси на двух роликовых конических подшипниках.

Ведомая коническая шестерня передачи, тоже чугунная, с числом зубьев 17, закреплена на верхнем конце вертикального вала.

Передаточное отношение верхнего редуктора составляет  $63 : 17 = 3,71$ , отчего вертикальный вал делает в 3,71 раза оборотов больше, чем ветроколесо.

Вал монтируется в верхней части на коническом роликовом подшипнике и на шариковом подшипнике и проходит по оси опорной трубы через направляющий опорный стакан.

**Опорная труба** вместе с насаженной на нее головкой свободно поворачивается в двух опорах, что происходит при самоустановке ветроколеса на ветер, пуске, остановке и регулировании ветродвигателя.

Вес всей головки с ветровым колесом, хвостом и боковой лопастью воспринимается упорным шариковым подшипником, состоящим из двух стальных обойм с заложеными между ними стальными шариками. Подшипник установлен на сферической пяте, вставленной в верхнюю опору головки.

**Хвост ветродвигателя** служит для автоматического останова ветроколеса на ветер при изменениях его направления.

Хвост состоит из фермы и плоскости, называемой оперением хвоста. Ферма изготовлена из угловой и полосовой стали, а оперение хвоста — из оцинкованного листового железа. Ферма имеет на конце два уха, которыми хвост шарнирно крепится к головке ветродвигателя. На раме хвоста имеются регулирующие пружины. Поверхность (плоскость) хвоста имеет трапецевидную форму площадью 4,95 м<sup>2</sup>. Длина оперения 3,09 м, длина фермы 4,17 м.

**Боковая лопата**, подобно хвосту ветродвигателя, состоит из фермы и поверхности, но меньшего размера. Площадь поверхности лопаты равна  $1,95 \text{ м}^2$ , а длина  $1,89 \text{ м}$ . Длина фермы составляет  $3,9 \text{ м}$ .

Ферма боковой лопаты оканчивается двумя нарезными пальцами, которыми она вставляется в отверстия головки и закрепляется на ней.

Вдоль фермы, по ее середине, в сторону ветроколеса, наклонно от оперения до головки прикреплена тяга горизонтальной жесткости, предохраняющая ферму от изгиба в горизонтальной плоскости. Через направляющий ролик пропускается трос останова, идущий от хвоста через муфту к основанию башни на лебедку останова.

Боковая лопата является основным элементом автоматического регулирования ветродвигателя. Под действием сильного ветра лопата поворачивает головку вместе с ветроколесом, в то время как хвост ветродвигателя остается в своем положении, приблизительно параллельном направлению ветра.

Кроме перечисленных узлов, к головке ветродвигателя относятся тяги 22, на которые навешиваются пружины регулирования.

Пуск и остановка ветродвигателя производится вручную при помощи лебедки останова, смонтированной на одной из ног башни, на расстоянии около метра от поверхности земли. Остановка происходит следующим образом: при вращении барабана лебедки на него наматывается трос, прикрепленный к вилке. По мере наматывания троса на барабан лебедки вилка увлекает за собой вниз муфту 17, скользящую по опорной трубе 11. Муфта в свою очередь увлекает за собой сектор 18, прикрепленный к планке 19, расположенной внутри опорной трубы.

Планка скользит внутри опорной трубы, для чего в последней имеется специальный продольный вырез.

Для обеспечения продольного движения муфты без поворотов относительно башни имеется специальная направляющая тяга 20, по которой скользит ушко муфты 17.

Таким образом, при наматывании троса на барабан муфта заставляет двигаться вниз сектор и планку. К планке прикреплен стальной трос, который, пройдя

внутри опорной трубы, выходит из станины головки и, огывая направляющий ролик боковой лопасти, прикрепляется другим концом к ферме хвоста ветродвигателя. Вследствие этого при движении муфты вниз боковая лопасть притягивается к хвосту, ветровое колесо становится ребром к ветру, и ветродвигатель останавливается.

При пуске ветродвигателя в работу надо освободить барабан лебедки. Боковая лопасть под воздействием пружин регулирования начнет удаляться от хвоста, увлекая за собой ветроколесо, которое, поворачиваясь на ветер, становится в рабочее положение. Движение деталей механизма остановка при пуске будет происходить в обратном направлении движению при остановке.

Пуск, а особенно останов ветродвигателя должны происходить относительно легко, без излишнего трения и заеданий в механизме. Здесь имеет большое значение частая смазка трущихся поверхностей сектора и муфты остановка, где сопротивление трения возрастает с увеличением натяжения пружин, а необходимая масленка не предусмотрена.

Для ограничения раскладывания хвоста и лопасти при скоростях ветра ниже 8 м/сек имеется специальный трос с пружинным амортизатором, который одевается на крючки, приваренные к ферме хвоста и лопасти. Трос этот допускает установку хвоста и лопасти на угол до 90°. Регулирование числа оборотов ветродвигателя должно происходить, когда ветер превышает 8 м/сек. Осуществляется регулирование автоматически, путем вывода ветроколеса из-под ветра. Для этой цели служат боковая лопасть и пружины регулирования.

Нормальное число оборотов ветроколеса при скорости ветра до 8 м/сек составляет 25—35 в мин. при полной нагрузке. При скорости ветра, превышающей 8 м/сек, число оборотов ветроколеса должно автоматически ограничиваться в пределах  $\pm 15$ —20% от нормального.

Схема автоматического регулирования ветродвигателя путем вывода ветроколеса из-под ветра показана на рис. 8.

Натяжение регулирующих пружин таково, что при скорости ветра до 8 м/сек момент, создаваемый давле-

нием ветра на боковую лопасть, меньше момента, создаваемого силой натяжения пружин.

Благодаря шарнирному соединению хвоста с головкой, а также большей поверхности оперения хвоста, по сравнению с поверхностью боковой лопасти, хвост всегда стремится оставаться параллельным направлению ветра. Следовательно, при скорости ветра меньше 8 м/сек плоскость вращения ветрового колеса остается почти перпендикулярной направлению ветра, т. е. ветроколесо находится в рабочем положении.

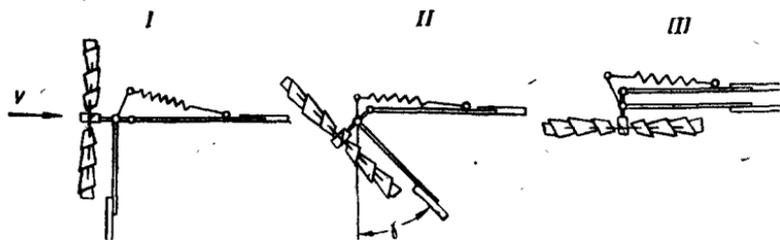


Рис. 8. Схема регулирования числа оборотов ветроколеса при изменениях скорости ветра:

*I* — при скорости ветра ниже 8 м/сек саморегулирование отсутствует;  
*II* — скорость ветра выше 8 м/сек. Ветроколесо поворачивается от давления ветра на боковую лопасть; *III* — при скорости ветра выше 15 м/сек ветроколесо выходит из-под ветра и останавливается.

При скорости ветра, превышающей 8 м/сек, боковая лопасть преодолевает усилие пружины и поворачивает головку ветродвигателя вместе с ветровым колесом относительно оси башни. Ветровое колесо устанавливается под углом к направлению ветра. Сила пружин в этом положении такова, что момент, создаваемый давлением ветра на боковую лопасть и ветроколесо, уравновешивается моментом, создаваемым усилием пружин.

При повороте ветрового колеса последнее, устанавливаясь под углом к потоку ветра, использует меньшую площадь воздушного потока и меньше отнимает от него энергии. Хотя с возрастанием скорости ветра мощность воздушного потока возрастет, число оборотов ветрового колеса и мощность ветродвигателя увеличатся незначительно. По мере уменьшения скорости ветра давление его на боковую лопасть уменьшается, под действием пружин головка ветродвигателя вместе с ветровым

колесом возвращаются в положение «на ветер», и ветроколесо будет продолжать вращаться с нормальным числом оборотов.

Если скорость ветра превысит 15 м/сек, то ветровое колесо полностью выводится из-под ветра, и ветродвигатель временно останавливается.

Автоматический поворот на ветер происходит, когда меняется направление ветра, отчего на поверхности хвоста возникает боковая сила, которая поворачивает хвост вокруг вертикальной оси башни ветродвигателя вместе с головкой и ветровым колесом. Этот поворот продолжается до тех пор, пока хвост не станет параллельно направлению ветра, а плоскость вращения ветрового колеса не станет при этом перпендикулярно направлению ветра, т. е. станет «на ветер».

**Башня ветродвигателя** представляет собой металлическую ферменную конструкцию пирамидальной формы. Башня состоит из стальных отсеков ног из угловой стали, поясов и растяжек, соединяемых болтами.

Высота башни составляет 14,85 м, длина каждого отсека 5 м. Вся башня сверху донизу делится на 10 поясков, в которых угловые отсеки ног, начиная со второго сверху пояса, связаны между собой растяжками из пружинной стали. На высоте 9,5 м от земли на башне устанавливается балкон, служащий рабочим местом для осмотра и обслуживания в эксплуатации механизма головки и ветроколеса, а также при ремонте ветродвигателя. Башня снабжена лестницами, прикрепленными к ней хомутами. Нижняя лестница доходит до балкона. Две другие лестницы установлены на балконе и доходят до первого верхнего пояса башни.

По всей длине башни проходит вал, являющийся продолжением верхнего отсека вала головки ветродвигателя. Вертикальный вал состоит из отдельных валов, соединенных между собой муфтами. Участок вертикального вала, проходящий вдоль башни ветродвигателя, монтируется на трех подшипниках. Вращение вертикального вала передается отсеку вертикального вала универсальной лебедки, с которым он соединен кулачковой муфтой, включаемой рычагом вручную.

**Универсальная лебедка** (рис. 9) предназначена для передачи мощности от ветродвигателя к поршневому насосу, а также к отдельным машинам и станкам. На

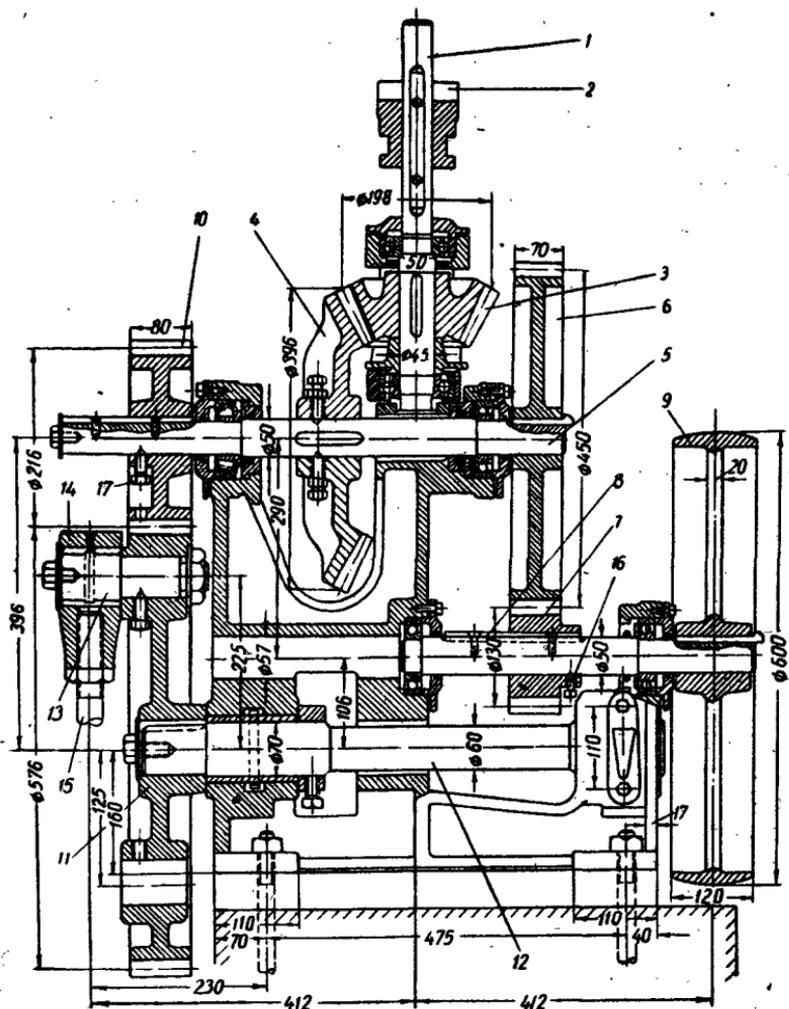


Рис. 9. Универсальная насосная лебедка:

1 — приводной вал лебедки; 2 — кулачковая муфта сцепления; 3 и 4 — малая и большая конические шестерни; 5 — верхний вал; 6 и 7 — шестерни привода шкива; 8 — средний вал; 9 — шкив; 10 и 11 — шестерни привода насоса; 12 — нижний вал; 13 — палец шатуна; 14 — головка шатуна; 15 — шатун; 16 и 17 — стопорные болты.

вертикальный вал лебедки насажена малая коническая шестерня 3, которая находится в зацеплении с большой конической шестерней 4, насаженной на верхний горизонтальный вал 5.

С одной стороны на этот вал насажена большая цилиндрическая шестерня 6, находящаяся в зацеплении с малой цилиндрической шестерней 7, насаженной на средний горизонтальный вал 8. Кроме того, на валу 8 насажен шкив 9, от которого движение ветродвигателя через ременную передачу может быть передано к любой машине соответствующей мощности.

При работе ветродвигателя передача мощности на поршневой насос осуществляется следующим образом: на верхнем горизонтальном валу 5 с противоположной стороны шестерни 6 надета малая цилиндрическая шестерня 10, находящаяся в зацеплении с большой цилиндрической шестерней 11, насаженной на нижний горизонтальный вал 12 лебедки. На этой большой цилиндрической шестерне 11 закреплен палец 13, на который надевается головка 14 шатуна 15 насосного устройства.

В зависимости от величины эксцентриситета, т. е. от того, на каком расстоянии от оси шестерни закреплен палец, ход поршня может равняться 250 или 450 мм.

При работе ветродвигателя только на насос передача от лебедки к шкиву должна быть выключена. Для этого малую шестерню 7, сидящую на среднем валу лебедки, сдвигают вдоль шпонки и выводят из зацепления со связанной с ней большой шестерней. В новом положении шестерню 7 закрепляют нажимным болтом 16.

При работе только на трансмиссию малую шестерню 10, сидящую на верхнем горизонтальном валу лебедки, выводят из зацепления с сопряженной с ней большой шестерней 11. В новом положении малую шестерню также закрепляют нажимным болтом 17.

При отсутствии ветра можно использовать лебедку для приведения в движение поршневого насоса от конного привода или от иного двигателя. В этом случае вертикальный вал ветродвигателя отключается от лебедки путем разъединения кулачковой муфты, а шкив лебедки соединяется ремнем со шкивом вспомогательного двигателя.

В универсальной лебедке шестерни выполнены со следующими передаточными отношениями:

первая пара конических шестерен 3 и 4 уменьшает обороты горизонтального вала 5 в сравнении с оборотами вертикального вала в два раза;

вторая пара цилиндрических шестерен 10 и 11 уменьшает обороты нижнего горизонтального вала 12 в сравнении с оборотами вала 5 в 2,67 раза;

третья пара цилиндрических шестерен 6 и 7 увеличивает обороты среднего вала 8 в сравнении с оборотами вала 5 в 3,46 раза.

Зная, что передаточное отношение конических шестерен головки ветродвигателя составляет 3,71, а нормальные обороты ветроколеса при полной нагрузке ветродвигателя равны 25 оборотам в минуту, можно определить число оборотов шкива универсальной лебедки:

$$25 \frac{3,71 \times 3,46}{2} = 160 \text{ оборотов в минуту.}$$

Число качаний шатуна насосного оборудования составит:

$$25 \frac{3,71}{2 \times 2,67} = 17 \text{ качаний в минуту.}$$

При работе ветродвигателя только на поршневой насос при скорости ветра около 8 м/сек ветровое колесо из-за некоторой недогруженности делает около 35 оборотов в минуту. Следовательно, максимальное число качаний штанги насоса будет равно:

$$35 \frac{3,71}{2 \times 2,67} = 24 \text{ качаний в минуту.}$$

**Направляющий механизм** (рис. 10), обеспечивающий движение штанги насоса по вертикали, представляет собой раму, составленную из двух угольников 1, стянутых стяжными шпильками 2. Между угольниками помещается каретка, на оси 3 которой насажены два ролика, перемещающиеся по угольникам рамы. В вилку 4 ввернут нижним концом шатун.

Боковые усилия шатуна при его поступательно-возвратном движении воспринимаются направляющими роликами каретки и угольниками рамы.

На одной оси с роликами насажена скоба 5, к которой крепится верхний конец штока 6 поршневого насоса. Нижний конец штока проходит через распределительную коробку 18 и крепится к штанге поршня 7 насоса. Таким образом, при вращении шестерни универсальной лебедки поршень насоса получает возвратно-поступательное движение.

Ввиду того, что поршневой насос обычно находится на большой глубине, ветродвигателю приходится затрачивать значительную мощность (особенно при трогании) на преодоление веса штанг и столба воды при ходе поршня насоса вверх. Между тем при ходе поршня вниз ветродвигатель не нагружается. В целях уменьшения нагрузочного момента при ходе поршня насоса вверх в схему насосного устройства введен механизм-балансир.

**Балансир** представляет собой рычаг первого рода. Рычагом служит коромысло 8 (рис. 10), на одном конце которого крепится груз, а другим концом это коромысло давит на ролик 9, сидящий на оси каретки. Коромысло балансира свободно качается на оси, которая прикреплена к швеллерной балке, заделанной концами в стену шахты.

Груз балансира ветродвигателя ТВ-8 состоит из плит общим весом до 100 кг. Плиты могут быть заменены пустотелыми чугунными коробками, которые на месте монтажа наполняются песком. Груз должен быть прочно закреплен на коромысле. Нормально груз балансира должен уравнивать половину веса столба воды над поршнем насоса.

Балансир облегчает работу ветродвигателя и позволяет ветроколесу трогаться с места при гораздо меньших скоростях ветра. Установка балансира целесообразна, когда насос работает при глубинах свыше 15 м.

Марка насоса, например НП-145, указывает, что насос поршневой, простого действия, с диаметром поршня 145 мм.

**Устройство насоса.** Внутри чугунного цилиндра 10 насоса движется поршень 7 с кожаными или резиновыми манжетами 11, которые создают необходимое уплотнение между поршнем и стенкой цилиндра. Насос имеет два всасывающих (заборных) и один нагнетательный клапаны. Нижний всасывающий клапан 13 помещается в литой приемной сетке 12, имеющей прямоугольные щели для поступления воды в трубу при движении поршня вверх. Второй всасывающий клапан 14 помещается в стакане 15 переходной муфты 16, которая ввертывается в нижний конец насосного цилиндра. Нагнетательный клапан 17 помещается в поршне.

Наличие двух всасывающих клапанов обеспечивает работу насоса в случае недостаточной герметичности

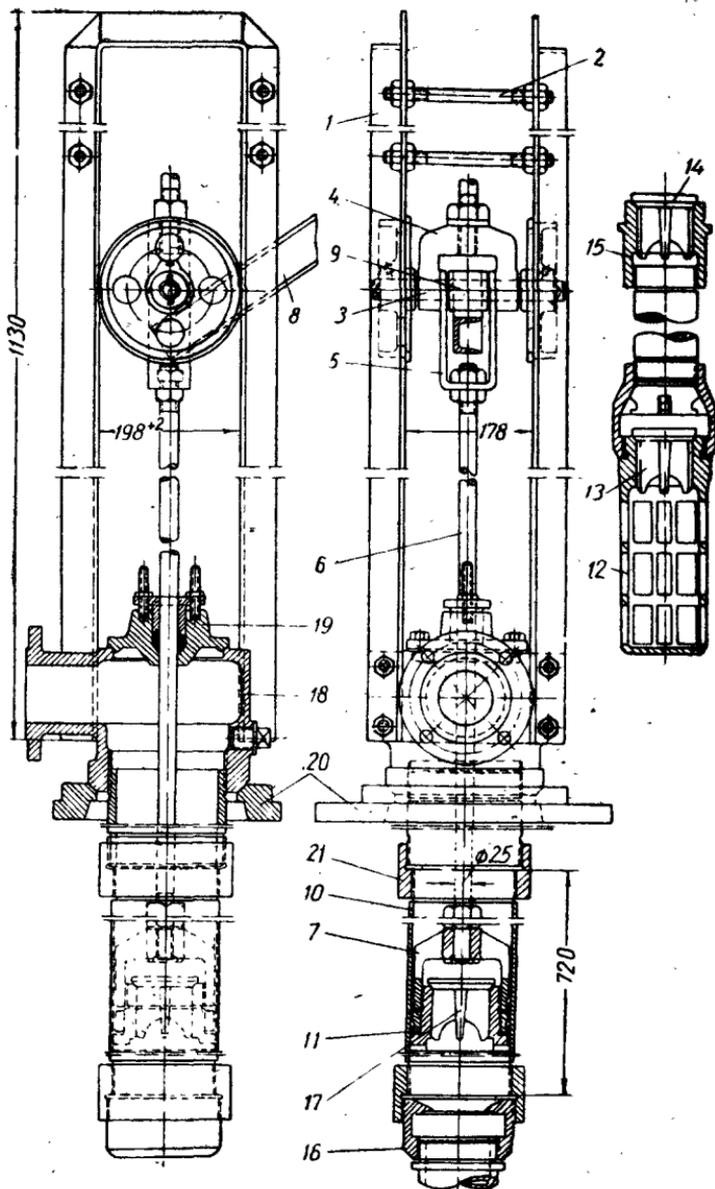


Рис. 10. Направляющий механизм и насос:

1 — угольник рамы; 2 — стяжные шпильки; 3 — ось нарезки; 4 — вилка патуна; 5 — скоба; 6 — шток; 7 — поршень насоса; 8 — коромысло балансира; 9 — ролик; 10 — цилиндр насоса; 11 — манжеты поршня; 12 — приемная сетка; 13 — нижний всасывающий клапан; 14 — всасывающий клапан цилиндра насоса; 15 — стакан клапана; 16 — переходная муфта; 17 — нагнетательный клапан; 18 — распределительная коробка; 19 — сальник; 20 — опорная плита; 21 — муфта.

или отказа работать одного из этих клапанов. Устранение же дефектов всасывающих клапанов значительно труднее, чем нагнетательного, так как этот ремонт требует извлечения всей колонны труб из колодца.

Когда динамический уровень воды в скважине не ниже 7—8 м от поверхности земли, а насос устанавливается в шахте, тогда верхний конец цилиндра 10 соединяется непосредственно с распределительной коробкой 18, без нагнетательных труб, а в нижний конец цилиндра через муфту 16 ввертывается всасывающий патрубок длиной в 5—6 м. На нижний конец этого патрубка навертывается сетка 12 с клапаном 13. При больших глубинах насос опускается на нагнетательных трубах до воды. Подробнее об установке насоса сказано при описании монтажа.

Работа поршневого насоса происходит следующим образом: при движении поршня вверх в цилиндре насоса под поршнем образуется разреженное пространство, которое заполняется водой, поступающей через всасывающую трубу и клапан. Нагнетательный клапан при этом закрыт. Вода, находящаяся в нагнетательной трубе над поршнем, выталкивается и поступает в распределительную коробку, а оттуда по отводной трубе (Д-76 мм) подается в напорный бак. При движении поршня вниз всасывающие клапаны закрываются, а нагнетательный клапан открывается, и вода поступает в надклапанное пространство цилиндра. Распределительная коробка монтируется на плите 20, которая устанавливается на твердом основании. Вся система трубопроводов (нагнетательного и всасывающего) удерживается в висячем положении распределительной коробкой. Вверху распределительной коробки имеется сальник 19, который не допускает просачивания воды из коробки при движении штока.

#### Техническая характеристика ветродвигателя ТВ-8

|   |        |
|---|--------|
| Диаметр ветрового колеса (в м) . . . . .                  | 8      |
| Число лопастей . . . . .                                  | 18     |
| Ометаемая поверхность ветроколеса (в м) . . . . .         | 50,3   |
| Расстояние от земли до центра ветроколеса (в м) . . . . . | 15,4   |
| Нормальное число оборотов ветроколеса при ветре 8 м/сек   | 25—35  |
| Нормальное число оборотов в минуту вертикального вала     | 93—130 |

|  |           |
|--|-----------|
| Нормальное число оборотов в мин. шкива лебедки . . .                 | 160—225   |
| Нормальное число качаний штанги насоса (в мин.) . . .                | 17—24     |
| Диаметр шкива лебедки (в мм) . . . . .                               | 600       |
| Ходы поршня насоса (в мм) . . . . .                                  | 250 и 450 |
| Механический коэффициент полезного действия ветродвигателя . . . . . | 0,80      |
| Коэффициент полезного действия ветронасосной установки               | 0,55      |
| Вес ветродвигателя с башней (в кг) . . . . .                         | 3 510     |
| Вес насосного оборудования с трубами (в кг) . . . . .                | 990       |

Примечание. В числе оборотов первые цифры относятся к работе ветродвигателя при полной нагрузке, а вторые — к работе только с поршневым насосом.

Таблица 15

**Производственная характеристика ветродвигателя ТВ-8**

| Наименование показателей            | Скорость ветра (в м/сек) |       |        |         |         |         |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|--------|---------|---------|---------|
|                                     | 3                        | 4     | 5      | 6       | 7       | 8       |
| Мощность на шкиве (л. с.)           | 0,32                     | 0,75  | 1,39   | 2,51    | 4,00    | 6,00    |
| Число оборотов шкива (в мин.) . . . | 50—60                    | 77—90 | 90—110 | 115—125 | 130—150 | 150—160 |
| Число качаний насоса (в мин.)       | 6—7                      | 8—10  | 10—12  | 13—14   | 15—17   | 17—20   |

**Возможная годовая выработка ветродвигателя ТВ-8**

| Наименование показателей  | Среднегодовая скорость ветра (в м/сек) |       |        |        |
|---|--|-------|--------|--------|
|   | 3                                      | 4     | 5      | 6      |
| Выработка силочасов при коэффициенте эксплуатации = 0,7 . . . . . | 2 500                                  | 6 200 | 13 300 | 17 800 |
| Общее число часов работы .  | 4 500                                  | 5 800 | 6 300  | 7 000  |

Часовая производительность ТВ-8 в литрах с насосом НП-145

| Напор<br>(в м) | Ход<br>поршня<br>(в мм) | Скорость ветра (в м/сек) |       |       |       |       |            |
|----------------|-------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|
|                |                         | 3                        | 4     | 5     | 6     | 7     | 8 и больше |
| 10             | 450                     | 3 670                    | 5 070 | 6 480 | 7 700 | 9 100 | 10 700     |
|                | 250                     | 2 280                    | 2 980 | 3 850 | 4 580 | 5 250 | 5 980      |
| 20             | 450                     | 3 170                    | 4 440 | 6 340 | 7 600 | 9 000 | 10 700     |
|                | 250                     | 2 110                    | 2 900 | 3 670 | 4 400 | 5 200 | 5 980      |
| 30             | 450                     | 2 440                    | 4 500 | 6 100 | 7 550 | 9 000 | 10 500     |
|                | 250                     | 1 870                    | 2 800 | 3 640 | 4 400 | 5 150 | 5 900      |
| 40             | 450                     | —                        | 4 040 | 5 860 | 7 400 | 8 900 | 10 450     |
|                | 250                     | 1 680                    | 2 680 | 3 520 | 4 300 | 5 100 | 5 880      |
| 50             | 450                     | —                        | 3 340 | 5 550 | 7 200 | 8 750 | 10 300     |
|                | 250                     | 1 400                    | 2 560 | 3 440 | 4 250 | 5 100 | 5 840      |
| 60             | 450                     | —                        | —     | 5 150 | 5 950 | 8 560 | 10 100     |
|                | 250                     | —                        | 2 450 | 3 360 | 4 170 | 5 050 | 5 830      |
| 70             | 450                     | —                        | —     | 4 650 | 6 700 | 8 350 | 9 900      |
|                | 250                     | —                        | 2 300 | 3 315 | 4 100 | 4 960 | 5 750      |
|                | 450                     | —                        | —     | 4 060 | 6 400 | 8 200 | 9 830      |
|                | 250                     | —                        | 2 100 | 3 200 | 4 060 | 4 900 | 5 730      |

Примечание. Места в таблице, где пропущены цифры, указывают на то, что при данных скоростях ветра, суммарных напорах и ходах поршня ветронасосная установка работать не может. Если ветродвигатель ТВ-8 укомплектован насосом НП-120, то показания производительности надо уменьшить на 20%, а при насосе НП-95 — на 40%.

### Монтаж ветродвигателя

В монтаже ветродвигателя и в его оснастке для подъема не должно быть ошибок, так как из-за них возможны серьезные поломки и аварии. В помощь механикам завод-изготовитель к каждому ветродвигателю прикладывает краткую инструкцию и чертежи для руководства по сборке, по подъему и установке ветродвигателя. Даже опытный механик должен во время монтажных работ строго руководствоваться инструкцией и чертежами. Инструкция и чертеж вкладываются в один из ящиков



репер 1, от которого и устанавливаются все линейные размеры шахты и фундаментов.

При ветродвигателе ТВ-8 центр двигателя устанавливается на расстоянии 412 мм от центра скважины.

Через репер центра прокладывается основная линия А-А, в направлении которой будет производиться сборка и подъем ветродвигателя.

Так как вдоль этой линии будут действовать силы в узлах оснастки, то необходимо, чтобы находились на одной линии центр головки ветродвигателя, центр основания башни, стрела и центр подъемной лебедки.

На основной линии размечаются места сборки ветродвигателя и котлованы.

Котлованы 6, 7, 8 и 9 предназначены для ног башни и размечаются по центру репера и направлению центральной линии. Котлованы для ног башни и котлованы 10 для фундамента лебедки и шахты размечаются и делаются согласно данным рисунка 11.

Сделав разбивку площадки, размечают колышками углы котлованов, а для предохранения от утери отметок делают раскопку их на 20—30 см.

В первую очередь копаются котлован 10. Делается фундамент под лебедку и выкладываются стенки шахты согласно чертежу (рис. 12).

Сделав шахту и фундамент лебедки, копают (до монтажа ветродвигателя) котлованы 6, 7, 8 и 9 для фундаментов ног башни. Если грунт твердый, то выкопанные котлованы ног башни оставляются без креплений до устройства фундаментов, которые делаются после подъема ветродвигателя. В случае грунтов сыпучих и неустойчивых котлованы раскапываются шире и стенки укрепляются деревом с таким расчетом, чтобы сохранились свободными внутренними размеры  $1 \times 1$  м. Пространство за креплением засыпается и трамбуется. Все прочие котлованы и ямы для крепления оснастки копаются во время монтажа двигателя рабочими, которые бывают свободными. Одновременно с изготовлением шахты производится распаковка двигателя, проверка состояния деталей и обязательная раскладка деталей по месту крепления их вдоль места сборки башни ветродвигателя.

Сборка башни производится на подкладках из дерева. Причем линия, образуемая отсеками ног башни, должна быть абсолютно прямой.

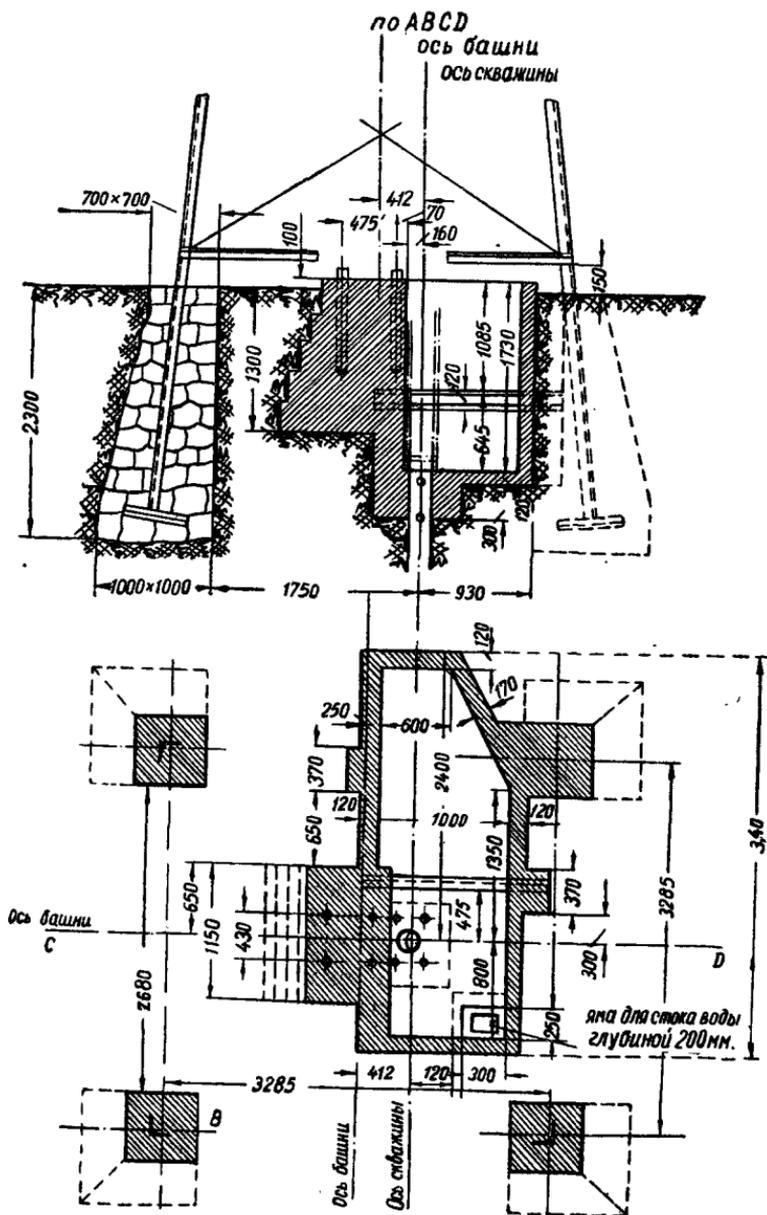


Рис. 12. План и разрез шахты и фундаментов ног башни.

Вершина башни с начала монтажа или позже подымается выше примерно на 1 м от земли. Сборка башни ведется от вершины, к которой прикрепляется верхняя чугунная опора.

Связав поясами и растяжками все части, образующие нижнюю панель лежащей башни, начинают от вершины сборку верхней панели.

В период сборки башня иногда перекашивается на одну из боковых сторон. Для избежания перекосов отсеки башни, находящиеся сверху, подпирают кольями.

Места расположения и крепления деталей указываются в заводской инструкции.

В каждом отдельном случае сборки надо особо внимательно отнестись к расположению и подбору ног второго отсека и поясов, на которых крепится балкон (пояса балкона крепятся сверху второго отсека). Разные заводы делают этот узел по-разному. При ошибке в этой части сборки получаются большие неувязки с монтажом балкона, вертикального вала и направляющим роликом троса останова, находящимся в плоскости балкона.

Гайки болтов, скрепляющих башню, при сборке не затягиваются, а лишь наживляются. Гайки затягиваются только после постановки на место всех деталей и болтов. Это правило относится ко всем узлам ветродвигателя.

Порядок затяжки гаек в башне следующий: прежде всего стягиваются болты соединения верхней опоры с ногами, после этого затягиваются болты соединительных планок отсеков ног и, наконец, затягиваются болты поясков и растяжек. Концы болтов засекаются зубилом, чтобы гайки не отвертывались.

Нижние короткие (четвертые) отсеки ног с поперечинами для опоры в фундаментах при сборке к башне не прикрепляются. Они привертываются после подъема ветродвигателя.

Лестницы крепятся к башне при монтаже, но после установки головки и сборки вертикального вала.

После сборки башни собирают и устанавливают головку, в которой предварительно надо осмотреть места трений и соединений.

С опорной трубы головки снимают нижний опорный стакан, сферическую пяту, муфту останова и для проверки упорный шариковый подшипник.

Находящиеся в верхней и нижней части опорной

трубы трущиеся поверхности, которыми при поворотах головка трется в сферической пяте и нижнем опорном стакане, должны быть совершенно гладкими, чистыми и смазанными. Если обработка этих поверхностей недостаточно гладкая, что иногда бывает, то ее следует зашлифовать.

Проверяется легкость вращения и отсутствие люфта в ступице. Проверяется правильность зацепления шестерен вертикального вала и ступицы. Надо обратить внимание на трос, проходящий внутри опорной трубы, и на его крепление к планке. Трос должен находиться внутри трубы, проходя вдоль вала, но не закручиваясь за него, а крепление к планке должно быть прочным. Крепление этого троса в установленном ветродвигателе представляет большие трудности, особенно в ветреное время. Поэтому нельзя допустить, чтобы он мог освободиться.

Проверив головку и смазав все трущиеся поверхности, ставят на место шариковый упорный подшипник и сферическую пяту.

Обе половинки шарикового подшипника должны быть скреплены скобочками, предохраняющими шарики от выпадания. Скобочки вынимаются после подъема ветродвигателя. Окончив осмотр и подготовку, вставляют трубу головки в башню через отверстие в верхней опоре. Пропустив часть трубы через опору, надевают на трубу муфту останова. Нижний опорный стакан должен быть предварительно повернут к чугунной нижней опоре, но так, чтобы стакан мог свободно поворачиваться. Затем головку двигают дальше, направляя вал в центральное отверстие нижнего опорного стакана, труба должна войти в тело стакана. Нижний опорный стакан регулируется и окончательно закрепляется болтами после подъема ветродвигателя, когда станет на свое место головка.

Ступица головки должна быть направлена вверх. Необходимо следить, чтобы в момент посадки головки трубка масленки сферической пяты попала в углубление верхней опоры башни. При непопадании в углубление трубка отламывается. Можно временно (на время закрепления головки) вывернуть эту трубку, но отверстие ее должно находиться строго в середине углубления. В противном случае после подъема сферическую пяту повернуть не удастся, и головка из-за отсутствия смазки потеряет чувствительность к изменениям направления

ветра, а после совсем перестанет поворачиваться на ветер.

Вставленная головка привязывается к верхней опоре башни проволокой толщиной около 2—3 мм. Привязка делается с натяжением — закруткой, чтобы посадка была более полной. Проволока снимается сейчас же после подъема ветродвигателя.

Поставив головку, собирают вертикальный вал.

Верхние подшипники вала крепятся к двум параллельным угольникам, опирающимся на пояса башни.

Подшипник вала состоит из трех частей:

1. Собственно подшипник, в верхней части которого имеется небольшое углубление для заливки масла, а в нижней — большое углубление, в которое входят борта масляной чаши. Подшипник неподвижно закрепляется болтами между двумя угольниками. Через центр подшипника проходит вал.

2. Масляная чаша прикрепляется под подшипником к валу и вместе с ним вращается. Наружными бортами чаша входит в нижнее углубление подшипника. Внизу чаши имеется два болта. Один болт служит для прикрепления чаши к валу, а второй является пробкой и служит для спуска из чаши воды и грязи, которая от времени накапливается. К выточке для вала в чаше имеется расточка, куда надо плотно набить сальник, не допускающий утекания масла из чаши.

3. Жестяный колпачок ставится на вал над подшипником. Назначение его — не допускать во время дождей воду в подшипник.

Через круглое отверстие в колпачке в подшипники вертикального вала с помощью масленки заливается жидкое масло раз в 7—10 дней. Масло с малого углубления подшипника стекает по продольной канавке у вала в чашу, а так как в чашу входит нижней частью больше половины подшипника, то при наличии масла в чаше обеспечивается постоянная смазка вала.

В последних выпусках ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8 скользящие подшипники вертикального вала заменены шариковыми подшипниками, смазка которых осуществляется солидолом, путем поджатия штаufferовых масленок, поставленных на корпусах подшипников.

За сборкой вала следует сборка хвоста. Отдельно соединяется ферма хвоста с хвостовым оперением. Затем

собранный хвост прикрепляется шарнирно к отливам головки при помощи оси хвоста.

Трущиеся поверхности хвоста, головки и оси должны быть осмотрены, очищены и смазаны. Ось хвоста шплинтуется, но между приливом головки и шплинтом необходимо поставить шайбу. Без шайбы шплинт срежется, ось выйдет из отверстий, и последует авария хвоста.

После хвоста собирают боковую лопату, состоящую из фермы и хвостового пера. Боковую лопату кладут на хвост и нарезными пальцами вводят в соответствующие отверстия в головке. Хвост соединяют тросом останова через направляющие ролики на головке и лопате с планкой, находящейся на опорной трубе. Движение планки передается через сектор муфте останова, которую соединяют тросом с лебедкой останова. Лебедка останова крепится внизу к одной из ног башни.

Регулирующие пружины навешиваются на соответствующие крючки-петли на хвосте, а другими своими концами привязываются вдоль угольников хвоста с тем, чтобы после подъема можно было отвязать эти концы пружин и, натянув, соединить их с тягами.

Можно поступить и иначе. После того как будет собрано и привязано к башне ветроколесо, пружины натягиваются и надеваются концами на тяги. Между тягами и пружинами надо обязательно поставить натяжные рамки, которыми регулируется натяжение пружин.

В случае подъема ветродвигателя с натянутыми пружинами требуется соблюдать следующие правила:

1. Подымать двигатель при отсутствии даже слабого ветра.

2. После подъема немедленно освободить ветровое колесо.

3. Освободив ветроколесо, лебедкой останова поставить колесо в положение останова, связать хвост с боковой лопатой и отпустить тросы, чем будет облегчен поворот головки, необходимый при установке и проверке башни.

Разрез головки ветродвигателя и механизма останова изображен на рис. 7.

Сборка ветрового колеса не представляет особых трудностей. Производится сборка в следующем порядке. Прежде ставятся на болты, не зажимая гаек, спицы. После ставятся обода и затем лопасти.

Лопастя ставятся таким образом, чтобы вращение происходило по часовой стрелке, если смотреть на него со стороны ветра.

Вперед идет ребро лопасти, выступающее с плоскости колеса к воздушному потоку.

При вращении ветроколеса против часовой стрелки ветродвигатель работать не будет.

Скрепление ветроколеса производится в следующем порядке:

1. Стягиваются гайками болты, крепящие спицы к ступице. Причем необходимо проверить, чтобы спицы при вращении ступицы проходили на одинаковом расстоянии от башни.

2. Стягиваются болты, крепящие ободы к спицам и между собой. При креплении ободов необходимо приподнимать их за середину с тем, чтобы они не провисали.

3. Стягиваются болты, крепящие лопасти к ободам. Ветроколесо при вращении не должно делать «восьмерку». «Восьмерка» легко выпрямляется при окончательном затягивании болтов. Болты затягиваются и за-контриваются только после окончательной проверки ветроколеса.

Зацепление верхней пары конических шестерен проверяют несколькими поворотами ступицы ветроколеса еще до сборки лопастей. Если будет замечена неправильность в зацеплении, то она ликвидируется регулированием зазора между диском ступицы и прикрепленной к нему болтами сменной зубчаткой (шестерней). Величина зазора определяется толщиной прокладок, которые закладываются между ними.

Подъем ветродвигателя является весьма ответственной работой. Небрежность в выполнении этой работы и неправильная расстановка силы могут вызвать несчастные случаи и поломку ветродвигателя.

Имеется два способа подъема ветродвигателя. Первый, наиболее распространенный и практичный — это подъем с помощью 3-тонной грузоподъемной строительной лебедки. Второй способ — при помощи гусеничного трактора.

Оснастка для подъема трактором почти ничем не отличается от оснастки для подъема лебедкой. Особенности при подъеме трактором будут указаны ниже.

Подъем ветродвигателя производится методом падающей стрелы. Работу начинают с оснастки ветродвигателя такелажным оборудованием в следующем порядке (рис. 13).

Около ям для фундаментов ног, отбросив предварительно выкопанную землю, кладут с наружной стороны притесанные с двух сторон подкладки из бревен 13 длиной по 5—6 м. Подкладки эти должны лежать горизонтально, что проверяется уровнем. Кроме того, они должны всей своей нижней поверхностью опираться на землю. Практически удобнее эти подкладки уложить до сборки башни во избежание сдвигов ее.

К ногам башни (внизу и вверху) кладутся поперечины 7, которые прикрепляются хомутами. При подъеме, центровке и бетонировании ветродвигатель всей своей тяжестью стоит на этих поперечинах. Поэтому поперечины, хомуты и подкладки должны быть прочными.

Между концами нижних и верхних ног ставятся угольники и дополнительные деревянные стойки, которые не допускают верхние ноги изогнуться от тяжести верхней поперечины.

Во избежание прогиба поперечины, особенно если она делается из труб, с внутренней стороны фундаментных ям также кладутся короткие подкладки.

На нижнюю поперечину точно в центре башни, вернее, на линии, проходящей между центром головки ветродвигателя и серединой барабана лебедки, ставится стрела, сделанная из соснового бревна высотой 8 м.

Для удержания башни ветродвигателя от сдвига при подъеме в сторону лебедки нижняя поперечина крепится тросами по сторонам башни к якорному бревну 10, закопанному в землю (или к хорошо укрепленным якорным столбам).

Места на нижней поперечине, где ляжет трос от якорного бревна, надо обить толстой жстью и смазать солидолом, чтобы облегчить трение троса по бревну. Трос кладется на поперечину, касаясь только половины ее окружности, но не обкручивая ее, чтобы не тормозить вращение поперечины при подъеме.

Во избежание возможного прогиба ног нижней панели от торможения нижней поперечины нижние ноги башни усиливаются брусьями, которые прочно в нескольких местах привязываются.

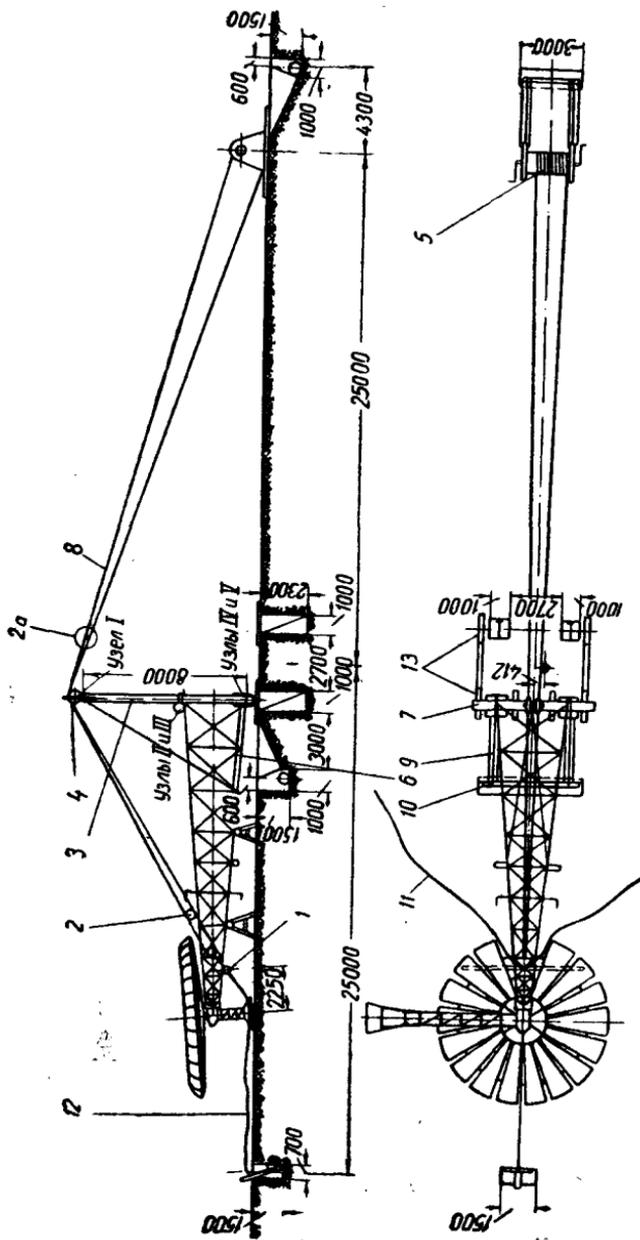


Рис. 13. Схема оснастки ветродвигателя ТВ-8 такелажом для подъема:

1 — бревно увязки головки; 2 — однорольный блок при стреле с роликками; 2а — место нахождения однорольного блока при стреле без роликков; 3 — стрела; 4 — роликки; 5 — грузовой трехтонный лебедка; 6 — бревна для подкрепления ног башни; 7 — поперечина; 8 — грузовой подвижный трос; 9 — тросы якорей поноречины; 10 — якорное бревно; 11 — боковые растяжки; 12 — задняя оттяжка; 13 — подкладки (лежанки).

Примечание. На рункуе лопасти около башни сняты с целью лучшего обзора крепления троса за башню. При оснастке лопасти не снимаются.

От вершины стрелы натягиваются два троса к нижним ногам башни и привязываются к правой и левой ноге башни у третьего пояса, считая от поперечины. Делается это с целью не допустить стрелу нагнуться в сторону от давления троса при подъеме. Вертикальность стрелы проверяется по отвесу.

Для того чтобы трос, натягиваясь под нагрузкой, мог скользить по оковке стрелы, углубление должно быть закруглено и смазано солидолом.

Для стрелы и поперечин можно применять стальные трубы газовые  $d = 150$  мм или газовые усиленные  $d = 125$  мм, а для усиления ног — газовые трубы  $d = 100$  мм.

Грузовой подвижный трос 8 сходит с барабана трехтонной лебедки 5 и, обогнув ролик блока 2, возвращается к лебедке и крепится неподвижно к щеке ее или, что еще лучше, к тросу, которым лебедка 5 прикреплена к якорному бревну.

Крепление неподвижного грузового троса за вершину башни производится под ветровым колесом. Трос обвязывается петлей вокруг башни в таком месте, чтобы выходящая от увязки петля для прикрепления однорольного блока или сдвоенного троса проходила от места увязки до вершины стрелы между средним и наружным ободами ветроколеса, находясь до подъема обязательно около наружного обода, даже касаясь его. К концу подъема трос подойдет к среднему ободу. При таком способе крепления троса ветровое колесо находится при подъеме полностью собранным, а трос проходит между лопастями.

Чтобы ветровое колесо не повернулось от веса боковой лопаты относительно оси башни, под ветроколесо подкладывают бревно толщиной 150 мм и длиной 5—6 м. Бревно помещается между башней и ветроколесом в промежутке около внутреннего обода. Бревно привязывается веревкой к боковым угольникам башни серединой, а концами — к наружным ободам ветроколеса.

При подъеме ветродвигателя гусеничным трактором ветровое колесо также собирается полностью на земле, и также крепится к башне ветродвигателя неподвижный грузовой трос. Но подвижный трос соединяется иначе. Неподвижный конец троса прикрепляется к якор-

ному бревну, а подвижный конец соединяется с передним крюком гусеничного трактора.

При подъеме очень важно, чтобы продолжение оси башни совпадало с крюком трактора, а направление движения трактора являлось продолжением центральной осевой линии.

Для подъема ветродвигателя пригодны тракторы С-60, С-65, С-80, КД-35.

При подъеме трактором якорное бревно подвижного грузового троса закапывается на расстоянии 20 м от центра установки ветродвигателя.

**Установка боковых и задней растяжек.** Для якорей боковых растяжек копают две ямы на расстоянии 15 м от осевой линии А—А (в стороны) по линии нижней поперечины (но не центра ветродвигателя). Для задней оттяжки копают одну яму вдоль оси ветродвигателя на расстоянии 25 м от центра ветродвигателя.

Ямы роятся уступами, но передняя стенка ямы должна быть без уступов и с наклоном ее низа к ветродвигателю. Глубина ям 1,3—1,5 м. После установки якоря ямы засыпают и утрамбовывают. В случае слабых грунтов перед столбами-якорями закладываются поперечные бревна. Якоря должны выступать над поверхностью земли примерно на 1 м.

Тросы боковых растяжек привязываются одним концом к башне ветродвигателя выше балкона и вторым концом — с небольшой натяжкой к соответствующим якорям.

Ямы для якорей боковых растяжек можно копать лишь тогда, когда будут установлены лебедка и стрела, а положение башни в состоянии готовности к подъему. Роятся ямы и ставятся столбы на линии нижней опоры, которая, как известно, служит одновременно и осью поворота башни при подъеме.

Закреплением тросов к столбам в горизонтальной линии нижней опоры создается одна общая ось поворота. Поэтому с начала до конца подъема не придется изменять длины растяжек.

Боковые растяжки служат для предохранения от случайного бокового сдвига или падения ветродвигателя до укрепления фундаментов.

Назначение задней оттяжки то же, что и боковых, и, кроме того, на этой оттяжке производится плавное

опускание ветродвигателя на вторую (верхнюю) поперечину при подходе ее к земле, когда головка перейдет через верхнюю мертвую точку и двигатель начнет падать вперед в направлении на лебедку (или на трактор).

Траншею для якоря-бревна, к которому крепится подъемная лебедка или неподвижный конец грузового подвижного троса, роют на расстоянии 28—29 м от центра установки. Длина траншеи 3 м. В случае же подъема трактором траншею роют на расстоянии 20 м от центра и длиной 2 м. Глубина этой траншеи 1,7 м. При подъеме лебедкой и в плотных грунтах глубина допустима до 1,5 м. Центральная линия должна проходить через середину траншеи якоря, и траншея должна быть перпендикулярной к центральной линии. Для предотвращения выдергивания якоря переднюю стенку траншеи делают не отвесной, а наклонной вглубь, причем вдоль нижней части этой стенки роют углубление на 0,2—0,3 м, в которое помещают бревно-якорь. Бревно-якорь должно по всей длине соприкасаться с твердым грунтом.

Перпендикулярно направлению передней стенки траншеи роют одну или две наклонные узкие канавки для прокладки троса к якорю. Одна канавка роется при подъеме трактором и две канавки — при подъеме лебедкой. Расстояние между канавками должно быть равным ширине грузовой подъемной лебедки. Направление канавок должно соответствовать направлению центральной линии башни.

Канавки начинаются на расстоянии 2,5 м от передней стенки траншеи при подъеме трактором и 3,5 м при подъеме лебедкой и наклонно углубляются книзу, входя в шахту у ее дна. Ширина канавки вначале 20 см, затем постепенно суживается и у дна траншеи уменьшается до 5—6 см. При таком устройстве траншеи и наклонной канавки вся соприкасающаяся с якорем площадь грунта служит ему опорой. Якорь укладывают в траншею после того, как на нем закрепят трос. После укладки тросов и якоря траншею присыпают, а в легких и сыпучих грунтах засыпают снизу доверху и трамбуют. До засыпки траншеи подъемная лебедка привязывается тросом к якорю-бревну. Лебедка применяется грузоподъемностью в 3 т.

Устанавливается лебедка на закопанные в землю

продольные брусья, к которым прибивается костылями. Закопанные в землю заподлицо брусья предохраняют лебедку от перекосов и боковых сдвигов. Поэтому брусья должны быть заделаны в землю весьма аккуратно, без рыхлой и присыпанной земли по бокам. Если лебедка неустойчива, то нельзя обеспечить накручивание на барабан троса правильными рядами. Если же трос не ложится правильно, то будут неизбежны сбросы витков, обрезы и порча троса, а подъем при этом будет происходить рывками и с сотрясениями, что весьма опасно, так как может привести к аварии.

Перед подъемом необходимо проверить состояние подъемной лебедки и автоматического тормоза. Зубья лебедки должны быть целы и иметь нормальное полное зацепление. Подшипники должны быть смазаны, а валы в подшипниках легко вращаться. Тормозной подвижный диск должен трогаться от руки, а храповой диск должен быть слегка смазан. При всех случаях подъема и опускания собачка должна находиться на храповом диске. Чтобы сдать трос назад, т. е. опустить груз при натянутом тросе, надо, не подымая собачки, повернуть ручки в обратную сторону.

Сделав всю оснастку, бригадир лично осматривает крепления, узлы и тросовые замки. Проверяется вертикальность стрелы и расположение на одной линии середины барабана лебедки, стрелы и центра головки ветродвигателя. В случае искривления линии последняя выпрямляется смещением головки или основания башни (по усмотрению бригадира).

Затем надо обязательно проверить равномерность натяжения тросов 9, удерживающих нижнюю поперечину 7. Если натяжение тросов будет неодинаково, то во время подъема вершина башни уйдет с прямой линии в сторону троса, менее натянутого. Натяжение увеличивают закруткой троса в его середине.

Перед подъемом ветродвигателя проверяют прочность и надежность оснастки. Делается это следующим способом. Лебедкой (или трактором) поднимают головку ветродвигателя на 10—15 см и оставляют в приподнятом положении, наблюдая за поведением оснастки. Затем дают дополнительную нагрузку на головку ветродвигателя. Обычно эту дополнительную нагрузку осуществляют тем, что четыре или пять человек становятся

на башню недалеко от ее вершины. Если не будет отрывов или прогибов, то оснастка при подъеме выдержит нагрузку. Если же окажется, что тросы 9 не обеспечивают правильного положения поперечины 7 или заметно изгибается вершина стрелы, то надо снова опустить башню и устранить причины перекоса поперечины или больше натянуть соответствующие растяжки стрелы.

Закончив контрольный подъем, бригада удаляет ненужные предметы и приступает к подъему.

При подъеме ветродвигателя (рис. 13) прикрепленная к ногам башни осевая поперечина 7 поворачивается в петлях тросов 9 якоря 10 до тех пор, пока башня не придет в вертикальное положение и не станет второй парой ног (вернее, верхней поперечиной) на подкладки 13. Тросы обеих боковых растяжек предохраняют башню от боковых сдвигов, а после подъема они предохраняют от падения башни в случае возникновения сильного ветра до закладки фундамента.

Вначале, когда ветродвигатель приподнят примерно на 0,5—1 м, надо остановить подъем и проверить, равномерно ли обтянуты снасти и нет ли опасных перекосов. При обнаружении неисправностей надо опустить башню обратно на козлы и устранить неисправности.

В середине подъема нельзя упустить момент, когда будет происходить выход троса из каналов роликов или углубления на стреле.

Если в момент выхода троса из стрелы обнаруживается заметный на глаз «излом» прямой линии грузового троса, видимый наблюдателю, ставшему со стороны подъемной лебедки, то принимают меры к смягчению возможного сотрясения башни при сходе троса со стрелы. Для этого рекомендуется приостановить подъем, чтобы набросить на подъемный трос у места излома, т. е. у вершины стрелы, вспомогательный трос, который предохранит снасти и башню от сотрясения.

К концу подъема основное внимание переносится на заднюю оттяжку, так как башня, дойдя примерно до 75° угла наклона, под тяжестью собственного веса будет стремиться самостоятельно стать в вертикальное положение. Если башню не придерживать, то она упадет на вторую перекладину, сорвет хомуты и упадет в сторону подъемной лебедки. Чтобы удержать башню и не дать ей опрокинуться, заранее укрепляют оттяжку за столб,

сделав её два—три оборота. Придерживая за свободный конец, оттяжку удерживают в натянутом состоянии, а ослабляя — плавно и постепенно освобождают и опускают башню.

Во время свободного хода башни вперёд лебедка не должна натягивать трос, а лишь убирать лишний провес троса.

Во время подъема один человек следит за тем, чтобы трос ложился на барабан ровными плотными рядами. Если трос не укладывается плотно на барабан, то его направляют принудительно, поджимая в нужную сторону деревянным колом.

Чтобы задняя и боковые оттяжки не соскользнули с якорей, в якоря вбивают костыли.

По окончании подъема разбирают стрелу и немедленно освобождают ветровое колесо, перенося все тросовые увязки на угольники башни ниже ветрового колеса. Если были поставлены пружины, то надо лебедкой останова поставить ветровое колесо в нерабочее положение, т. е. поставить вместе хвост с боковой лопатой, затем связать их и снова отпустить лебедку останова. Этим значительно облегчается поворачивание головки, что желательно в период монтажных работ. После этого приступают к выверке башни, бетонировке фундаментов и наладке ветродвигателя.

Узлы соединений указаны в чертеже при описании оснастки и подъема ветродвигателя УВД-8. Те же узлы соединения и оснастки применяются и при подъеме ветродвигателя Д-12.

**Выверка и бетонировка ветродвигателя.** До выверки башни после освобождения ветроколеса ставят на свой фундамент универсальную насосную лебедку, которая снимается на время подъема ветродвигателя.

Обычно после подъема центр ветродвигателя не совпадает с центром вала лебедки. Поэтому с помощью ломов и кольев башню двигателя подвигают в нужном направлении.

При выверке необходимо тщательно проверить вертикальное положение оси ветродвигателя, так как отклонение оси башни от вертикального положения приводит к недостаточной чувствительности головки при установке на ветер, плохой регулировке ветроколеса и интенсивному износу деталей головки ветродвигателя.

Для этого с двух верхних смежных поясов башни спускают шнуры, к которым внизу подвешивается груз весом не менее 5 кг. При наличии ветра груз опускается в вырытые для этого ямы, где он защищается от отклоняющего воздействия ветра.

Линия отвеса должна совпасть с линией, проходящей через все точки пересечения растяжек.

Уровнем и отвесом проверяется вертикальное положение вертикального вала. Обычно требует регулировки нижний конец вала, закрепленный диагональными растяжками к угольникам башни.

Вертикальное положение башни осуществляется при помощи закладки подкладок под поперечины.

Одновременно с регулировкой вертикальности обеспечивают соосность вертикального вала с валом лебедки. Причем между торцом нижнего отсека вала башни и торцом вала лебедки должен оставаться зазор в 8—10 мм.

Окончив выверку башни, проверяют нагрузку на ноги. Часто бывает, что какие-либо две ноги по диагонали нагружены чрезмерно, две другие ноги недогружены. Необходимо путем подбивки клиньев или подкладок добиться равномерной нагрузки на все ноги.

Можно рекомендовать еще один более простой способ проверки вертикальности башни. Это способ визирования с расстояния. Для этого берется тонкий конский черный волос или тонкая, но крепкая проволока. К ней привязывается гайка или иной груз. Если смотреть с расстояния через тонкую, натянутую грузиком нить, то хорошо видно, как стоит башня и куда ее следует наклонить. В ветреную погоду такой карманный отвес помещают в стеклянный цилиндр для защиты от ветра.

Вертикальность проверяется с двух сторон башни, а при визировании и по двум диагоналям башни.

После окончания выверки положения башни к ней привинчивают нижние отсеки ног с приваренными к ним опорными подошвами.

Фундаменты ног делаются бутовые. В ямы вокруг ног накладывают камень или щебень кирпича слоями в 30—40 см; каждый слой заливают цементным раствором состава 1 : 6. Кладка постепенно сужается к поверхности до  $0,7 \times 0,7$  м (рис. 12). Этим достигается значительная экономия в затратах материала.

Описанный способ подъема ветродвигателей ТВ-8 и ТВМ-8 с привязыванием ветроколеса к башне неудобен тем, что надо немедленно за подъемом подниматься на вершину ветродвигателя и освобождать ветроколесо. Испытан второй способ без закрепления ветроколеса. При этом способе, как и при подъеме ветродвигателя УВД-8, ветроколесо не закрепляется к башне, а остается свободным. Для этого башня обвязывается грузовым тросом в том месте, где проходят концы лопастей ветроколеса, чтобы они не касались троса после подъема двигателя. В месте увязки троса башня с внутренней стороны подкрепляется деревянными стойками, предохраняющими ее от смятия. Чтобы избежать поворота ветроколеса на ветер после подъема (пружины должны быть натянуты и зацеплены на крючья), необходимо держать ветроколесо в положении останова или временно связать ферму боковой лопасти с фермой хвоста. Последнее удобнее, так как это дает возможность после подъема перемещать и регулировать тяги и лебедку останова, а развязать боковую лопасть легко после окончательного закрепления башни ветродвигателя.

При этом способе возникает другое существенное затруднение: как привязать головку ветродвигателя, чтобы она, будучи привязанной к башне, могла повернуться при подъеме? Это можно сделать следующим способом: головка привязывается не к верхней опоре башни, а длинной проволокой притягивается ко второму нижнему поясу башни. Как только двигатель подыметсЯ на достаточный угол, проволока освобождается и головка легко повернется при подъеме весом хвоста и после — по ветру. После подъема проволоку надо немедленно удалить, чтобы она не запуталась в головке при ее вращении. Для того чтобы легче было удалить проволоку, ее при увязывании головки прокладывают не внутри, а с наружной стороны башни, захватывая за выступающие верхние проушины оси хвоста.

**Монтаж насосного оборудования.** Ветродвигатель ТВ-8 снабжается насосом НП-120 или НП-145 с комплектом труб и штанг.

Монтаж насосной установки производится в следующем порядке. В скважину сначала опускают нагнетательную трубу с присоединенными к ней цилиндром насоса, всасывающей трубой и приемным всасывающим

клапаном с сеткой. Отсеки нагнетательных труб опускают в скважину при помощи хомута, грузовой лебедки и троса, перекинутого через блок, закрепленный на башне ветродвигателя. Общая длина нагнетательных труб берется с таким расчетом, чтобы нижний приемный клапан насоса с сеткой, перевернутый к нижней части всасывающей трубы, был погружен ниже динамического уровня воды на глубину не менее 0,5 м.

К верхнему концу последней нагнетательной трубы привертывают распределительную коробку, которую укрепляют на плите, смонтированной на дне шахты.

Поршень опускается вместе со штангами до тех пор, пока он не достигнет переходной муфты всасывающего клапана насоса. Затем поднимают штанги вместе с поршнем на 4—5 см и в таком подвешенном положении временно закрепляют.

После этого надевают (у ТВ-8) головку шатуна на палец большой шестерни универсальной лебедки, поставленной в отверстие на получение хода поршня 450 мм, а нижнюю часть шатуна соединяют с вилкой каретки направляющего механизма. В крайнем нижнем положении пальца шатуна поршень должен находиться на расстоянии 4—5 см от муфты всасывающего клапана насоса, т. е. на 4—5 см поршень не должен доходить до дна цилиндра.

Замерив необходимые величины, обрезают от верхней штанги лишнюю длину, после чего конец штанги нарезают и соединяют со штоком.

При монтаже насоса обязательно устанавливается большой ход поршня, который позже может быть переведен на меньший.

Следует помнить, что неаккуратное соединение штанг и штока, а также всех прочих соединений труб, насоса и штанг может привести к поломке узлов ветродвигателя, к тяжелому ходу и быстрому износу и, наконец, к обрывам труб и штанг. Поэтому сборку насосного оборудования надо выполнять тщательно.

При подаче воды на большие расстояния или с большим напором необходимо на трубопроводе за переходной коробкой установить воздушный баллон.

Для обеспечения нормальной работы насосной установки необходимо при ее монтаже соблюдать следующие основные правила.

1. Высота всасывания (длина всасывающей трубы) не должна превышать 5 м от динамического уровня воды в колодце. Обычно длина всасывающей трубы берется 2—3 м.

2. Желательно, чтобы насос всегда был погружен в воду, так как в этом случае цилиндр и седла клапанов менее ржавеют, а клапаны и манжеты лучше работают. Для этого рассчитывают длину труб нагнетательных и заборной так, чтобы верх цилиндра насоса был несколько ниже статического уровня воды в колодце. Это условие достигается, если позволяют условия источника воды, установкой длины всасывающей трубы, равной разности между величиной статического и динамического уровней воды<sup>1</sup>.

Нормальный срок службы манжет насоса равен 6—10 месяцам. Изношенные манжеты должны заменяться. При смене манжет надо проверять состояние клапана в поршне (если требуется, надо притереть клапан). Для смены манжет отвертывается сальниковая крышка и извлекаются штанги с поршнем.

3. Сальник распределительной коробки не должен пропускать воду, а шток не должен иметь забоин и повреждений поверхности. В качестве набивки для сальника рекомендуется применять специальную сальниковую набивку, имеющуюся в продаже, представляющую собой плетеный каиатик, проваренный в густом сале. Появляющаяся течь в сальнике ликвидируется постепенным по мере надобности поджатием сальниковой муфты. Поджимать муфту надо равномерно обеими гайками, избегая переноса муфты.

4. Все резьбовые соединения нагнетательного трубопровода необходимо производить на свинцовом сурике, разведенном вареным маслом. Такое соединение предохраняет трубопровод от утечки воды, а резьбу от ржавления и разрушения.

5. Отсеки насосных штанг необходимо законтрогаить пластинчатыми замками.

6. Нагнетательный и всасывающие клапаны насоса иногда заедают. Лучшим способом борьбы с этим явле-

<sup>1</sup> Статическим уровнем называется уровень воды в колодце при неработающем насосе. Динамическим уровнем называется уровень воды, который устанавливается во время максимальной скорости работы насоса.

## Список оборудования и материалов для подъема ветродвигателя при стреле без роликов

| №№ пп. | Наименование оборудования и материалов                           | Размеры  | Количество |
|--------|--|--|------------|
| 1      | Лебедка грузоподъемная ручная или трактор                        | Грузоподъемность 3 т   | 1 шт.      |
| 2      | Блок однорольный   | Грузоподъемность 5 т   | 1 »        |
| 3      | Якорные столбы для боковых растяжек                              | Сосновое бревно д-15—18 см, длина 2,5 м  | 2 »        |
| 4      | Якорные столбы для задней оттяжки и якорей нижней поперечины     | Сосна д-25 см, длина 2,5 м   | 3 »        |
| 5      | Бревно упорное заднего якоря, оттяжек и якорей нижней поперечины | Сосна д-25—30 см, длина 1,2  | 5 »        |
| 6      | Бревно-якорь для закрепления лебедки или подвижного троса        | Сосна д-30—35 см, длина:<br>а) при подъеме лебедкой 3 м<br>б) при подъеме трактором 2 м              | 1 »<br>1 » |
| 7      | Подкладки под поперечины (лежаки)                                | Бревна д-20—25 см, длина 6 м<br>Бревна д-20—25 см, длина 2 м   | 2 »<br>4 » |
| 8      | Поперечины   | Сосна д-25—30 см, длина 5 м или трубы д-5—6 дюймов   | 2 »        |
| 9      | Стрела в сборе   | Сосна д-26—28 см, длина 8 м или трубы усиленные д-5—6", составленные из двух кусков общей длиной 8 м | 1 »        |
| 10     | Бревно поперечное под ветроколесо                                | Сосна д-15 см, длина 5—5,5 м   | 1 »        |
| 11     | Трос стальной мягкий для петли на башню                          | д-17,5—19 мм, длина 10 м   | 1 »        |

| №№ пп. | Наименование оборудования и материалов  | Размеры   | Количество       |
|--------|---|---|------------------|
| 12     | Трос грузовой неподвижный   | д-17,5—19 мм,<br>длина 43—45 м                        | 1 шт.            |
| 13     | Трос грузовой подвижный   | д-17,5—19 мм,<br>длина 60—65 м                        | 1 »              |
|        | В случае применения стрелы с роликами предыдущие два троса заменяются одним тросом длиной 100 м |   |                  |
| 14     | Трос якорный для нижней поперечины  | д-17,5—19 мм,<br>длина 10—15 м                        | 2 »              |
| 15     | Трос якорный для крепления подъемной лебедки  | д-17,5—19 мм,<br>длина 25—30 м                        | 1 »              |
| 16     | Трос для растяжек стрелы  | д-10—12 мм,<br>длина 20 м                             | 2 »              |
| 17     | Трос для боковых и задней оттяжек   | д-10—12 мм,<br>длина 40 м                             | 3 »              |
| 18     | Опорная скоба из полосового железа для головки стрелы   | Железо полосовое шириной 100 мм, толщиной 12 мм       | 1 »              |
| 19     | Хомут комбинированный для соединения стрелы с верхней поперечиной                               | Железо круглое д-19 мм и железо полосовое 15 × 100 мм | 1 компл.         |
| 20     | Хомут для крепления стрелы к нижней поперечине  | Железо полосовое 15 × 100 мм                          | 1 шт.            |
| 21     | Хомуты для крепления верхней и нижней поперечин к ногам башни                                   | Железо полосовое 15 × 100 мм                          | 4 »              |
| 22     | Замки (сжимы) тросовые  | Из круглого железа д-13 и 16 мм                       | 10—12 шт.        |
| 23     | Пояс пожарный с цепью и карабином   |   | 2 »              |
| 24     | Лес для подкладок разного размера 3-го сорта  |   | 2 м <sup>3</sup> |

нием является профилактический осмотр и обработка шлифованием направляющих поверхностей клапана и гнезда до установки насоса.

**Регулировка и пуск ветродвигателя.** Монтаж ветродвигателя заканчивается проверкой действия всех механизмов ветроустановки. Проверка производится в тихую погоду или при слабом ветре, чтобы для наблюдения за работой механизмов можно было поворачивать и останавливать ветровое колесо от руки. Замеченные неполадки устраняют. После этой проверки пускают ветроустановку в работу на сутки. В этой пробной работе выясняются и удаляются недочеты. Убедившись, что ветроустановка работает хорошо, ее сдают в эксплуатацию.

Лесоматериал для подъема ветродвигателей применяют только новый, с небольшим количеством сучков, не пораженный гнилью.

Размеры бревен указаны для верхнего отруба.

Таблица 18

Список строительных материалов  
для устройства фундаментов и шахты ветродвигателей

| Наименование материалов | Единица измерения | Ветродвигатель ТВ-8 |       |           |       |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------|-----------|-------|
|                         |                   | Фунд. ног           | шахта | под шахты | всего |
| Объем работ . . .       | м <sup>3</sup>    | 8,0                 | 5,5   | 0,8       | —     |
| Кирпич . . . . .        | тыс.              | —                   | 2,0   | —         | 2,0   |
| Щебень кирпича .        | м <sup>3</sup>    | 7,0                 | —     | 0,7       | 7,7   |
| Песок . . . . .         | м <sup>3</sup>    | 2,3                 | 1,3   | 0,6       | 4,2   |
| Цемент . . . . .        | т                 | 0,8                 | 0,5   | 0,2       | 1,5   |

Вокруг шахты может быть выложена каменная отмостка, которую при надобности предусматривают сметой.

### Уход за ветронасосной установкой

Ввиду того, что ветродвигатель находится на открытом воздухе и постоянно подвержен воздействию атмосферных осадков и ветра, требуется постоянный уход за

ним независимо от того, работает ветродвигатель или нет.

Для ухода за ветронасосной установкой выделяется постоянный машинист, который должен окончить специальные курсы или основательно изучить ветродвигатель и уход за ним во время монтажа установки.

Для создания нормальных условий ухода и эксплуатации ветронасосной установки хозяйство должно построить закрывающееся помещение над шахтой и лебедкой.

Кроме того, необходимо снабдить машиниста инструментом, пожарным поясом и регулярно доставлять смазочные и другие материалы, которые потребуются в процессе эксплуатации ветронасосной установки.

На машиниста возлагаются все работы, связанные с эксплуатацией, уходом за ветросиловой и насосной установкой и за подключенными к ветродвигателю машинами. Кроме того, на машиниста возлагается выполнение мелкого ремонта.

Для выполнения всех работ по уходу требуется ежедневно (в среднем) затрачивать 3—4 часа времени.

Работы по уходу и обязанности машиниста заключаются в следующем:

1. Пуск и остановка ветронасосной установки.
2. Смазка ветродвигателя и насосного оборудования.
3. Осмотр и смазка подключенных к ветродвигателю машин.
4. Содержание в чистоте всех механизмов, сооружений и площадки ветронасосной установки.
5. Выполнение мелкого профилактического ремонта.
6. Учет произведенной ветродвигателем работы, происшедших неполадок и выполненных ремонтов.
7. Не допускать к ветродвигателю посторонних лиц и особенно детей.
8. Для избежания несчастных случаев осмотр и ремонт ветродвигателя нужно производить по возможности в безветренное время.
9. Ежедневно перед пуском в работу ветродвигателя необходимо проверить плотность болтовых соединений башни, ветрового колеса, муфт и подшипников вертикального вала, лебедки и направляющего механизма насоса.

Необходимо внимательно проверить состояние меха-

низма останова, помня, что при неполадке в механизме останова остановить двигатель очень трудно, а при сильном ветре иногда и невозможно. Если в тросе останова будет обнаружено до 30% разорванных проволок, то такой трос необходимо сменить, так как он может лопнуть и этим вывести из строя механизм останова.

10. Образовавшиеся неполадки, стук, заедание, ослабление креплений, поломки должны быть немедленно ликвидированы. При осмотрах необходимо обтирать излишнюю смазку и загрязненные детали.

11. Смазка должна производиться не реже установленных сроков.

12. Для предохранения смазки от чрезмерного затвердевания при морозах рекомендуется в густую смазку добавлять нефть или соляровое масло.

13. Запрещается оставлять привязанное ветроколесо к башне. Привязывать его разрешается только на время осмотра. Нельзя привязывать ветродвигатель за хвост.

14. Запрещается ремонтировать ветродвигатель при сильном ветре.

15. Запрещается останавливать ветровое колесо крючками, веревками и торможением. Для остановки ветроколеса используется только лебедка останова.

16. Запрещается тормозить ветродвигатель путем заклинивания шестерен и шкива лебедки или штанги насоса.

17. Запрещается включать шестерни насосной лебедки во время вращения ветродвигателя.

18. Включение кулачковой муфты для соединения вертикального вала с лебедкой производится при неработающем ветродвигателе или при малых его оборотах.

19. При остановках ветродвигателя надо прекращать вращение барабана лебедки останова, как только боковая лопата подойдет к хвосту. Чрезмерное натяжение затормаживает головку при поворотах на ветер и приводит к обрывам троса останова.

20. Рукоятка лебедки останова при работе и при бездействии ветродвигателя должна быть на замке (стопоре). Замок снимается только при пользовании лебедкой останова.

21. В случае порчи механизма останова двигатель останавливают следующим образом: набрасывают с бал-

кона на ферму боковой лопаты длинную веревку. Затем, спустившись на землю, поворачивают веревкой в сторону хвоста всю головку до вывода из-под ветра и остановки ветрового колеса. После этого связывают вместе фермы хвоста и боковой лопаты.

22. При ремонтах (особенно механизма останова) необходимо, остановив двигатель, связать вместе хвост с боковой лопатой и с ветровым колесом.

23. На время бури, когда скорость ветра доходит до 15—20 м/сек, ветродвигатель рекомендуется остановить. Остановить двигатель надо до бури с тем, чтобы успеть связать хвост с боковой лопатой. Связав хвост с боковой лопатой, отпускают лебедкой трос останова. Освобождением троса облегчается поворачивание головки при резких изменениях направления ветра, которые обычно бывают во время бурь.

При облегчении поворачивания головки уменьшается риск разрушения ветродвигателя.

24. При длительных остановках или консервации ветродвигателя также надо по вышеуказанным причинам связать хвост с боковой лопатой и освободить от натяжения трос останова.

25. Ветровое колесо разрешается привязывать к башне только на время нахождения человека на вершине башни, если человек должен находиться вблизи ветрового колеса, или на время кратковременных ремонтов, если по условиям ремонта ветровое колесо не должно вращаться. Во всех других случаях остановки ветродвигателя ветровое колесо должно быть свободным и иметь возможность проворачиваться. Проворачивание ветроколеса в выключенном положении без нагрузки является нормальным явлением. Происходит оно при слабых ветрах, которые не могут повернуть хвост параллельно направлению ветра.

26. Если хозяйство не может сделать ремонт ветродвигателя своими силами, то необходимо немедленно вызвать механика РТС, так как даже небольшое повреждение или поломка при изменении погоды и усилении ветра может вызвать крупную аварию.

27. Не допускать просачивания сточных вод в шахту. Для ликвидации просачивания воды надо вокруг стенок шахты сделать глиняный замок. Трещины в стенках

и в дне шахты необходимо заделать цементным раствором.

28. Периодически при появлении течи необходимо подтягивать сальниковую муфту переходной коробки насоса. Если подтяжка не помогает или кончился запас набивки,

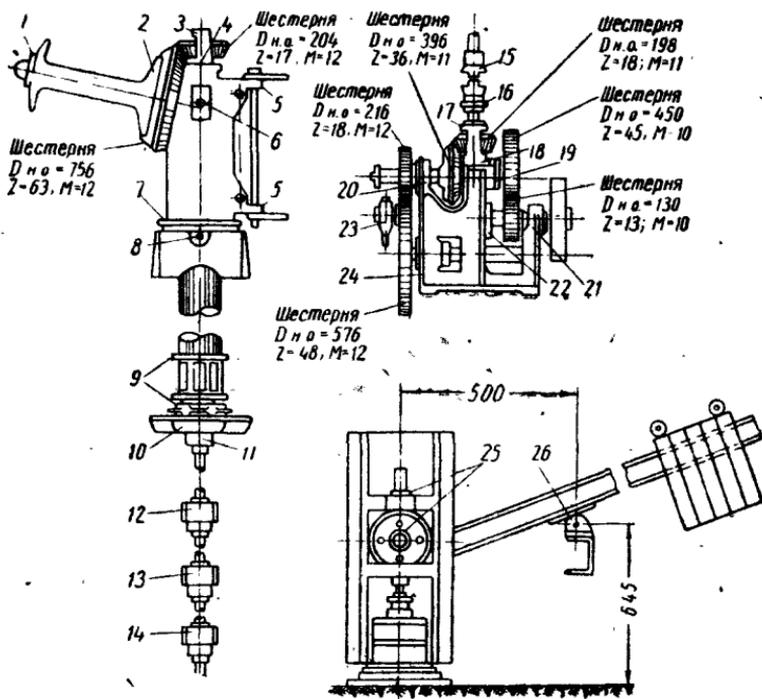


Рис. 14. Карта смазки ветродвигателя ТВ-8 (см. табл. 19).

надо, подняв сальниковую муфту, заполнить сальниковый колодец свежей сальниковой набивкой.

29. В целях недопущения загрязнения (а следовательно, и возможности инфекционного заражения) источника воды, особенно если источником является шахтный колодец, необходимо водопой скота организовать на расстоянии 20—25 м от колодца, а ветронасосную установку обязательно огородить.

Таблица 19

## Схема смазки ветродвигателя ТВ-8

| № места по рис. 14 | Наименование места смазки                              | Срок смазки   | Сорт масла  |
|--------------------|--|---------------|---|
| 1                  | Передний подшипник ступицы ветроколеса . . . . .       | Раз в 10 дней | Солидол   |
| 2                  | Задний подшипник ступицы ветроколеса . . . . .         | То же         | То же   |
| 3                  | Подшипник вертикального вала головки первый . . . . .  | То же         | То же   |
| 4                  | Подшипник вертикального вала головки второй . . . . .  | Раз в 10 дней | То же   |
| 5                  | Подшипники оси хвоста . . . . .                        | Ежедневно     | То же   |
| 6                  | Оси роликов пуска и останова                           | Раз в неделю  | Жидкое масло  |
| 7                  | Главный опорный шариковый подшипник головки . . . . .  | Раз в 10 дней | Солидол   |
| 8                  | Верхний подшипник опорной трубы . . . . .              | Раз в 5 дней  | То же   |
| 9                  | Поверхность опорной трубы                              | Раз в 10 дней | Солидол с пред-<br>варительной<br>смывкой керо-<br>сином преды-<br>дущей смазки |
| 10                 | Нижний подшипник опорной трубы (в опорном стакане)     | Раз в 5 дней  | Солидол   |
| 11                 | Верхний подшипник вертикального вала . . . . .         | Раз в 10 дней | То же   |
| 12)<br>13)         | Второй и третий подшипник вертикального вала . . . . . | Раз в 5 дней  | Жидкое масло  |
| 14                 | Нижний подшипник вертикального вала . . . . .          | Раз в 10 дней | Солидол   |
| 15                 | Кулачковая соединительная муфта лебедки . . . . .      | Ежедневно     | Жидкое масло  |
| 16                 | Скоба кулачковой муфты лебедки . . . . .               | То же         | То же   |
| 17                 | Верхний подшипник вертикального вала лебедки . . . . . | Раз в 10 дней | Солидол   |
| 18                 | Нижний подшипник вертикального вала лебедки . . . . .  | То же         | То же   |
| 19)<br>20)         | Подшипники верхнего горизонтального вала лебедки       | То же         | То же   |

| № места по рис. 14. | Наименование места смазки   | Срок смазки                      | Сорт масла   |
|---------------------|---|----------------------------------|--------------|
| 21)<br>22}          | Подшипники вала шкива . .   | То же                            | То же        |
| 23                  | Подшипник головки шатуна  | Ежедневно                        | То же        |
| 24                  | Коренные подшипники насосной шестерни . . . . .   | То же                            | Жидкое масло |
| 25                  | Вилка шатуна и ось ролика (4 места) . . . . .   | Ежедневно                        | Солидол      |
| 26                  | Подшипник балансира . .   | То же                            | То же        |
|                     | Подшипники лебедки останова . . . . .   | То же                            | То же        |
|                     | Зубья шестерен лебедки, колеса каретки, направляющего механизма насоса, зубья, головки двигателя и основание муфты останова, скользящее по сектору останова . . . . . | Раз в 5 дней протереть солидолом |              |

30. В зимнее время после снегопадов и метелей необходимо до пуска ветродвигателя очистить зубья всех шестерен от снега и льда.

Во время морозов до пуска ветродвигателя надо убедиться в отсутствии мерзлоты в трубах, которые были наполнены водой. Проверка производится прокручиванием лебедки за шкив вручную.

31. В зимнее время необходимо утепление шахты.

При наличии построек или будок над шахтой последняя дополнительно накрывается плотным деревянным настилом, особенно в сильные морозы.

В шахтах без надстроек делается двойная крышка с теплоизоляционной прокладкой между крышками.

Применять навоз в качестве утеплительного материала воспрещается.

Правильный и своевременный уход — основа хорошей и длительной работы ветронасосной установки.

**Смазка ветродвигателя.** Смазка предохраняет трущиеся части от преждевременного износа и уменьшает потери на трение.

Правильная смазка уменьшает коэффициент трения

в несколько раз. Для смазки следует употреблять только доброкачественные масла.

В таблице 19 приводятся данные о смазке ветродвигателя ТВ-8 с указанием сроков смазки и сорта масла.

В этой таблице порядковые номера соответствуют номерам мест смазки, указанным на карте смазки (рис. 14).

Чрезмерная смазка не рекомендуется, так как лишнее масло, вытекая из подшипников, загрязняет ветродвигатель.

Смазку следует производить при остановленном ветродвигателе.

Нормы расхода смазочных материалов в месяц: жидкого масла 5 кг, солидола 3 кг, керосина 2 л, обтирочных концов 3 кг.

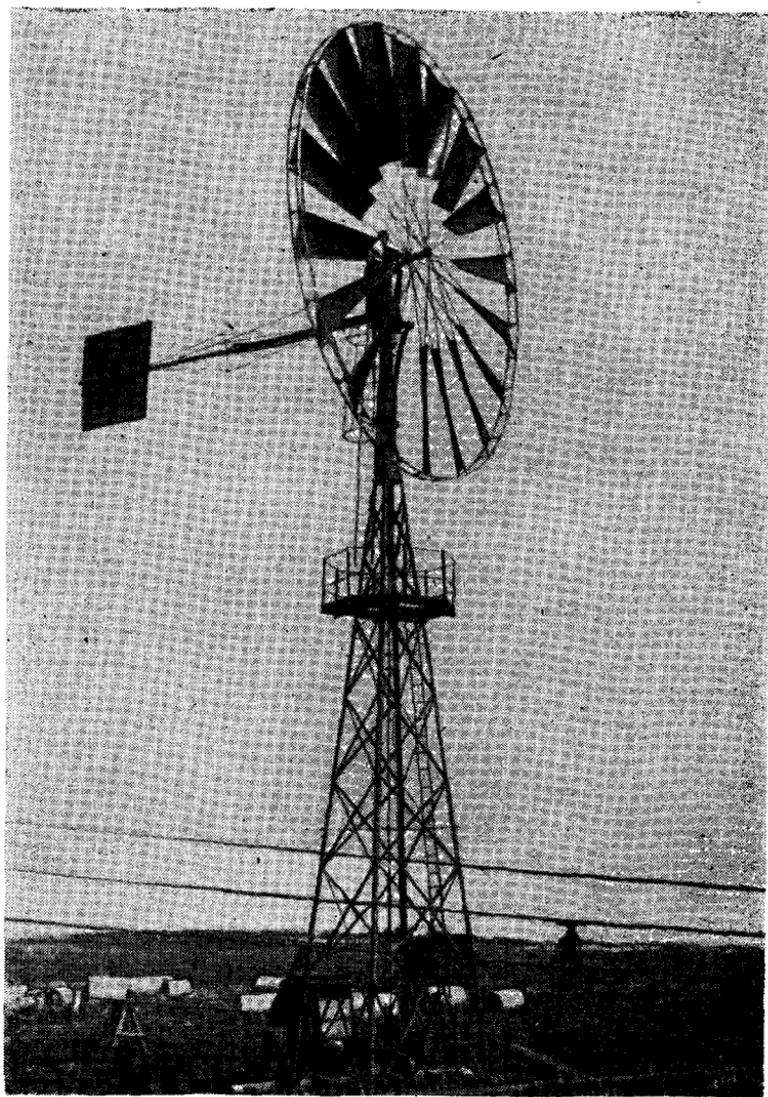
### ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ УВД-8

Ветродвигатель УВД-8, как и ТВ-8, относится к типу универсальных многолопастных ветродвигателей и предназначен для механизации водоснабжения и кормоприготовления на животноводческих фермах.

Ветродвигатель УВД-8 может быть использован для подъема воды из разных источников при полном напоре водяного столба до 70—80 м. При наличии открытых водоемов летом целесообразно использовать ветродвигатель для подачи воды на огородные участки площадью до 4—5 га с помощью центробежных насосов. От шкива ветродвигателя могут приводиться кормообработывающие машины и маломощные мукомольные установки. Мощность подключаемых машин не должна превышать 3—4 л. с. Общий вид ветродвигателя изображен на рис. 15.

Ветродвигатель состоит из следующих основных узлов: ветроколеса, головки, хвоста, нижнего редуктора, башни и лебедки останова с тягами. В комплект ветродвигателя входят: водоподъемная лебедка, поршневой насос НП-120 или НП-95 и комплект труб и штанг для насоса.

При общем напоре водяного столба до 40—50 метров рекомендуется применять насос НП-120, а при более высоких напорах — насос НП-95.



*Рис. 15.* Общий вид ветродвигателя УВД-8.

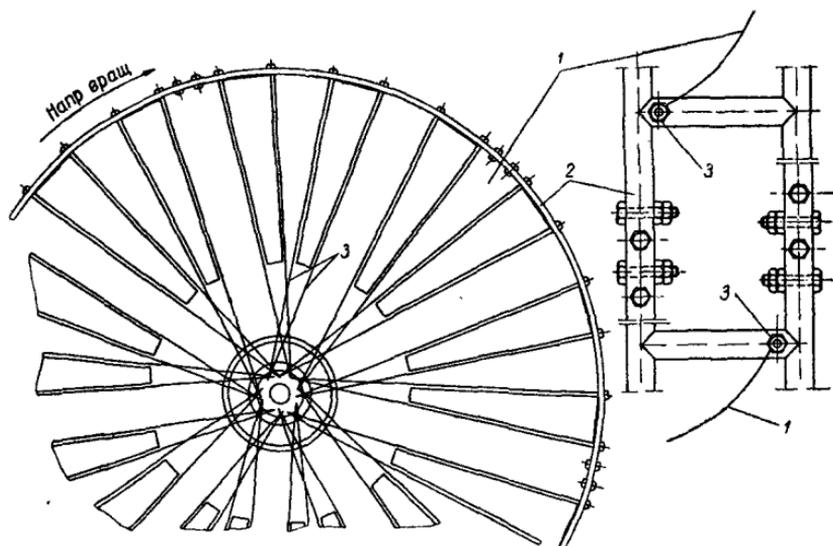
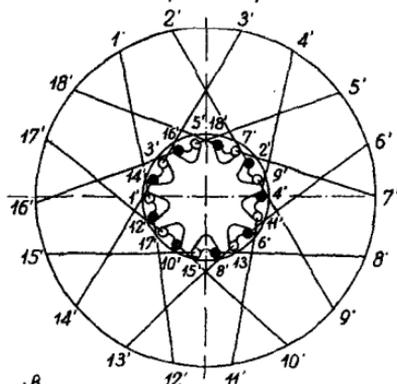
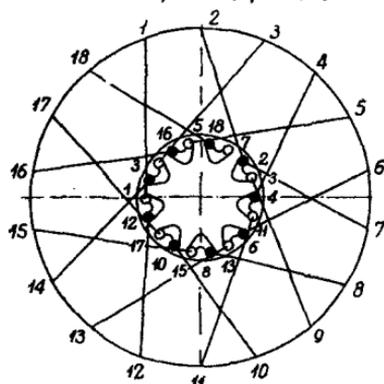


Рис. 16. Ветроколесо:

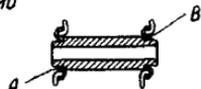
1 — лопасть; 2 — обод ветроколеса; 3 — спицы.

Схема набора спиц фланца „А“

Схема набора спиц фланца „В“



Направление  
ветра →



- Головка от нас
- Головка на нас
- Линия с разрывом — спица проходит под спицей
- Линия без разрыва — спица проходит над спицей
- Отверстия во фланцах ступицы 1и1', 2и 2' и т.д. соосны

Рис. 16а. Схема набора спиц ветроколеса.

Ветровое колесо (рис. 16) состоит из каркаса типа велосипедного колеса, несущего 18 лопастей. Обод ветроколеса двухтрубчатый с перемычками и состоит из 6 секторов, соединенных между собой болтами. Спицы своими загнутыми концами вводятся в V-образные отверстия ступицы, а другими концами — в отверстия в перемычках обода и там затягиваются гайками. Лопастни отбортованными кромками крепятся к спицам.

К головке ветродвигателя (рис. 17) относятся: верхний редуктор, ферма головки, опорная труба, муфта останова, рамки роликов останова, рычаг пружины и рамка опорных роликов.

На ферме головки укреплены подшипники осей хвоста. Для транспортировки ферма головки прикрепляется к опорной трубе транспортным угольником.

Верхний редуктор закрытого типа с двумя парами шестерен: цилиндрической, с передаточным отношением 1:3, и конической парой, с передаточным отношением 1:2. На выступающий конец горизонтального вала редуктора ставится на шпонке ступица ветроколеса. Все опоры валов верхнего редуктора состоят из конических роликовых подшипников. В редукторе для получения возможности производить регулировку зацепления конических шестерен подшипники шестерен вертикального вала заключены в специальный эксцентрический поворотный стакан, деталь ВД-114. Поворачивание стакана производится через окно, вырезанное в опорной трубе. Для избежания самоповортывания стакан стопорится стопорным болтом с контргайкой.

Редуктор крепится к плите фермы головки шестью болтами. Ферма головки одета на опорную трубу и может на ней свободно поворачиваться, опираясь на шариковый радиально-упорный подшипник и на опорную рамку роликов. Опорная труба, на которой поворачивается ферма, крепится к башне 48 болтами.

Ось ветроколеса смещена относительно оси поворота фермы головки на 224 мм. Поэтому давление ветра, действующее на ветроколесо, создает на этом плече момент, который стремится повернуть ветроколесо вместе с фермой относительно опорной трубы. Этому противодействует момент от хвостового оперения, который передается через пружины, натянутые между рычагом и фермой хвоста, а также противодействует этому реактивный

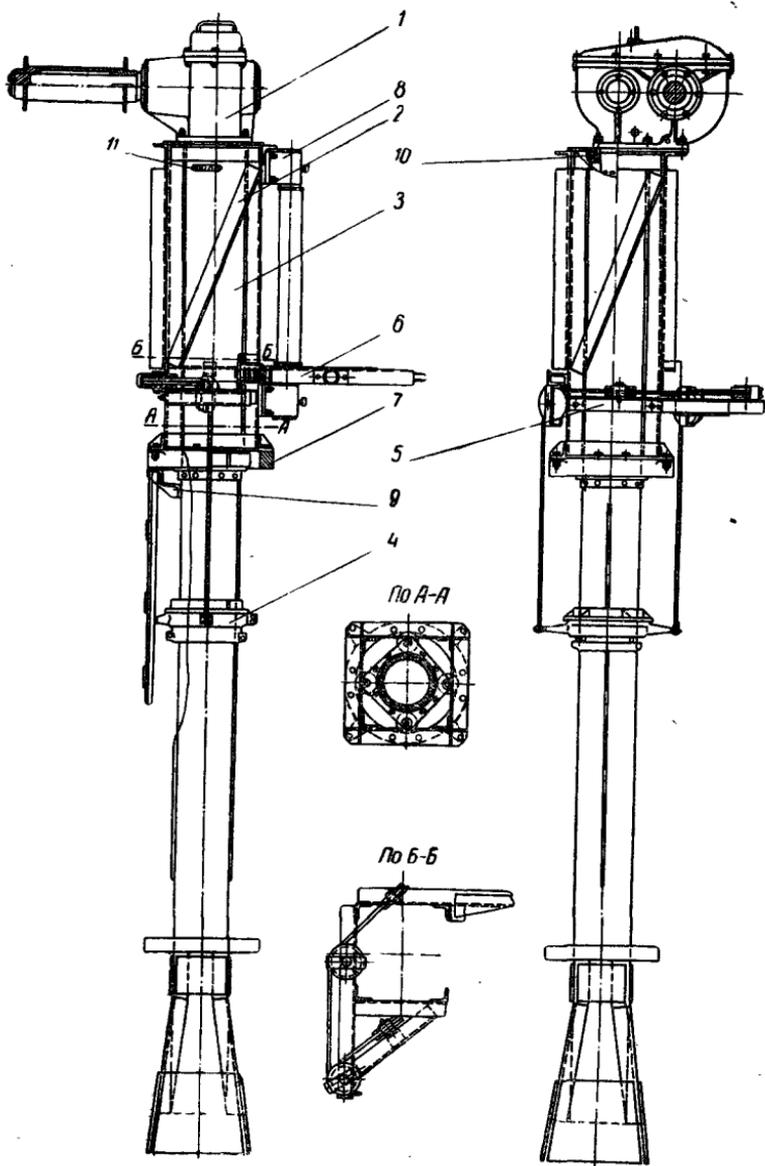


Рис. 17. Головка ветродвигателя:

1 — верхний редуктор; 2 — ферма головки; 3 — опорная труба; 4 — муфта останова; 5 — рамна роликов останова; 6 — рычаг пружины; 7 — рамка опорных роликов; 8 — подшипник оси хвоста; 9 — транспортный угольник; 10 — шариковый радиально-упорный подшипник; 11 — окно для повертывания стакана регулирования.

момент нагрузки, действующий со стороны малой конической шестерни. При увеличении скорости ветра выше предела ветроколесо, растягивая пружины, начинает автоматически выходить из-под ветра, уменьшая обороты ветродвигателя, а при больших скоростях поворачивается ребром к ветру, и двигатель останавливается. Число оборотов при этом способе регулирования не постоянно, но не превышает пределов, допускаемых прочностью конструкции.

Остановка ветродвигателя осуществляется принудительным выводом ветроколеса из-под ветра. Для этого к ноге башни внизу прикреплена лебедка останова. При вращении рукоятки на барабан лебедки наматывается

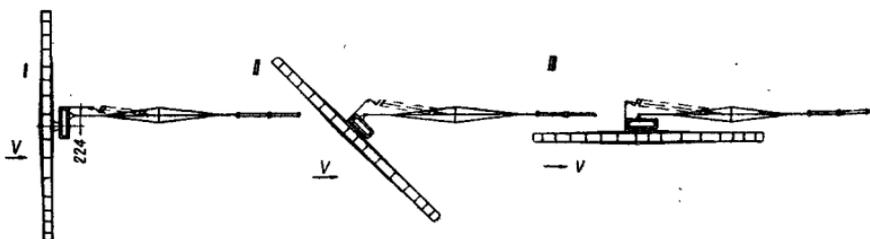


Рис. 18. Схема регулирования:  
v — направление ветра.

трос, идущий к муфте останова. Муфта останова передает усилие от троса лебедки останова тросу, который огибает систему рамки роликов останова, рычага пружины и крепится к ферме хвоста. Таким образом, ветроколесо поворачивается и становится параллельно ферме хвоста. Став ребром к ветру, ветроколесо перестает вращаться, но может проворачиваться при резком изменении направления ветра и при слабых ветрах, не имеющих силы повернуть головку.

Хвост служит для установки ветроколеса на ветер и состоит из трубы, тяги и шпренгельной системы, образующих ферму хвоста, и квадратного листа из жести размером 4 кв. м, служащего оперением. Ось хвоста может свободно поворачиваться в подшипниках на  $90^\circ$  до упора в пружинные амортизаторы, установленные на рычаге пружины и на ферме головки. Между хвостом и рычагом, укрепленном на ферме головки, натянуты 2 пружины регулирования, состоящие каждая из 2 частей.

Нижний редуктор (рис. 19) закрытого типа имеет одну пару конических шестерен. Передаточное отношение редуктора 1 : 1,5. Опорами валов редуктора являются конические роликовые подшипники. На горизонталь-

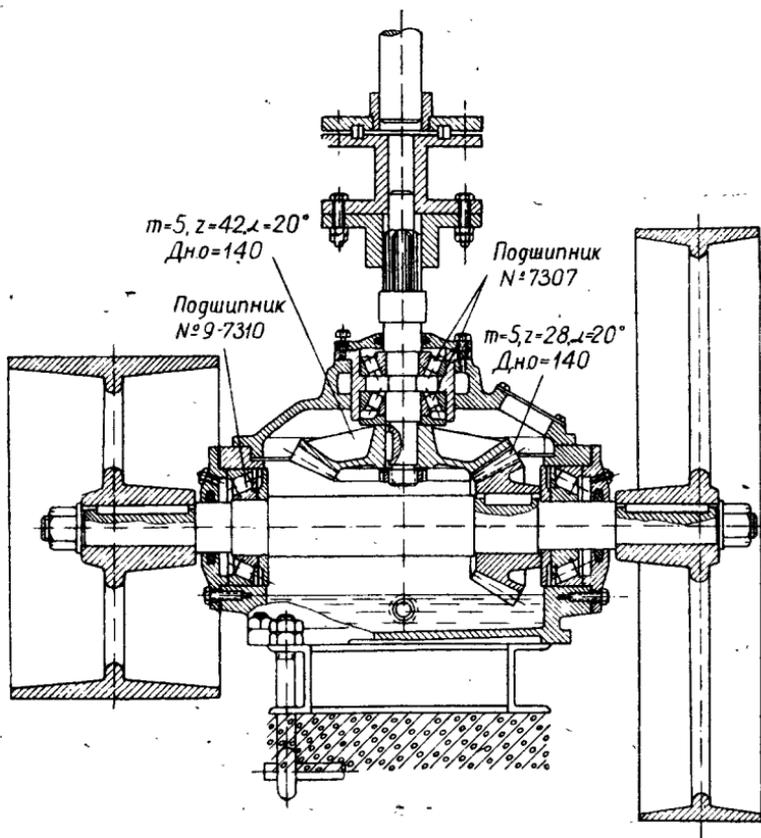


Рис. 19. Редуктор нижний.

ном валу редуктора имеется 2 шкива: один диаметром 320 мм для привода водоподъемной лебедки и другой диаметром 560 мм для привода различных машин. Вращение от верхнего редуктора нижнему передается через вертикальную трансмиссию, т. е. вертикальный вал, проходящий по центру вдоль башни. Вал вращается в трех

подшипниках скольжения с деревянными вкладышами, установленными внутри башни на растяжках.

**Башня** облегченной конструкции, выполнена в виде четырехгранной пирамидальной фермы из уголкового проката стали. Отдельные узлы и детали башни соединяются между собой при помощи болтов. Нижний конец каждой ноги башни закладывается в фундамент из бутовой или кирпичной кладки на цементном растворе. На высоте 9 м от земли имеется балкон, подъем на который осуществляется по лестнице, прикрепленной к крестовинам башни. Подъем с балкона на головку ветродвигателя производится по поворотной лестнице, прикрепленной к ферме головки. Поворотная лестница имеет защитное ограждение. Такая конструкция обеспечивает полную безопасность обслуживающего персонала при осмотре и смазке головки ветродвигателя.

**Водоподъемная лебедка** состоит из рамы с кронштейном, на котором смонтированы две параллельно работающие пары цилиндрических шестерен и кривошипно-шатунный механизм. Ходы кривошипа могут равняться 170, 220 и 300 мм и дают такие же ходы поршню насоса. На раме монтируется распределительная коробка насоса с плунжером. Передаточное отношение шестерен лебедки 4:1. Опорами валов являются чугунные подшипники скольжения с кольцевой смазкой. Шестерни лебедки работают в масляных ваннах и закрыты кожухом. Диаметр шкива 560 мм. Направление вращения шкива по часовой стрелке. Наличие шкива холостого хода и переводника для ремня позволяет легко включать и выключать лебедку. Лебедка приводится в движение от меньшего шкива нижнего редуктора ветродвигателя.

**Поршневые насосы.** По конструкции оба насоса (НП-95 и НП-120) одинаковы. Отличаются они только диаметрами цилиндра насоса и диаметрами труб нагнетательных и всасывающей. Насос НП-95 имеет нагнетательные трубы диаметром 100 мм и цилиндр диаметром 95 мм, а НП-120 имеет трубы диаметром 125 мм и цилиндр — 120 мм.

При ходе вверх вода, поднятая поршнем, частично подается в магистраль, а частично занимает объем, освобожденный плунжером. При ходе вниз вода, оставшаяся под плунжером, выталкивается и поступает в ма-

гистраль. Таким образом, подача воды распределяется между ходом вверх и ходом вниз. При этом штанги насоса, выполненные в виде тонкостенных, закрытых с обоих концов труб, будучи погруженными в воду, становятся почти невесомыми. Оба эти фактора позволили в конструкции водоподъемного механизма избежать применения балансирующего уравновешивания.

**Конструкция насоса.** В цилиндре насоса ходит поршень, в котором имеется нагнетательный клапан. В поршень ввертываются штанги, верхний конец которых соединяется с нижним концом плунжера. В нижнюю часть цилиндра ввертывается переходная муфта, а в нее — стакан верхнего всасывающего клапана. К нижней части этого стакана привертывается всасывающая труба, а на нижний конец ее наворачивается муфта с приемной сеткой и вторым нижним всасывающим клапаном. Наличие двух всасывающих клапанов обеспечивает работу насоса в случае неисправности одного из них, чем избегается извлечение всей колонны нагнетательных труб, неизбежное для исправления клапана.

На выходе распределительной коробки ставится воздушный баллон и обратный клапан. Воздушный баллон сглаживает пульсации давления в трубопроводе и предохраняет трубы от гидравлического удара.

Таблица 20

Производственная характеристика ветродвигателя

|  | Скорость ветра (в м/сек) |      |      |      |      |             |
|--|--------------------------|------|------|------|------|-------------|
|  | 3                        | 4    | 5    | 6    | 7    | 8<br>и выше |
| Мощность на шкиве редуктора (теоретическая) (л. с.)          | 0,32                     | 0,75 | 1,39 | 2,51 | 3,99 | 6,00        |
| Число оборотов шкива редуктора при отборе указанной мощности | 72,0                     | 103  | 128  | 154  | 180  | 207         |
| Число качаний насоса . . . . .                               | 10                       | 14   | 18   | 22   | 26   | 30          |

### Возможная годовая выработка ветродвигателя

|   | Среднегодовая скорость ветра (в м/сек) |       |        |        |
|---|--|-------|--------|--------|
|   | 3                                      | 4     | 5      | 6      |
| Выработка силочасов при коэф-<br>фици. эксплуатации = 0,7 . . . | 2 500                                  | 6 200 | 13 300 | 17 800 |
| Общее число часов работы . . .                                  | 4 500                                  | 5 800 | 6 300  | 7 000  |

### Техническая характеристика ветродвигателя

|  |        |
|--|--------|
| Диаметр ветрового колеса . . . . .   | 8 м    |
| Число лопастей . . . . .   | 18     |
| Расстояние от земли до оси ветроколеса . . . . .                                   | 15,1 м |
| Передаточное отношение от ветрового колеса до<br>шкива нижнего редуктора . . . . . | 1 : 9  |
| К.п.д. передач ветродвигателя . . . . .  | 0,75   |
| Сторона квадрата башни у основания . . . . .                                       | 2,45 м |

### Вес узлов ветродвигателя

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| Ветровое колесо . . . . . | 546 кг |
| Головка . . . . .         | 685 »  |
| Хвост . . . . .           | 194 »  |
| Башня . . . . .           | 950 »  |
| Нижний редуктор . . . . . | 90 »   |

### Характеристика водоподъемной лебедки и насоса

|  |                  |
|--|------------------|
| Передаточное отношение от шкива редук-<br>тора до кривошипа насосной лебедки . . . . . | 7 : 1            |
| Возможная длина хода поршня насоса . . . . .   | 170, 220 и 300 м |
| Вес водоподъемной лебедки . . . . .  | 290 кг           |
| Вес насоса НП-95 с воздушным баллоном . . . . .  | 180 »            |
| Вес труб $d = 100$ мм на глубину 50 м . . . . .  | 550 »            |
| Вес насоса НП-120 с воздушным баллоном . . . . .                                       | 240 »            |
| Вес труб $d = 125$ мм на глубину 50 м . . . . .  | 760 »            |

## Производительность ветронасосной установки УВД-8 (литров в час)

| v м/сек     |                   | 3 |   | 4 |   | 5 |   | 6 |   | 7 |   | 8 |   |
|-------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| напор (в м) | ход поршня (в мм) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |                   | п | Q | п | Q | п | Q | п | Q | п | Q | п | Q |

## с насосом НП-120

|    |     |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|----|-----|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 10 | 300 | 14,0 | 2 480 | 20,3 | 3 640 | 25,6 | 4 600 | 30,6 | 5 500 | 36,3 | 6 520 | 42,0 | 7 550 |
|    | 220 | 14,2 | 1 800 | 20,4 | 2 620 | 25,8 | 3 330 | 30,8 | 3 970 | 36,4 | 4 700 | 42,1 | 5 430 |
|    | 170 | 14,7 | 1 390 | 20,6 | 1 980 | 26,0 | 2 520 | 31,0 | 3 000 | 36,6 | 3 550 | 42,2 | 4 090 |
| 20 | 300 | 11,9 | 2 020 | 18,9 | 3 300 | 24,7 | 4 340 | 29,5 | 5 190 | 35,6 | 6 260 | 41,5 | 7 300 |
|    | 220 | 12,9 | 1 560 | 19,6 | 2 440 | 25,2 | 3 160 | 31,1 | 3 780 | 36,0 | 4 520 | 41,8 | 5 250 |
|    | 170 | 13,4 | 1 200 | 20,0 | 1 860 | 25,4 | 2 380 | 30,4 | 2 850 | 36,2 | 3 390 | 41,9 | 3 920 |
| 30 | 300 | 10,5 | 1 710 | 17,8 | 3 040 | 23,6 | 4 070 | 28,7 | 4 960 | 35,0 | 6 050 | 41,1 | 7 100 |
|    | 220 | 11,5 | 1 330 | 18,8 | 2 280 | 24,6 | 3 020 | 29,4 | 3 610 | 35,5 | 4 360 | 41,5 | 5 100 |
|    | 170 | 12,4 | 1 060 | 19,4 | 1 740 | 25,0 | 2 280 | 29,9 | 2 720 | 35,9 | 3 270 | 41,6 | 3 790 |
| 40 | 300 | 9,3  | 1 450 | 16,3 | 2 720 | 22,4 | 3 800 | 27,6 | 4 700 | 34,2 | 5 830 | 40,5 | 6 900 |
|    | 220 | 10,5 | 1 160 | 17,8 | 2 110 | 23,8 | 2 870 | 28,5 | 3 440 | 35,0 | 4 230 | 41,0 | 4 950 |
|    | 170 | 11,5 | 930   | 18,7 | 1 640 | 24,5 | 2 180 | 29,3 | 2 600 | 35,5 | 3 150 | 41,4 | 3 670 |
| 50 | 300 | 8,0  | 1 170 | 15,0 | 2 440 | 21,5 | 3 590 | 27,0 | 4 540 | 33,5 | 5 630 | 40,0 | 6 730 |
|    | 220 | 9,5  | 990   | 17,0 | 1 970 | 23,0 | 2 720 | 28,0 | 3 310 | 34,5 | 4 080 | 40,7 | 4 810 |
|    | 170 | 11,0 | 850   | 18,0 | 1 520 | 24,0 | 2 080 | 28,5 | 2 480 | 35,0 | 3 050 | 41,2 | 3 590 |
| 60 | 300 | —    | —     | 13,5 | 2 130 | 20,2 | 3 320 | 26,3 | 4 370 | 32,8 | 5 450 | 39,3 | 6 530 |
|    | 220 | 8,5  | 840   | 15,8 | 1 780 | 22,0 | 2 550 | 27,4 | 3 210 | 33,9 | 3 970 | 40,3 | 4 720 |
|    | 170 | 10,0 | 720   | 17,3 | 1 420 | 23,4 | 1 990 | 28,0 | 2 390 | 34,7 | 2 960 | 40,9 | 3 490 |
| 70 | 300 | —    | —     | 12,0 | 1 830 | 19,0 | 3 080 | 25,6 | 4 210 | 32,1 | 5 270 | 38,7 | 6 360 |
|    | 220 | —    | —     | 14,8 | 1 620 | 21,2 | 2 420 | 26,9 | 3 100 | 33,5 | 3 870 | 39,9 | 4 600 |
|    | 170 | 9,0  | 590   | 16,4 | 1 310 | 22,5 | 1 870 | 27,7 | 2 320 | 34,3 | 2 870 | 40,6 | 3 400 |
| 80 | 300 | —    | —     | —    | —     | 17,8 | 2 830 | 24,8 | 4 030 | 31,4 | 5 110 | 37,9 | 6 170 |
|    | 220 | —    | —     | 14,0 | 1 490 | 20,5 | 2 300 | 26,5 | 3 020 | 33,0 | 3 760 | 39,6 | 4 510 |
|    | 170 | 8,0  | 470   | 15,4 | 1 190 | 21,8 | 1 780 | 27,4 | 2 260 | 33,9 | 2 790 | 40,3 | 3 320 |
| 90 | 300 | —    | —     | —    | —     | 16,8 | 2 630 | 23,9 | 3 840 | 30,6 | 4 930 | 37,3 | 6 000 |
|    | 220 | —    | —     | 13,0 | 1 240 | 19,3 | 2 110 | 25,9 | 2 920 | 32,4 | 3 650 | 38,9 | 4 380 |
|    | 170 | —    | —     | 14,4 | 1 070 | 21,4 | 1 490 | 27,0 | 2 190 | 33,5 | 2 710 | 40,0 | 3 240 |

## с насосом НП-95

|    |     |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |
|----|-----|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 10 | 300 | 14,0 | 1 550 | 20,5 | 2 300 | 26,0 | 2 920 | 31,0 | 3 480 | 36,5 | 4 100 | 42,2 | 4 740 |
|    | 220 | 14,5 | 1 150 | 20,8 | 1 670 | 26,1 | 2 100 | 31,2 | 2 520 | 36,7 | 2 960 | 42,3 | 3 410 |
|    | 170 | 14,8 | 880   | 21,0 | 1 270 | 26,3 | 1 590 | 31,4 | 1 900 | 36,8 | 2 230 | 42,4 | 2 570 |
| 20 | 300 | 13,0 | 1 390 | 19,9 | 2 180 | 25,3 | 2 770 | 30,3 | 3 320 | 36,0 | 3 940 | 41,8 | 4 580 |
|    | 220 | 14,0 | 1 070 | 20,3 | 1 580 | 25,6 | 2 010 | 30,7 | 2 410 | 36,3 | 2 850 | 42,0 | 3 300 |
|    | 170 | 14,1 | 800   | 20,5 | 1 190 | 25,8 | 1 510 | 30,9 | 1 810 | 36,5 | 2 140 | 42,1 | 2 470 |

Продолжение таблицы 21

| v м/сек     |                   | 3    |       | 4    |       | 5    |       | 6    |       | 7    |       | 8    |       |
|-------------|-------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| напор (в м) | ход поршня (в мм) | n    | Q     | n    | Q     | n    | Q     | n    | Q     | n    | Q     | n    | Q     |
|             |                   | 30   | 300   | 12,2 | 1 260 | 19,3 | 2 070 | 24,8 | 2 680 | 29,6 | 3 200 | 35,7 | 3 860 |
|             | 220               | 13,2 | 970   | 19,8 | 1 510 | 25,3 | 1 940 | 30,2 | 2 320 | 36,0 | 2 770 | 41,8 | 3 210 |
|             | 170               | 13,4 | 720   | 20,1 | 1 130 | 25,4 | 1 440 | 30,5 | 1 730 | 36,3 | 2 060 | 42,0 | 2 390 |
| 40          | 300               | 11,4 | 1 150 | 18,5 | 1 950 | 24,3 | 2 590 | 29,0 | 3 090 | 35,4 | 3 770 | 41,3 | 4 400 |
|             | 220               | 12,5 | 890   | 19,2 | 1 420 | 24,9 | 1 880 | 29,7 | 2 240 | 35,7 | 2 700 | 41,6 | 3 140 |
|             | 170               | 12,9 | 670   | 19,8 | 1 090 | 25,1 | 1 400 | 30,2 | 1 680 | 36,1 | 2 010 | 41,8 | 2 320 |
| 50          | 300               | 10,5 | 1 020 | 17,7 | 1 830 | 23,8 | 2 500 | 28,5 | 3 000 | 35,0 | 3 680 | 41,0 | 4 310 |
|             | 220               | 11,8 | 810   | 18,7 | 1 370 | 24,5 | 1 820 | 29,2 | 2 170 | 35,4 | 2 630 | 41,4 | 3 080 |
|             | 170               | 12,5 | 620   | 19,4 | 1 040 | 24,8 | 1 350 | 29,8 | 1 620 | 35,7 | 1 940 | 41,6 | 2 270 |
| 60          | 300               | 9,7  | 910   | 16,8 | 1 710 | 23,0 | 2 380 | 28,0 | 2 910 | 34,5 | 3 580 | 40,8 | 4 240 |
|             | 220               | 11,0 | 730   | 18,1 | 1 290 | 24,0 | 1 750 | 28,7 | 2 100 | 35,1 | 2 570 | 41,2 | 3 020 |
|             | 170               | 12,0 | 570   | 19,0 | 990   | 24,4 | 1 300 | 29,5 | 1 570 | 35,7 | 1 900 | 41,5 | 2 210 |
| 70          | 300               | 8,8  | 780   | 15,8 | 1 570 | 22,0 | 2 250 | 27,6 | 2 840 | 34,0 | 3 490 | 40,5 | 4 160 |
|             | 220               | 10,3 | 650   | 17,5 | 1 230 | 23,5 | 1 690 | 28,3 | 2 040 | 34,8 | 2 510 | 41,0 | 2 960 |
|             | 170               | 11,5 | 530   | 18,6 | 950   | 24,0 | 1 250 | 29,2 | 1 530 | 35,4 | 1 850 | 41,4 | 2 170 |
| 80          | 300               | 8,0  | 680   | 15,0 | 1 460 | 21,4 | 2 160 | 27,2 | 2 770 | 33,5 | 3 410 | 40,1 | 4 080 |
|             | 220               | 10,0 | 610   | 17,0 | 1 170 | 23,0 | 1 630 | 28,0 | 1 990 | 34,4 | 2 450 | 40,8 | 2 910 |
|             | 170               | 11,0 | 480   | 18,0 | 890   | 23,5 | 1 200 | 28,8 | 1 480 | 35,1 | 1 810 | 41,2 | 2 120 |
| 90          | 300               | —    | —     | 14,0 | 1 330 | 20,8 | 2 070 | 26,5 | 2 670 | 33,0 | 3 320 | 39,7 | 4 000 |
|             | 220               | 8,0  | 440   | 16,0 | 1 070 | 22,4 | 1 560 | 27,7 | 1 950 | 34,0 | 2 390 | 40,4 | 2 840 |
|             | 170               | 10,0 | 400   | 17,5 | 850   | 23,0 | 1 160 | 28,5 | 1 440 | 34,8 | 1 760 | 41,0 | 2 080 |

Примечания. 1. Ввиду того, что в разных случаях может быть различное состояние качества и износа клапанов и манжет, от которых в основном зависит коэффициент полезного действия, и из-за принятого в расчете приближенного значения некоторых величин, составляющих потери, таблица не может быть абсолютно точной и верной для всех установок. Однако эта таблица может быть с успехом принята в расчетах, как близко отражающая действительную производительность установки. Кроме того, при расчете таблицы преднамеренно принимались лучшие показатели, влияющие на величину коэффициента полезного действия. Поэтому фактическая производительность может быть несколько ниже расчетной.

2. Число качаний, зависящее от скорости ветра, напоров и установочного хода поршня насоса, приведено в таблице по данным заводов, выпускающих ветродвигатели.

## Монтаж ветродвигателя

Ветродвигатель поступает в хозяйства разобраным на узлы и детали в соответствующей упаковке. До начала работ необходимо по упаковочной ведомости проверить наличие и состояние полученных узлов и деталей. В случае обнаружения дефектов или отсутствия какой-либо детали при исправном состоянии упаковки

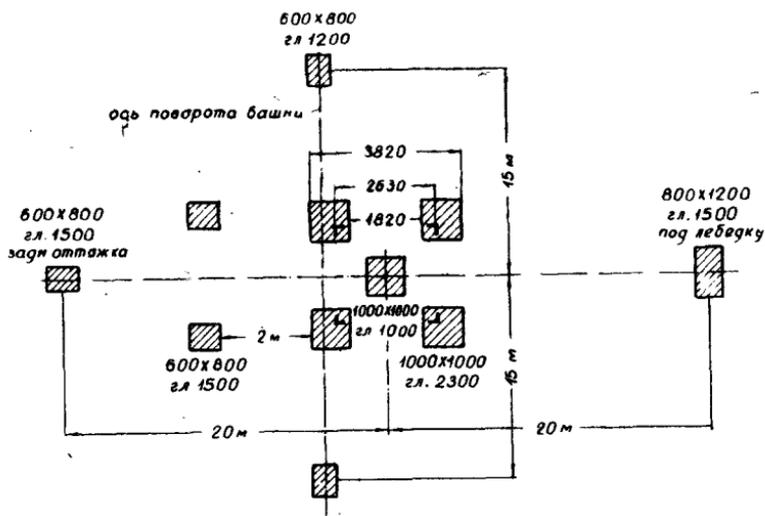


Рис. 20. Схема разметки котлованов под УВД-8.

необходимо составить акт-рекламацию и предъявить его заводу-изготовителю. Если же упаковка транспортного места окажется поврежденной, то недостающие или испорченные детали должны быть приобретены за счет виновной в том организации.

Работы по сборке и установке ветродвигателя начинаются с расчистки и разметки площадки с таким расчетом, чтобы место установки насоса находилось на расстоянии 3—4 метров от середины площадки (центра башни). Схема разметки котлованов представлена на рис. 20.

Сборка ветродвигателя начинается с вершины башни. Затяжку болтов следует производить после оконча-

ния сборки башни, постепенно передвигаясь с вершины башни к ее основанию. Концы болтов рекомендуется зарубить в трех-четырех местах, чтобы предотвратить самоотвинчивание гаек. Расклепывать болты не следует. Подкосы нижней части башни ставятся полками внутрь башни. Собранный башню на подкладках передвигают так, чтобы ее ось совпадала с осевой линией фундаментов. Под верхнюю часть башни выше балкона подставляется надежный козел высотой около 1 м.

Следующей операцией является присоединение головки. Головка должна быть присоединена таким образом, чтобы ступица ветроколеса была направлена вверх. При креплении головки с внутренней стороны на каждую полку угольников башни ставятся накладки. После этого к ферме головки прикрепляются рычаг пружины с прикрепленным к нему амортизатором и рамка роликов останова. Под гайки крепления этих узлов подкладываются пружинные шайбы. Затем производится сборка хвоста и присоединение его к оси, уже установленной в подшипниках на ферме головки. При сборке хвоста следует обратить особое внимание на контровку и шплинтовку всех соединений, так как на установленном ветродвигателе устранение каких-либо дефектов на хвосте весьма затруднительно.

В каждом ветродвигателе до сборки ветрового колеса и механизма останова необходимо проверить правильность зацепления конических шестерен верхнего редуктора. В случае наличия каких-либо ненормальностей необходимо произвести регулировку зацепления стаканом регулирования. О способе регулирования подробно сказано в разделе книги о ремонте. Установка ветродвигателя с неотрегулированным зацеплением шестерен приводит к аварии. Далее собирают механизм останова. Присоединив верхний трос останова к ферме хвоста и пропустив через ролики, прикрепляют его к штырям муфты останова. Затем одевают на нижние штыри муфты останова проволочные тяги и пропускают их через окна в диафрагме внутрь башни, где с помощью траверсы соединяют с проволочной петлей.

Лебедка останова монтируется на ноге башни, и трос от нее, пропущенный через ролик, установленный на балконе, присоединяется к проволочной петле.

При сборке системы останова необходимо следить,

чтобы трос и траверса не проходили слишком близко к оси башни и не могли цепляться за вертикальную трансмиссию. После того как система останова будет собрана, снимают временно транспортный упор и, поворачивая вручную ферму головки (поддерживая при этом хвост), регулируют длину концов верхнего троса останова. При правильной длине троса муфта останова, поднимаясь в верхнее положение, позволяет ферме хвоста упереться в амортизатор, установленный на рычаге пружины, а в нижнем положении хвост упирается в амортизатор на ферме головки, не сходя с направляющих стержней, приваренных к упорной трубе. При этом нужно следить, чтобы муфта двигалась по трубе без перекосов и заеданий. Все замки и соединения троса останова должны быть проверены на прочность, так как в случае разъединения одного из них будет очень трудно, а иногда и невозможно остановить ветродвигатель.

По окончании операции регулирования концов троса останова поворачивают головку в такое положение, чтобы ступица ветроколеса была горизонтальна, и в этом положении ставятся и натягиваются пружины регулирования. От передней траверсы пружин до головки рычага должно оставаться не более 80—100 мм.

После установки пружин с помощью лебедки останова поворачивают головку ступицей вверх и ставят на место транспортный упор. Во время всех операций сборки ось головки ветродвигателя должна быть направлена под некоторым углом вверх с тем, чтобы вес поворачивающихся частей обеспечивал нажим на шарики радиально-упорного подшипника и тем самым предохранял их от выпадения. По этой причине следует избегать усилий, направленных на сдвиг вверх фермы головки.

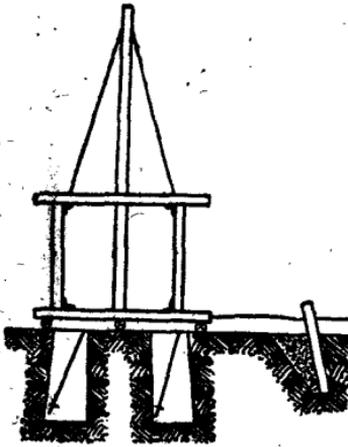
Сборку ветроколеса начинают с обода. Обод собирают на земле, а затем подымают на козлы, которых должно быть не менее 3, располагая обод так, чтобы его центр совпадал со ступицей ветрового колеса, надетой на вал верхнего редуктора головки. Плоскость обода должна быть перпендикулярна оси ступицы ветрового колеса, а расстояние между ободом и панелью башни должно составлять 203 мм. Далее производят набор спиц по схеме рис. 16 и 16а. При наборе спиц

следует обратить внимание на правильное их расположение по схемам. Ребро лопасти, идущее вперед, при движении по часовой стрелке должно опираться на верхнюю спицу. Колесо должно вращаться обязательно по часовой стрелке. В случае несоблюдения этого правила ветроколесо будет иметь обратное направление вращения и ветродвигатель не будет работать.

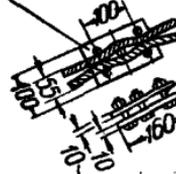
Гайки на нижний ряд спиц наворачиваются до упора, но без натяжки. После этого натягивают гайки верхнего ряда спиц до тех пор, пока обод не поднимется над козлами и расстояние между панелью башни и ободом не станет равным 203—205 мм. Затем, поворачивая рукою ветроколесо, проверяют и устраняют осевое биение обода (восьмерку), если это биение превышает  $\pm 30$  мм. Биение проверяется с помощью мерной дощечки, которая ставится на угольник башни около обода. Каркас считается выправленным, когда расстояние между панелью башни и ободом по всей окружности обода будет находиться в промежутке между нижней риски и верхним концом мерной дощечки. Выправление восьмерки производится следующим образом. Для устранения провисания участка обода необходимо отпустить нижнюю спицу и подтянуть верхнюю. Если участок обода поднят, то, наоборот, отпускают верхнюю спицу и подтягивают нижнюю. Затем подтягивают слаботянутые спицы и контрят все гайки. Спицы натягиваются стандартным гаечным ключом без надставок, чтобы не перетянуть спиц. Причем, нижний ряд спиц должен быть натянут слабее верхнего.

После сборки и выверки каркаса колеса на спицы насаживают лопасти выпуклой стороной вниз и завальцовывают отбортованные края при помощи деревянного молотка и подкладки. Завальцованные лопасти должны прочно сидеть на спицах и сохранять полученную при сборке форму. После сборки ветроколеса прикрепляют к ферме головки верхнюю часть поворотной лестницы с собранным ограждением. Нижняя часть поворотной лестницы прикрепляется после подъема ветродвигателя, так как при подъеме она мешает грузовому тросу. По центру башни ставится вертикальный вал, подшипники которого крепятся к ногам башни оттяжками. Окончательная центровка вала производится после подъема.

По стрелке А

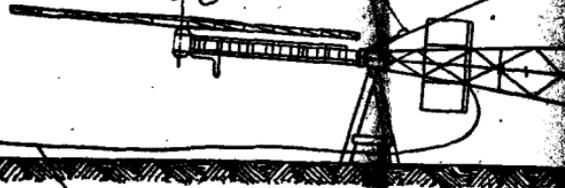


Замок троса М1-10



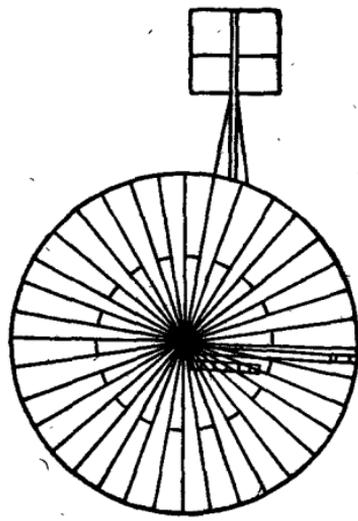
Болт М6 5шт

2 зажима троса



Трос  $\phi 8,8; l=24m$

Трос  $\phi 17$



Трос  $\phi 8,8; l=20$



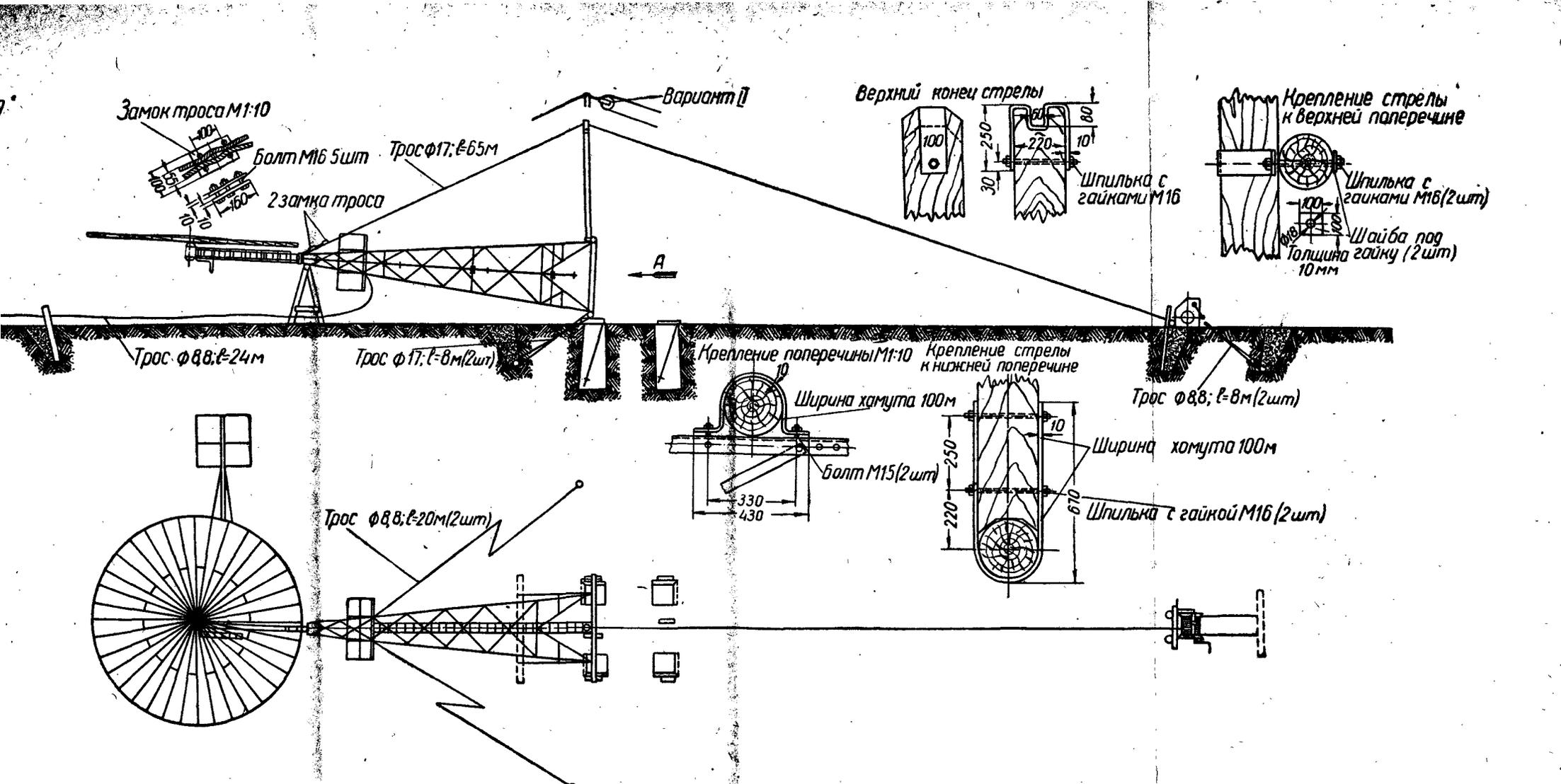


Рис. 21. Оснастка ветродвигателя для подъема.

следует  
жение п  
движени  
верхнюю  
по часо  
вила ве  
вращени

Гайк  
упора, и  
верхнего  
ся над  
и ободс  
рачивая  
осевое  
вышает  
дощечк  
обода.  
ние ме  
сти об  
ней ри  
ление  
Для у  
отпуст  
участе  
спицу  
бонат  
ваютс  
чтобь  
долж

П  
наса  
цовы  
ного  
долж  
ную  
креп.  
лест  
ворс  
роди  
вом  
вал,  
тяж  
пос...

**Оснастка и подъем ветродвигателя.** Оснастку ветродвигателя для подъема производят следующим образом: под ноги нижней панели башни (рис. 21) кладется поперечина-бревно диаметром 210—220 мм и длиной 4—5 м. Поперечина кладется на деревянные подкладки из бревен с таким расчетом, чтобы расстояние от земли до поперечины было не менее 200 мм. На верхние ноги башни также кладется и прикрепляется такая же поперечина. Между нижней и верхней поперечинами по сторонам башни ставятся бревенчатые распорки длиной 2,5 м. Крепление поперечин к ногам башни осуществляется с помощью хомутов. Одним отверстием хомуты крепятся под болты нижних раскосов башни, а для крепления другого конца хомутов на ногах башни имеются специальные отверстия.

На середину нижней поперечины ставится и прикрепляется хомутом стрела. Стрела представляет собой бревно диаметром 200—220 мм, длиной 7—8 м. К верхней поперечине стрела крепится хомутом. На верхнем конце стрелы делается вырез и ставится скоба. Для предохранения от изгиба стрела расчаливается к ногам башни растяжками. Под гайки болтов и шпилек, стягивающих деревянные детали, обязательно ставятся шайбы. Для предотвращения сдвига ветродвигателя в сторону грузовой лебедки от натяжения троса при подъеме нижняя поперечина крепится с двух сторон башни к бревнам, закопанным в котлованы, расположенные на расстоянии 2,0 м, и от котлованов ног башни в сторону лежащего ветродвигателя. Крепление производится двумя тросовыми петлями с концами, связанными замками. На поперечине эти тросы должны располагаться возможно ближе к ногам башни. На поперечину под трос кладется жест, смазанная солидолом, для облегчения трения по поперечине при подъеме. Грузовая лебедка грузоподъемностью 5 тонн укрепляется следующим образом: в котлован закапывается бревно аналогично креплению нижней поперечины, а впереди лебедки закапываются вертикальные столбы, в которые лебедка упирается своей передней частью.

Грузовой трос с барабана лебедки пропускается через верхнюю скобу стрелы и крепится к ветродвигателю у места соединения башни с опорной трубой головки. Для этого указанное место охватывается тремя-

четырьмя витками троса, а под трос на острые углы башни подкладываются деревянные подкладки. Свободный конец троса закрепляется двумя замками последовательно, как показано на рисунке. Тросы боковых оттяжек и задней оттяжки крепятся к угольникам башни на уровне балкона. Нижние концы боковых оттяжек должны двумя-тремя витками охватывать столбы, поставленные в котлованы. Задняя оттяжка должна быть свободной и вытянута вдоль линии подъема за столб задней оттяжки.

В трубу хвоста сзади свободно вставляется отрезок трубы диаметром не менее 50 мм или швеллер. Эта вставка предохраняет оперение хвоста от деформации во время подъема. Когда хвост отделится от земли, вставленный отрезок трубы должен свободно выпасть. Перед подъемом должны быть подготовлены деревянные подкладки, аналогичные подкладкам под нижней поперечиной. На эти подкладки ляжет верхняя поперечина, когда ветродвигатель станет в вертикальное положение. Практичнее делать эти подкладки под нижнюю и верхнюю поперечины из одного куска бревна, чтобы одна подкладка служила, продолжением другой. По сплошным подкладкам легче передвигать башню при неизбежной центровке, и надежнее получаются временные опоры ног башни.

Перед подъемом обод ветроколеса привязывается к поворотной лестнице, а транспортный упор снимается.

Подъем может быть осуществлен и 3-тонной грузовой лебедкой. В этом случае грузовой трос лебедки пропускается через блок грузоподъемностью 5 т, прикрепленный к неподвижной части грузового троса. (Вариант II, рис. 21.) При подъеме ветродвигателя по I варианту диаметр грузового троса должен быть не менее 19—21 мм; при подъеме по II варианту — не менее 17—17,5 мм. Но трос от башни до блока должен быть в обоих случаях или один толщиной 19—21 мм, или сложенный вдвое толщиной по 17 мм. Окончив оснастку, осмотрев и проверив все соединения, ветродвигатель приподнимают грузовой лебедкой на 200—250 мм от перекладки козла. При этом внимательно наблюдают за тем, как будет вести себя оснастка, а также проверяют, совпадает ли ось башни с серединой

барабана грузовой лебедки. Если при этом будут замечены какие-либо недостатки в оснастке или несовпадение осей, нужно опустить ветродвигатель и устранить недостатки. С целью обтяжки снасти следует придерживать ветродвигатель в приподнятом состоянии около часа.

Убедившись в полной исправности оснастки, производят подъем ветродвигателя. При подъеме на каждой оттяжке должен быть поставлен рабочий, который по указанию руководителя должен подтягивать или ослаблять их. Грузовую лебедку вращают четыре человека, по двое за каждую рукоятку. К концу подъема башню медленно «травят» задней оттяжкой.

После подъема производят выверку вертикального положения ветродвигателя при помощи отвесов. Положение вала регулируется растяжками подшипников. Добившись вертикального положения, к башне прикрепляют фундаментные ноги и приступают к закладке фундаментов. Перед закладкой фундаментов все оттяжки должны быть надежно закреплены. Устройство и размеры фундаментов показаны на рис. 22.

Одновременно с закладкой фундаментов башни изготавливают и фундамент нижнего редуктора. Нижний редуктор устанавливают по уровню и соединяют вертикальный вал редуктора с валом ветродвигателя. Крепление редуктора к фундаменту производится четырьмя анкерными болтами. При установке редуктора следует обратить внимание на расположение шкивов. Шкив диаметром 320 мм должен согласовываться с расположением водоподъемной лебедки, причем ведущей ветвью ремня должна являться нижняя.

Направление вращения этого шкива — правое (по часовой стрелке). Оснастку с ветродвигателя можно снимать не ранее 5—8 дней, т. е. после затвердения цементного раствора.

После снятия грузового троса к верхней части поворотной лестницы прикрепляется ее нижняя часть.

Для изготовления фундаментов ног башни и нижнего редуктора требуется следующий материал:

|  |          |
|--|----------|
| Камня бутового или щебня (для ног башни) . . . . . | 8 куб. м |
| Щебня для нижнего редуктора . . . . .              | 1 куб. м |
| или кирпича . . . . .                              | 330 шт.  |

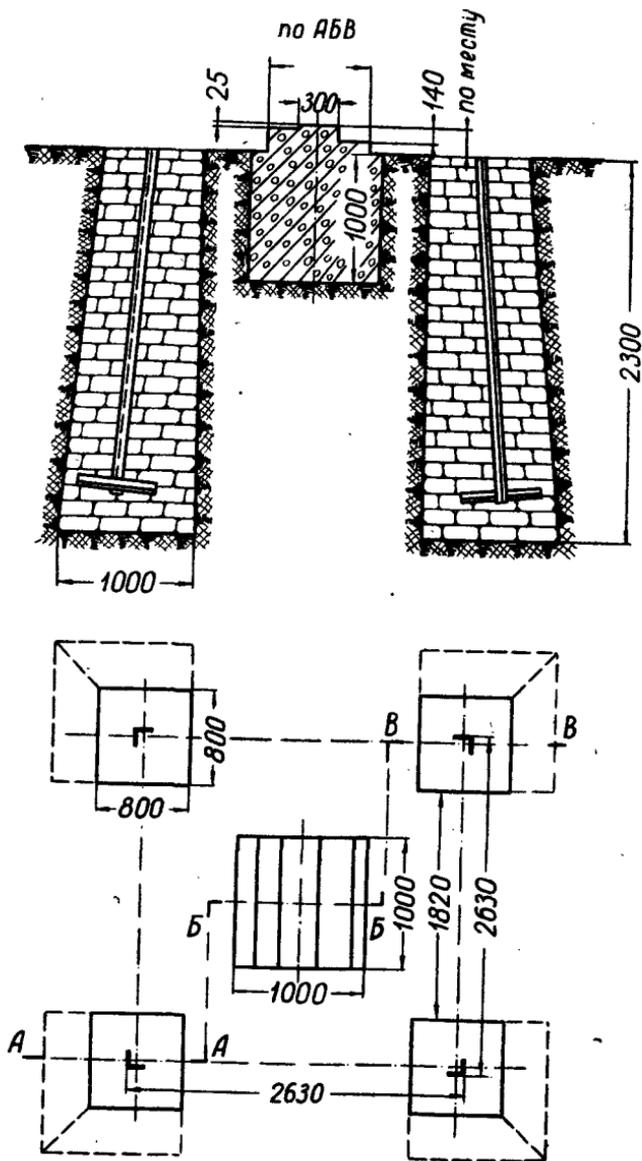


Рис. 22. Схема и разрез фундамента ветродвигателя.

|  |            |
|--|------------|
| Щебня мелкого для ног, если камень крупный . . . . . | 1 куб. м   |
| Песка речного . . . . .                              | 3,7 куб. м |
| Цемент портландского марки 300—400 . . . . .         | 1,2 т      |

**Монтаж водоподъемного оборудования.** На подготовленную площадку около водоисточника устанавливают деревянную раму для водоподъемной лебедки. На раму ставится лебедка, с которой предварительно снимаются распределительная коробка и плунжер. Лебедка должна быть установлена так, чтобы нагнетательные трубы насоса проходили в 6—7 см от стенки шахтного колодца. При установке лебедки над буровой скважиной трубы должны проходить по центру скважины. После предварительной установки лебедки ее следует сдвинуть по раме назад для того, чтобы освободить место для монтажа насоса.

Для монтажа насоса над водоисточником устанавливается тренога с талью грузоподъемностью 1—2 т. В цилиндр насоса вворачивается всасывающая труба, на которую снизу наворачивается приемная сетка с нижним заборным клапаном. Цилиндр насоса охватывается хомутом и вместе со всасывающей трубой и сеткой опускается в колодец, пока насос не повиснет хомутами на брусках деревянной рамы (или на трубах устья скважины). Затем талью подымается первый отсек нагнетательной трубы и ввертывается в цилиндр насоса. Затем колонна приподнимается, снимается нижний хомут, и трубы опускаются до упора хомута. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будут опущены все трубы колонны, т. е. пока приемная сетка насоса не будет опущена на глубину 1—2 м ниже динамического уровня воды в трубчатом колодце и около 0,5—1 м в шахтном колодце. Затем на верхний конец опущенной колонны труб навертывается распределительная коробка и на ней подвешивается вся колонна. После этого с распределительной коробки снимается сальниковая муфта и сальниковая набивка. Через образовавшееся отверстие опускают поршень, соединенный с первой штангой. Опускание штанги производится аналогично опусканию труб. Все соединения штанг контролируются пластинчатыми замками, предохраняющими от самоотвертывания. Опустив поршень до упора в выступы переходной муфты, ввернутой в нижнюю часть ци-

линдра насоса, на последнюю штангу насоса навертывается плунжер, закладывается сальниковая набивка и ставится сальниковая муфта.

На резьбу соединенных труб и штанг надо обязательно намотать льняного волокна с краской на вареном растительном масле (покосте). Закручивают трубы до отказа, но не перекручивая их ключами с удлиняющими насадками. При правильном соотношении длины штанг и водоподъемных труб плунжер должен выступать над распределительной коробкой. Прикрепив к основанию распределительную коробку, поднимают всю колонну труб с насосом и вдвигают под основание распределительной коробки раму водоподъемной лебедки. Основание прикрепляют к раме четырьмя болтами. Под раму подводится фундамент в виде столбов из кирпича на цементном растворе. Шток плунжера вворачивается в плунжер и в траверсу водоподъемной лебедки одновременно, так как на концах штока одна резьба правая, а вторая левая. Контрится шток контргайками. При соединении штока плунжера с лебедкой поршень насоса должен приподняться на 30—40 мм от выступов переходника, на которых он временно стоял. Шатуны должны быть поставлены на большой ход поршня, т. е. на ход поршня, равный 300 мм. Если приходится укорачивать штанги, то необходимо герметически заделать отверстие в трубе, поставив и приварив металлическую пробку длиной, равной двум длинам резьбы. Пробка предохранит трубу от смятия при навинчивании муфты и не пропустит воду в полость штанг. Окончив сборку, окончательно выверяют положение водоподъемной лебедки, следя за тем, чтобы колонна нагнетательных труб была вертикальной. Особенно надо обратить внимание на взаимное расположение шкивов лебедки и шкива нижнего редуктора. Шкивы должны находиться в одной линии. В таком положении лебедка и рама, на которой она стоит, надежно закрепляются. При установке насоса на шахтном колодце рекомендуется прикрепить колонну труб к стенке колодца, не нарушая вертикальности колонны. К фланцу распределительной коробки крепится воздушный баллон, а за ним обратный клапан. Смазка ветродвигателя производится в местах, указанных на карте (рис. 23). Жидкое масло заливают в картер

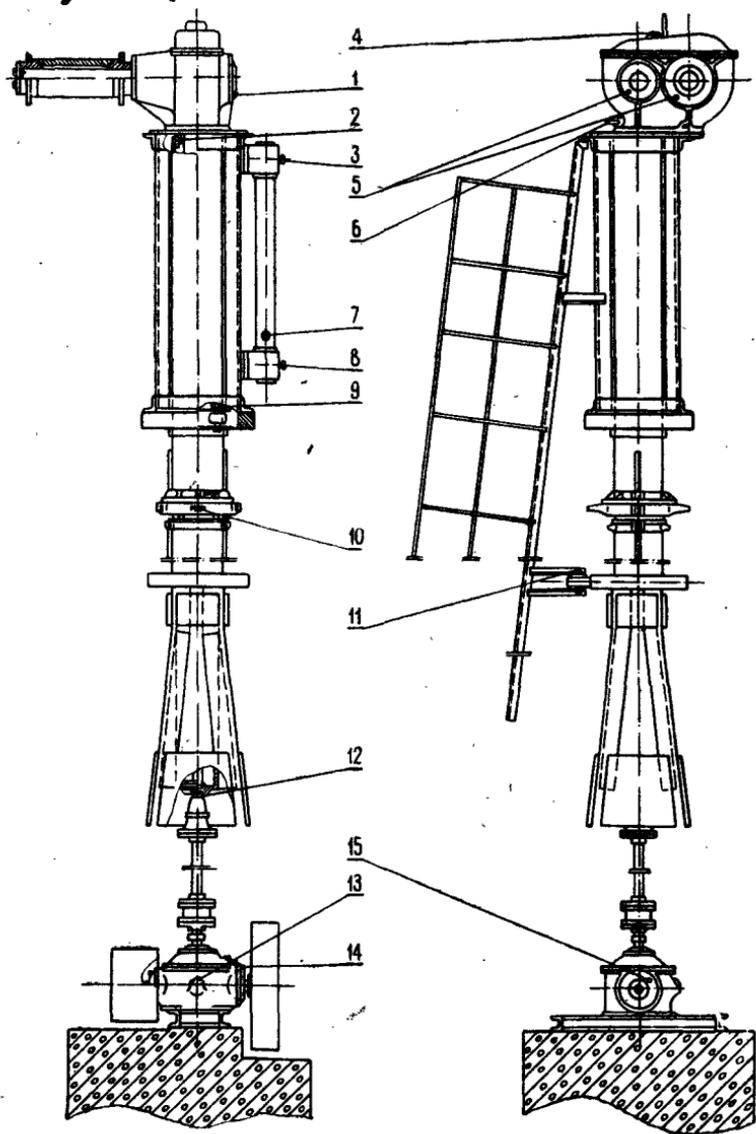


Рис. 23. Схема смазки ветродвигателя УВД-8 (см. табл. 22).

головки и нижний редуктор один раз в 4—6 месяцев, предварительно спустив отработанное масло и промыв картер. Смазка густым маслом солидолом производится в местах скользящих подшипников один раз в три дня, а в местах шариковых и роликовых подшипников — один раз в 7—10 дней. Сроки смазки приведены в таблице 22.

Таблица 22

Схема смазки ветродвигателя УВД-8

| № места по рис. 23 | Наименование места смазки  | Срок смазки | Сорт масла   |
|--------------------|--|-------------|--------------|
| 1                  | Задние подшипники главного и промежуточного валов редуктора  | 7—10 дней   | солидол      |
| 2                  | Подшипник опорный головки . . .  | 7—10 дней   | солидол      |
| 3                  | Верхний подшипник оси хвоста . .   | 3 дня       | солидол      |
| 4                  | Редуктор верхний. Масло заливается до контрольной пробки. Коническая шестерня вертикального вала только касается масла нижней частью на высоту 5—10 мм | 4 месяца    | жидкое масло |
| 5                  | Передние подшипники главного и промежуточного валов . . . . .  | 7—10 дней   | солидол      |
| 6                  | Верхний подшипник вертикального вала . . . . .   | 7—10 дней   | солидол      |
| 7                  | Подшипник опорный оси хвоста . .   | 3 дня       | солидол      |
| 8                  | Нижний подшипник оси хвоста . .  | 3 дня       | солидол      |
| 9                  | Опорные ролики . . . . .   | 10 дней     | солидол      |
| 10                 | Муфта останова . . . . .   | 7—10 дней   | солидол      |
| 11                 | Опорные ролики лестницы . . . .  | 10 дней     | солидол      |
| 12                 | Подшипник вертикального вала в головке, нижний . . . . .   | 7—10 дней   | солидол      |
| 13                 | Редуктор нижний . . . . .  | 4 месяца    | жидкое масло |
| 14 и 15            | Подшипники горизонтального вала редуктора . . . . .  | 7—10 дней   | солидол      |
| —                  | Подшипники вертикального вала в башне . . . . .  | 3 дня       | солидол      |
| —                  | Оси роликов роликовой рамки механизма останова . . . . .   | 3 дня       | жидкое масло |

Примечание. Излишнее масло в картере верхнего редуктора не удерживается и вытекает. Поэтому заливать масла больше указанного уровня не рекомендуется. Нормальный уровень масла в картере редуктора указан на рис. 36 в разделе ремонта.

**Регулировка и пуск ветродвигателя.** По окончании монтажа проверяется правильность взаимодействия всех узлов ветродвигателя и проверяется скорость ветра, при которой ветроколесо начинает выходить из-под него. Обычно ветроколесо ветродвигателя УВД-8 должно выходить из-под ветра при его скорости 5—6 м/сек при работе холостую и 7—8 м/сек — при работе с нагрузкой. Если ветроколесо начинает выходить из-под ветра при больших значениях скорости ветра, то следует несколько ослабить натяжение пружин регулирования. Если же ограничение оборотов начинается при малых скоростях, то натяжение пружин нужно увеличить. Скорость ветра следует определять анемометром, а в случае отсутствия последнего можно пользоваться следующими признаками:

Скорость ветра 0—1 м/сек — движение воздуха незаметно.

- » » 2—3 » — » » едва заметно.
- » » 4—5 » — ветки качаются. Дым плавает в воздухе, сохраняя очертания клубов.
- » » 6—7 » — сучья гнутся. Ветер слизывает дым с трубы и быстро перемешивает его в однородную массу.
- » » 8—9 » — верхушки деревьев шумят. Дым рвется.
- » » 10—11 » — тонкие деревья гнутся.
- » » 12—14 » — срываются листья. Подымается песок.

Отрегулировав ветродвигатель и добившись хорошей работы всех механизмов, бригадир монтажной бригады сдает ветросиловую установку по акту представителю хозяйства. Руководитель хозяйства обязан выделить машиниста для ухода за ветроустановкой, которому бригадир передает инструмент и объясняет все особенности и правила эксплуатации и ухода за ней. Желательно, чтобы будущий машинист принимал участие в монтаже ветродвигателя для изучения его устройства. На машиниста возлагаются следующие обязанности по уходу: 1—смазка ветродвигателя; 2—подтяжка болтов и гаек; 3—производство мелкого профилактического ремонта; 4—пуск и выключение двигателя и подключаемых к нему машин и насоса; 5—уход за насосом и работающими с двигателем машинами и 6—учет и запись произведенной двигателем работы.

**Перечень ролико- и шарикоподшипников,  
установленных на ветродвигателе**

| №№ пп. | Тип подшипника       | Место установки подшипника                             | № подшипника | Размеры подшипника (в мм) | Количество на один ветродвигатель |
|--------|----------------------|--|--------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1      | Роликовый конический | Опора главного вала ветроколеса . . . . .              | 7 519        | 75 × 160 × 40,5           | 2                                 |
| 2      | То же                | Опора промежуточного вала верхнего редуктора . . . . . | 7 310        | 50 × 110 × 29,5           | 2                                 |
| 3      | То же                | Опора верхнего отсека вертикального вала . . . . .     | 7 307        | 35 × 80 × 23              | 2                                 |
| 4      | То же                | Опора нижнего отсека вертикального вала . . . . .      | 7 307        | 35 × 80 × 23              | 2                                 |
| 5      | То же                | Опора горизонтального вала нижнего редуктора . . . . . | 7 310        | 50 × 110 × 29,5           | 2                                 |

**ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ Д-12**

Ветродвигатель Д-12 является универсальным быстросходным средней мощности двигателем с аэродинамическим регулированием числа оборотов, предназначенным для комплексной механизации работ на животноводческих фермах с поголовьем до 150—200 голов крупного рогатого скота.

При использовании двигателя Д-12 на комплексной механизации необходим резервный двигатель мощностью 6—10 л. с. для привода кормообрабатывающих машин в безветренные или маловетренные дни.

Кроме механизации на фермах, двигатель может быть использован для орошения огородов и для привода мельничных поставов. Выгодно одну ветросиловую установку использовать летом для орошения, а зимой для мельницы. Для целей орошения из открытых водоемов целесообразно применить высокопроизводительные центробежные насосы, примерно марки 2К-6 или 6К-12, в зависимости от напора, ветровых условий и необходимого количества воды.

Ветродвигатель состоит из следующих узлов: ветровое колесо, головка, хвост, башня, нижний редуктор и лебедка останова (рис. 24).

Ветровое колесо является основным рабочим органом, крылья которого превращают кинетическую энергию ветра в механическую работу. Ветровое колесо имеет три крыла. Каждое крыло (рис. 25) состоит из основной жесткой (неповоротной) части и поворотной концевой части длиной 1,5 метра. Жесткая часть крыла состоит из деревянного каркаса, обшитого оцинкованной жстью. Эта часть крыла посажена на трубчатый мах, который крепится к фланцам тройниковой ступицы. Соединение махов с тройником должно быть очень прочным. Для этого фланцы тройника и махов соединяют болтами. При этом фланцы махов через клиновые полукольца 4 подтягиваются к фланцам тройника до заклинения полуколец в кольце его 7. Дополнительно каждый мах закрепляется двумя заглушками 5, которые не допускают смещения махов вдоль горловин тройника.

Опора поворотной части крыла (рис. 25а) состоит из чугунного корпуса 1, который передней своей частью посажен в опору 2 маха жесткой части крыла, а фланцем крепится на четыре шпильки 3, приваренные к угольникам маха. Концевая поворотная часть крыла может свободно вращаться в подшипниках опоры, удерживаясь от осевого перемещения гайкой 4. Поворотная часть крыла состоит из каркаса, балансирующего груза, обтекателя и механизмов регулирования. Каркас состоит из металлического сварного маха и шести ребер-нервюр. Каркас поворотной части крыла, как и жесткая часть крыла, покрыт фанерой и сверху оцинкованным железом толщиной 0,5 мм. Крайняя опора поворотной части крыла имеет шариковый пятник и шарикоподшипник, которые смонтированы в корпусе опоры поворотной части. Средняя опора поворотной части крыла состоит из шарикоподшипника, впрессованного в чугунный корпус 1.

В каждой поворотной части крыла на трубчатых стойках прикреплен особый руль-стабилизатор 14 (рис. 25), который состоит из осевого деревянного бруса и прикрепленных к нему 2 ребер-нервюр. Горбушки и носки ребер-нервюр вместе с бруском и цап-

Рис. 24. Ветродвижитель Д-12

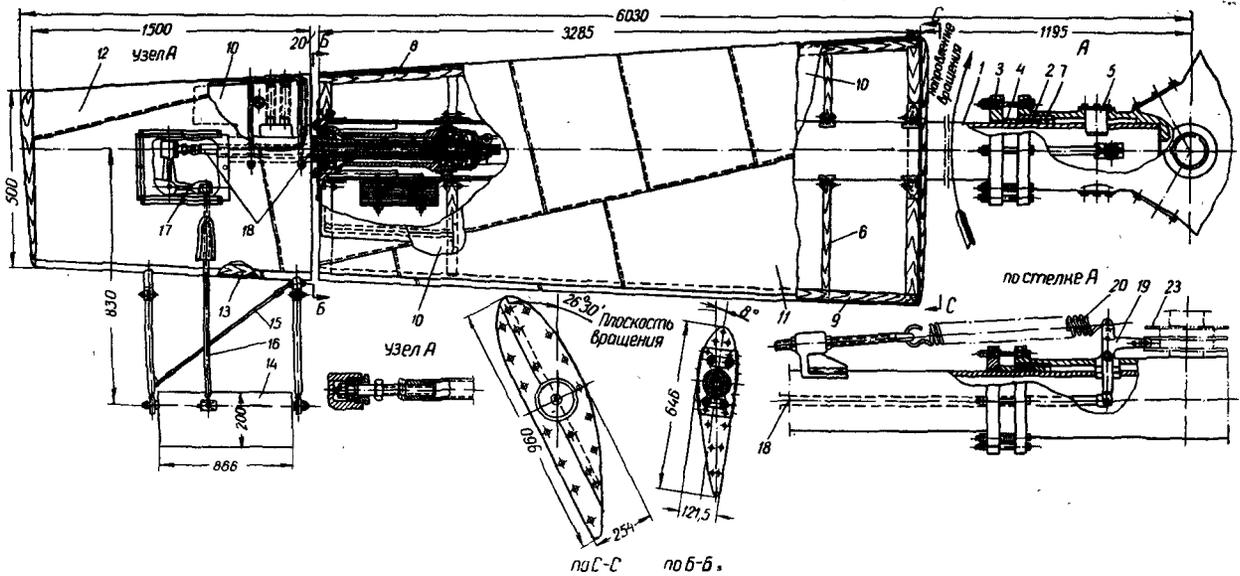
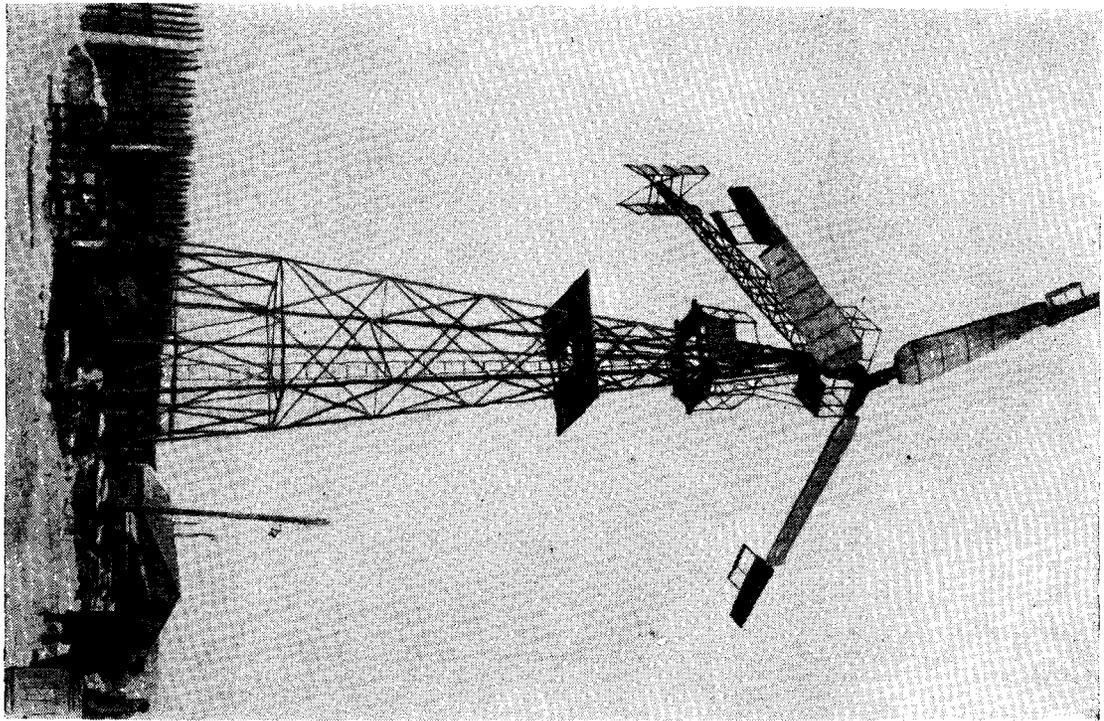


Рис. 25. Крыло ветродвижателя Д-12:

- 1 — мах жесткой части крыла; 2 — тройник; 3 — фланец маха; 4 — клиновые полукольца; 5 — заглушка; 6 — ребро-нервюра; 7 — кольца тройника; 8 — обтекатель горбушек; 9 — планка носков; 10 — обшивка фанерная; 11 — обшивка металлическая; 12 — поворотная часть крыла; 13 — обтекатель носков поворотной части; 14 — стабилизатор; 15 — растяжка; 16 — тяга; 17 — рычаг двухплечий; 18 — тяга осевая; 19 — рычаг трехплечий; 20 — пружина регулирования; 21 — муфта.

фами образуют каркас стабилизатора. Каркас стабилизатора покрыт оцинкованным железом. Цапфы представляют из себя стальные оси, один конец которых разрезан вдоль и с помощью заклепок соединен с деревянным брусом. К средней наружной части осей приварены скобы-коробочки для постановки горбушек и носиков нервюр. Вторые концы цапф являются осями, которые могут вращаться в текстолитовых опорах стоек. Стойки стабилизатора вставлены в разрезные трубки пово-

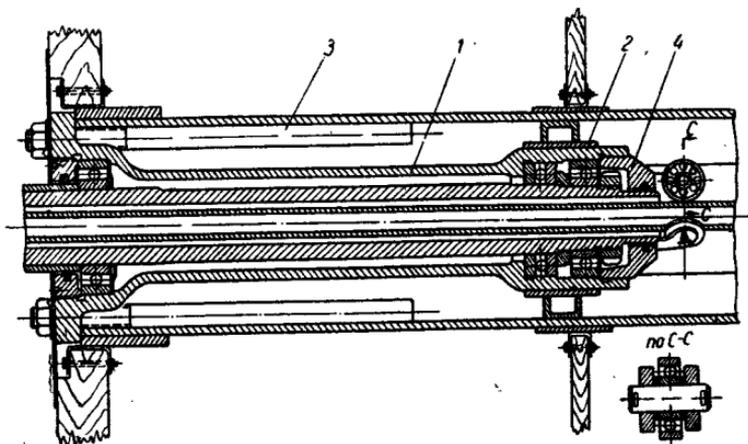


Рис. 25а. Опора поворотной части крыла:

1 — чугунный корпус; 2 — опора маха жесткой части крыла; 3 — шпильная крепления; 4 — гайка упорная.

ротной части и при помощи болтов закреплены на них. Наружные стойки стабилизаторов усилены проволочными растяжками 15.

Механизм регулирования показан на схеме (рис. 26) и осуществляется следующим образом.

К осевому брусу стабилизатора прикреплен рычаг, который тягой 16 из стальной трубки шарнирно соединен с двухплечим рычагом 17. Плечи рычага 17 шарнирно связаны с тягой 16 стабилизатора и через штырь с концом осевой тяги 18 крыла. Осевая тяга 18, проходя внутри маха, другим концом соединена с трехплечим рычагом 19. К наружному концу рычага 19 прикреплена регулирующая пружина 20, расположенная вдоль маха жесткой части крыла с его наружной стороны, обращенной к головке ветродвигателя. Третье плечо рычага

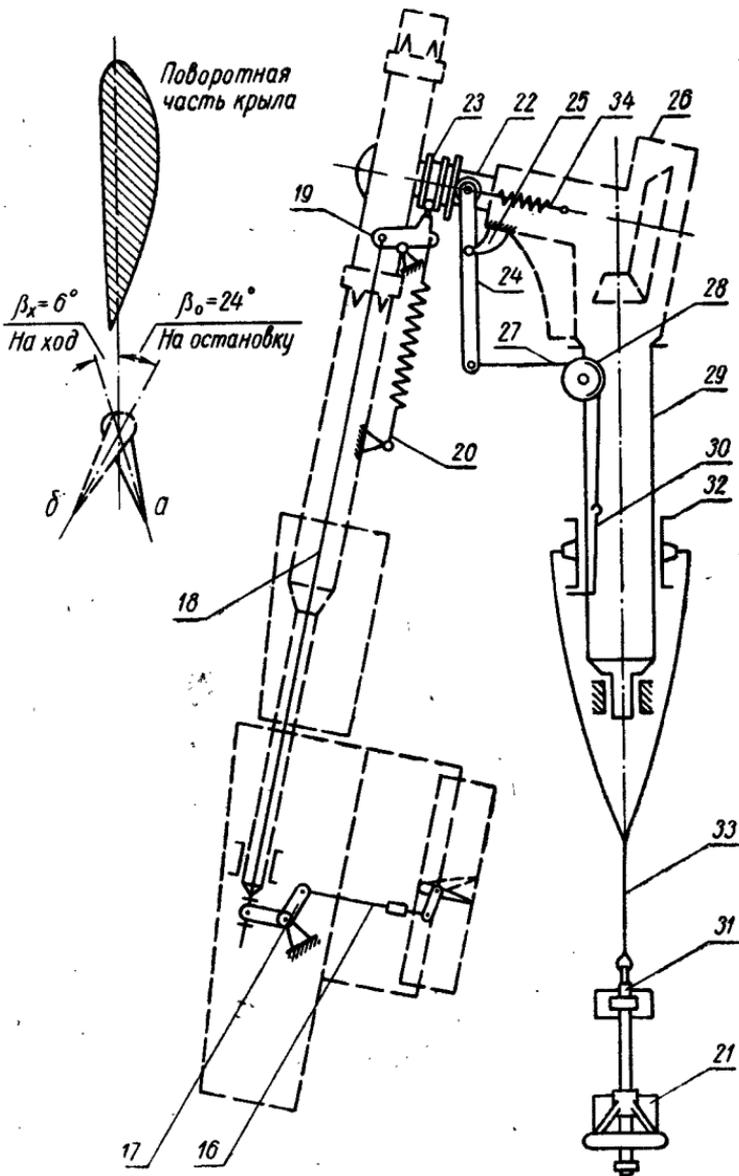


Рис. 26. Кинематическая схема головки ветродвигателя Д-12:

16 — тяга; 17 — рычаг; 18 — тяга осевая; 19 — рычаг трехплечий; 20 — пружина регулирования; 21 — лебедка останова; 22 — вал главный; 23 — муфта; 24 — рычаг останова; 25 — опора рычага; 26 — нартер; 27 — трос; 28 — ролик направляющий; 29 — труба опорная; 30 — планка; 31 — тяга тросовая; 32 — муфта останова; 33 — тяга тросовая; 34 — пружина.

Примечание. На рисунках 25, 26 и 27 в наименовании деталей головки ветродвигателя принят единый порядковый номер.

19 имеет шарик, который входит в паз муфты 23, помещенной на главном валу головки. Таким образом, все три стабилизатора кинетически связаны с регулируемыми пружинами 20 и муфтой на главном валу 22. При этом линейное перемещение муфты 23 вдоль главного вала соответствует линейному перемещению концов рычагов у всех трех стабилизаторов, которые при этом должны поворачиваться на один и тот же угол. Возможность регулировки начального или конечного положения стабилизаторов конструктивно обеспечена изменением длины осевой тяги 18 между осями шарниров 17 и 19 и длины тяги стабилизатора.

Во время процесса регулирования стабилизаторы должны преодолевать силы трения в опорах и аэродинамические силы на поворотных частях крыльев, которые статически сбалансированы относительно осей махов.

Необходимой точности балансировки поворотных частей крыльев достигают изменением положения уравновешивающих пробок в балансирующих грузах в перпендикулярных направлениях. В собранном колесе все три крыла статически сбалансированы. Балансировка собранного крыла достигается грузовыми пластинками, помещенными в жесткой части крыла.

Во время работы ветродвигателя до начала регулирования стабилизаторы имеют определенное положение в воздушном потоке — их носки повернуты в сторону передней поверхности крыла (положение *a*, рис. 26). С увеличением скорости ветра, при неизменной нагрузке ветродвигателя, ветровое колесо начинает увеличивать обороты, но сейчас же возрастает центробежная сила осевой тяги 18, которая начнет перемещать тягу к наружному концу крыла, повертывая при этом стабилизатор носком в сторону задней поверхности крыла, т. е. в положение *б*. В результате перемещения указанных отдельных звеньев регулирующего механизма поворотная часть крыла начинает уходить из-под ветра. От этого уменьшается общая рабочая поверхность ветрового колеса, а повернувшиеся части крыльев создают дополнительное сопротивление, заставляющее ветродвигатель снижать обороты до расчетного предела. Одновременно с поворотом стабилизаторов из положения *a* в положение *б* растягиваются пружины 20, которые при снижении оборотов

ветровым колесом снова приводят всю систему регулирования в исходное положение. Таким образом, система регулирования во время работы ветродвигателя находится под воздействием воздушного потока, центробежных сил осевой тяги 18 и напряжения растянутых пружин 20. Изменение того или иного фактора ведет к изменению положения стабилизаторов в воздушном потоке, а следовательно, и поворотных частей крыльев, которые и поддерживают постоянным число оборотов ветрового колеса.

Динамика механизма регулирования рассчитана так, чтобы стабилизаторы все время держали поворотные части крыльев под необходимым углом атаки в воздушном потоке с тем, чтобы число оборотов ветрового колеса с допустимым пределом колебалось около расчетного значения 50—60 оборотов в минуту.

Излишние люфты в шарнирах, повышенное трение от перекосов отдельных деталей могут резко ухудшить регулирование ветродвигателя и даже совершенно выключить механизм из действия. Это может повести к серьезным поломкам и даже к аварии ветродвигателя от чрезмерного увеличения оборотов ветрового колеса. Включение механизма достигается при помощи лебедки останова, которая прикрепляется к одной из ног башни. Винтовая тяга лебедки с помощью троса кинематически связана с муфтой 23. Муфта 23 может перемещаться вдоль оси главного вала 22. С муфтой кинематически соединена система регулирования всех трех крыльев. При вращении главного вала муфта 23 также вращается вместе с ним, а ролики вилки рычага 24 катятся по ее наружной плоскости. Рычаг 24 имеет опору 25, прикрепленную к переднему выносу картера 26 головки. Конец рычага 24 соединен с тросом 27 (вместо троса ставится цепь), который, обогнув направляющий ролик 28, внутри опорной трубы 29 головки прикрепляется к планке 30. Планка эта может перемещаться вдоль вертикального прореза опорной трубы, увлекая своим упором муфту 32 останова, которая тросовой тягой 33 соединена с ухом винтовой тяги 31 лебедки останова.

При вращении штурвала лебедки останова по ходу часовой стрелки винтовую тягу ввинчивают во втулку штурвала и перемещают вниз. Винтовая тяга при этом увлекает за собой тросовую тягу 33 муфты останова 32, планку 30, трос 27 и сдвигает длинный конец рычага (24)

в сторону башни, а короткий конец рычага 24 отодвинет муфту 23 в сторону ветрового колеса.

Муфта 23, перемещаясь вперед вдоль по валу, произведет поворот стабилизаторов в положение б, т. е. на останов. При этом положении стабилизаторов начинается выход поворотных частей крыльев из-под ветра, что влечет за собой снижение оборотов, а затем остановку ветрового колеса. При движении нижнего конца рычага 24 в сторону башни при остановке ветрового колеса растягиваются две пружины 34, прикрепленные к концам вилки рычага и к боковым стенкам картера. Одновременно от движения муфты 23 растягиваются пружины регулирования 20. При пуске ветродвигателя в работу усилием пружин 34 отводится назад система останова, а пружины 20 в свою очередь отводят муфту 23 в исходное положение и ставят стабилизаторы в положение а на ход, отчего поворотные части крыльев поворачиваются в рабочее положение и ветровое колесо начинает вращаться.

Иногда при положении стабилизаторов на полный останов ветровое колесо может несколько проворачиваться в обратную сторону. Чтобы избежать этого явления и обеспечить неподвижность ветрового колеса, необходимо вывести штурвал лебедки останова из крайнего положения останова на 2—3 оборота. Точное положение штурвала лебедки на останов и пуск определяют практически при регулировке ветродвигателя и отмечают соответствующими хорошо видимыми метками на станине лебедки.

Регулировка ветродвигателя является последним процессом сборочно-монтажных работ и сводится к наладке всего механизма регулирования так, чтобы во время работы ветродвигателя поворотные части всех трех крыльев имели одинаковое положение в воздушном потоке и чтобы момент регулирования наступал при определенной заданной скорости ветра или числе оборотов ветрового колеса.

Обычно момент начала регулирования устанавливают при скорости ветра 5—6 м/сек путем соответствующего натяжения пружин 20. Поворотные части крыльев не имеют между собой жесткой кинематической связи, а поэтому согласованное их действие обеспечивается соответствующей работой стабилизатора, которая достигается высококачественной наладкой механизма регулирования.

Головка ветродвигателя (рис. 27) представляет собой чугунный картер с запрессованной опорной трубой. Головка несет на себе ветровое колесо и хвост. Внутри картера головки расположен одноступенчатый редуктор, передающий вращение ветрового колеса вертикальному валу с увеличением скорости вращения в три раза. Картер имеет боковую цилиндрическую втулку, в которой помещается главный вал, расположенный под углом  $11,3^\circ$  к горизонтали.

Наклон главного вала на угол  $11,3^\circ$  к горизонтали необходим для максимального сокращения вылета ветрового колеса (расстояние от плоскости вращения крыльев до оси вертикального вала), которое в данном случае равно 950 мм, при зазоре 75—100 мм между ногой башни и кромкой носка стабилизатора, когда плоскость вращения ветрового колеса перпендикулярна к диагонали фермы башни.

В расточках втулки картера помещены две опоры главного вала 22 с роликоподшипниками 36. На заднем консольном конце главного вала на двух шпонках закреплена большая коническая шестерня 37, входящая в зацепление с малой конической шестерней 38, насаженной на верхний конец вертикального вала 39.

Картер нижней своей частью через прокладку плотно присоединен болтами к фланцу вертикальной втулки 40, в которую запрессован конец опорной трубы 29. Опорная труба в нижней части имеет штырь 41, на который надет роликоподшипник 42 нижней опоры головки. Корпус этой опоры отлит вместе с плитой 44 и корпусом второй опоры вертикального вала. Плита 44 воспринимает вес головки и часть горизонтальной силы от лобового давления ветра на ветровое колесо. Другую часть горизонтальной силы от лобового давления ветра воспринимает верхняя опора головки, которая состоит из колец 45, помещенных в литом корпусе 46 вершины башни. Кольца закрываются крышкой 43, состоящей из двух половинок. При изменении направления ветра на угол около  $10^\circ$  головка поворачивается в указанных опорах при помощи хвоста.

Задняя часть картера закрыта крышкой, состоящей из двух частей. Через центральное отверстие крышки производят наблюдение за состоянием крепления, большой шестерни и за количеством жидкой смазки в картере, которую наливают на его дно до специальной контроль-

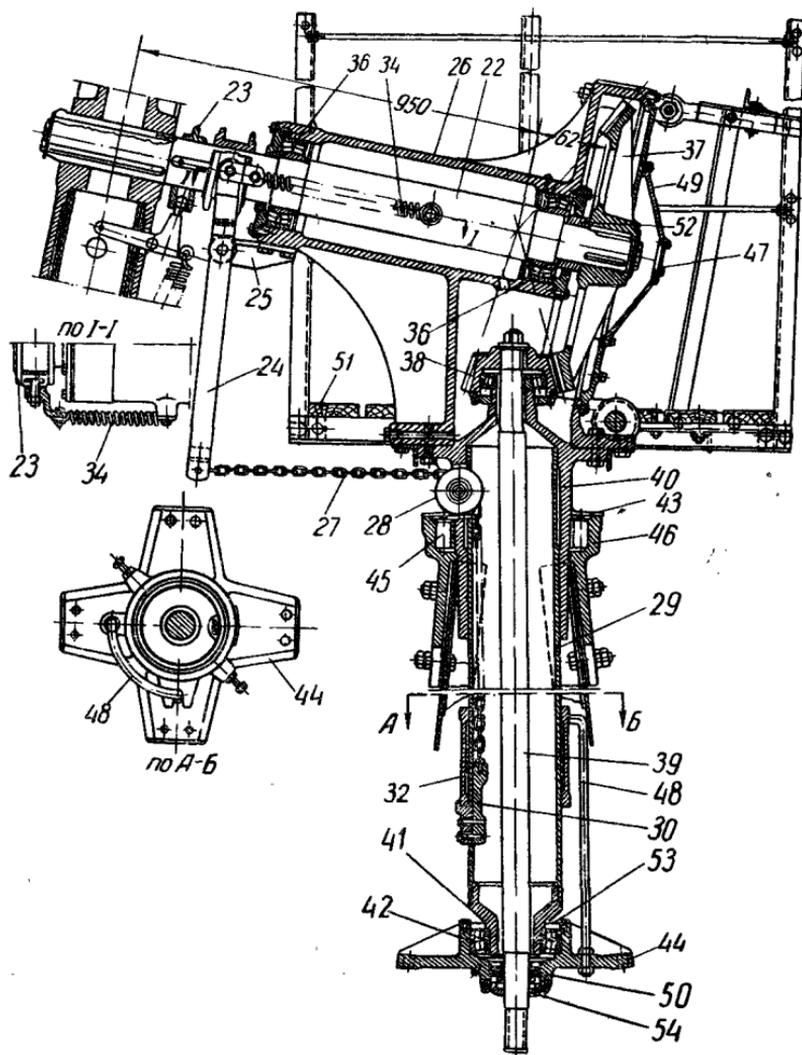


Рис. 27. Головка ветродвигателя Д-12:

- 22 — вал главный; 23 — муфта; 24 — рычаг останова; 25 — опора рычага;  
 26 — картер; 27 — трос (цепь) останова; 28 — ролик направляющий;  
 29 — труба опорная; 30 — планка скользящая; 32 — муфта останова;  
 34 — пружина останова; 36 — опора главного вала; 37 — шестерня большая;  
 38 — шестерня малая; 39 — отсек вертикального вала; 40 — вертикальная  
 втулка; 41 — плырь; 42 — роликоподшипник; 43 — крышка; 44 — плита;  
 45 — кольцо; 46 — корпус вершины башни; 47 — крышка люка картера;  
 48 — направляющая тяга; 49 — крышка картера; 50 — подшипник;  
 51 — баллон; 52 — втулка; 53 и 54 — крышки подшипников.

ной пробки, имеющейся в крышке картера. Крышку 49 снимают в случае необходимости замены большой конической шестерни или для проверки зацепления у шестерен редуктора.

Малая коническая шестерня помещена на наружной обойме роликоподшипника, который одновременно служит опорой для верхнего отсека вертикального вала. Внутреннее кольцо этого роликоподшипника надето на консоль штыря втулки 40. Штырь втулки 40 не допускает утечки масла из картера внутрь опорной трубы 29. В корпусе второй опоры верхнего отсека вертикального вала помещен шарикоподшипник 50.

При повороте головки с ветровым колесом на ветер шестерни редуктора перекатываются относительно друг друга, не нарушая зацепления передачи и работы ветродвигателя.

Для удобства обслуживания механизмов головки к картеру прикреплен балкон 51 с перилами и подвесной лестницей, по которой можно подниматься с балкона башни.

**Хвост ветродвигателя** предназначен для автоматического поворота ветрового колеса вместе с головкой при изменениях направления ветра. Хвост состоит из фермы и оперения. Ферма имеет постепенное сужение по направлению к оперению и состоит из четырех несущих угольников, соединенных стойками из углового железа и растяжками. Для удобства перевозки ферма разделяется на две части. Оперение состоит из двух жестких рам из углового железа, к которым прикреплена обшивка из кровельного оцинкованного железа толщиной 0,5 мм.

Рамы оперения прикрепляют болтами к угольникам концевой части фермы так, чтобы вогнутость оперений находилась с правой стороны хвоста, если смотреть на него со стороны ветрового колеса. Дужка у оперений имеет определенную кривизну для получения на хвосте силы, противодействующей реактивному моменту шестерен головки. Угольники широкого конца фермы имеют уши, которыми при помощи болтов и нижнего шкворня хвост прикрепляют к задней части картера. Продольная ось фермы хвоста должна быть перпендикулярна к плоскости вращения ветрового колеса.

**Башня ветродвигателя** представляет собой четырехгранную, решетчатую ферму, составленную из четырех

ног, соединенных в плоскости каждой панели крестовинами из углового железа. К угольникам вершины башни болтами прикреплен корпус 46 верхней опоры головки. К нижним концам угольников башни прикрепляются фундаментные ноги длиной по 2,15 м. Для фундаментов ног башни роются 4 котлована сечением каждый  $1,1 \times 1,1$  и глубиной 2,3 метра.

Для обслуживания механизмов крыльев на высоте 12,5 м на башне помещен балкон с перилами, а на высоте около 10 м — четырехгранная открытая площадка, на которую можно подняться по лестнице вдоль одной из панелей башни. Эта площадка имеет открытый лаз для обеспечения свободного прохода при подъеме по лестнице, а пол верхнего балкона оборудован откидным проходным люком, который можно закрывать и запирать замком. Вдоль оси башни от шестерен головки до нижнего редуктора проходит вертикальный вал диаметром 60 мм, состоящий из 5 частей, соединяемых между собой двухполовинчатыми трансмиссионными муфтами. Вал проходит через опоры с шариковыми подшипниками. Корпуса опор прикрепляются к угольникам ног башни диагональными тягами из круглого железа. Вал устанавливается по центру башни завинчиванием или ослаблением концевых гаек тяг. Под гайки тяг подкладывают специальные угловые шайбы. Нижняя часть вертикального вала соединяется с валом нижнего редуктора фланцевой муфтой.

**Лебедка останова** ветродвигателя служит для принудительного воздействия на стабилизаторы поворотных частей крыльев при повороте их и остановке ветродвигателя.

Лебедка останова имеет чугунную станину, которую хомутами прикрепляют к одной из ног башни на расстоянии около 1,5 м от поверхности земли или пола машинного помещения. Вдоль втулки штурвала лебедки останова перемещается винтовая тяга, к уху которой прикреплен трос, соединенный другим концом с муфтой останова. Вращение штурвала вправо обеспечивает перемещение механизма останова в положение для остановки ветрового колеса. Вращением штурвала влево пускают ветродвигатель в работу. У винтовой тяги должны быть сделаны хорошо видимые метки, указывающие крайние положения тяги при пуске и останове ветродвигателя, а также дополнительная риска, соответствующая устой-

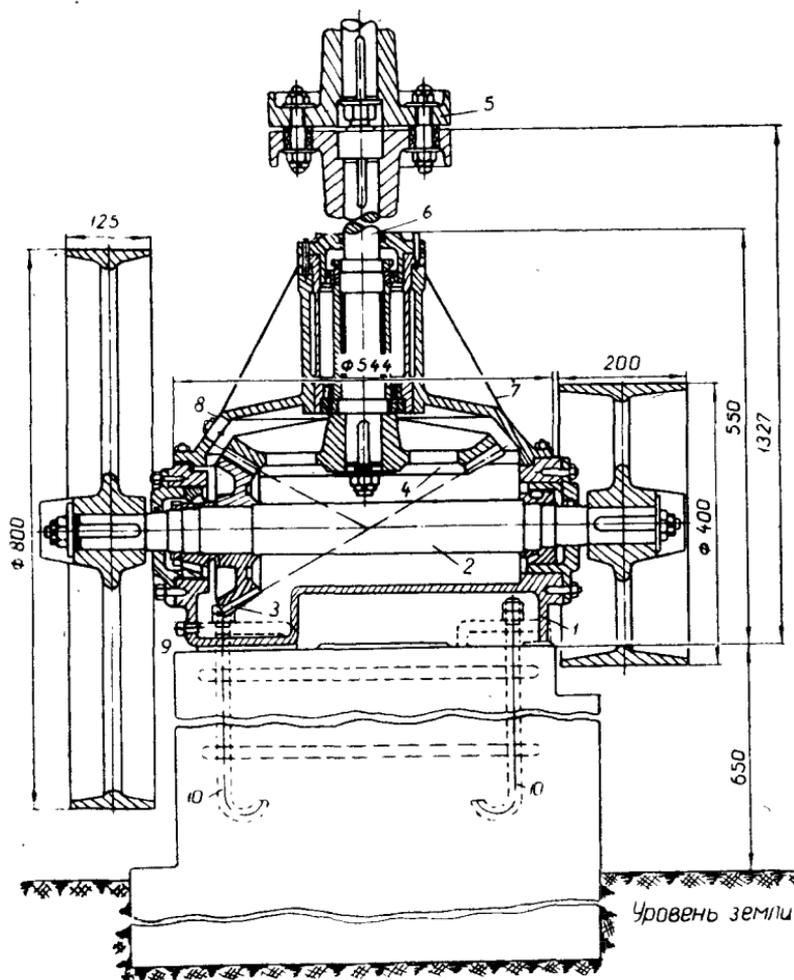


Рис. 28. Нижний редуктор ветродвигателя Д-12:

1 — картер (корпус); 2 — вал горизонтальный; 3 и 4 — шестерни; 5 — муфта тарельчатая (фланцевая); 6 — вал вертикальный редуктора; 7 — крышка картера; 8 — пробка; 9 — пробка спускная; 10 — болт анкерный.

чивому состоянию ветрового колеса в остановленном положении.

**Нижний редуктор** ветродвигателя (рис. 28) является приводным механизмом, шкивы которого через ременные передачи соединяются с рабочими машинами. Нижний ре-

дуктор имеет литой корпус, которым он устанавливается на фундамент и прикрепляется с помощью болтов. В боковых опорах корпуса на роликоподшипниках помещен горизонтальный вал 2, на концы которого надеты два шкива с диаметрами 400 и 800 мм и соответствующей шириной ободов 200 и 125 мм. Шкивы на валу посажены на шпонки и закреплены гайками. Внутри корпуса на средней части вала имеется коническая шестерня 3, которая входит в зацепление с большой конической шестерней 4 вертикального вала редуктора. Вертикальный вал 6 редуктора помещен в двух шарикоподшипниках во втулке крышки 7 корпуса. Крышка плотно прикрепляется болтами к корпусу редуктора. Большая коническая шестерня 4 на вертикальном валу редуктора посажена на шпонки и закреплена гайкой. Коническая передача редуктора увеличивает обороты вдвое против вертикального вала башни. Концы вертикальных валов редуктора и башни соединяются фланцевой муфтой 5 с резиновыми втулками у болтов. Зазор между фланцами муфты и резиновые втулки допускают некоторое изменение длины вертикального вала и компенсируют возможную небольшую кривизну его оси. Через отверстие с пробкой 8 в крышке корпуса наливают жидкую смазку до контрольной пробки в корпусе. Скопившаяся в корпусе грязь и отработанное масло выпускаются через спускную пробку 9. Редуктор устанавливается по уровню на бетонном фундаменте и прикрепляется к нему при помощи 4 анкерных (фундаментных) болтов.

Выбор места является существенным для успешной установки и работы ветродвигателя. При выборе места необходимо учитывать структуру местного воздушного потока, который зависит от рельефа окружающей местности, а также от наличия и расположения деревьев, построек и других препятствий для ветра. Имея значительную высоту или находясь на близком расстоянии, эти препятствия могут в значительной степени исказить и ослаблять воздушный поток в месте установки ветродвигателя. Выбирают место так, чтобы ветродвигатель был установлен на открытой и несколько приподнятой над местностью площадке. Если нет на месте таких условий, то нужно установить ветродвигатель так, чтобы он был открыт для преобладающих направлений ветра. Однако при всех обстоятельствах значительные препят-

ствия для ветра в виде деревьев и построек должны быть расположены на определенных гарантийных расстояниях от ветродвигателя, а именно:

1. Если препятствие находится вблизи ветродвигателя, то его верхняя точка должна быть ниже ометаемой поверхности не менее 2 м.

2. Если препятствие выше нижней точки ометаемой поверхности, то ветродвигатель должен быть расположен не ближе пятнадцатикратного расстояния от нижней точки ометаемой поверхности ветроколеса до верхней точки препятствия.

Таблица 24

**Характеристика и технические показатели ветродвигателя Д-12.  
Число часов работы ветродвигателя в году**

| Средне-<br>годовая<br>скорость<br>ветра<br>(в м/сек) | Число часов работы ветродвигателя в году при скорости<br>ветра (в м/сек) |      |      |      |          |       |
|--|--|------|------|------|----------|-------|
|  | 4  | 5    | 6    | 7    | 8 и выше | всего |
| 4  | 1610   | 1445 | 1070 | 640  | 545      | 5310  |
| 5  | 1310   | 1445 | 1310 | 1050 | 1407     | 6520  |

**Выработка ветросиловой установки в течение года**

| Среднегодовая<br>скорость ветра<br>(в м/сек) | Полное число<br>часов работы | Число часов ра-<br>боты с полной<br>мощностью | Выработка |           |
|--|------------------------------|---|-----------|-----------|
|  |                              |   | квт/час   | л. с./час |
| 4  | 5310                         | 545   | 10 300    | 14 000    |
| 5  | 6520                         | 1407  | 22 100    | 30 000    |

Таблица 25

**Мощность ветродвигателя в зависимости от скорости ветра**

| Скорость ветра (в м/сек)             | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| Обороты ветроколеса в минуту         | 35  | 43  | 50  | 57  | 65   |
| Мощность на шкиве редуктора          | 1,6 | 3,1 | 5,4 | 8,5 | 12,7 |
| Обороты шкива редуктора в минуту     | 210 | 260 | 300 | 340 | 390  |
| Мощность на клеммах генератора (квт) | 1,0 | 2,1 | 3,6 | 5,7 | 8,6  |

Примечание. Коэффициент полезного действия генератора принят 0,92. 1 квт = 1,36 л. с.

### Технические показатели

|  |                  |
|--|------------------|
| Диаметр ветрового колеса . . . . .   | 12 м             |
| Число крыльев в ветровом колесе . . . . .                                      | 3                |
| Длина жесткой части крыла . . . . .  | 3320 мм          |
| Длина поворотной части крыла . . . . .   | 1530 мм          |
| Вынос ветрового колеса от оси башни . . . . .                                  | 950 мм           |
| Расстояние оси ветрового колеса от поверхности земли . . . . .                 | 16 м             |
| Расвор ног башни у поверхности земли . . . . .                                 | 3328 мм          |
| Длина фундаментной ноги башни . . . . .  | 2150 мм          |
| Диаметр шкивов редуктора . . . . .   | 400 и 800 мм     |
| Ширина шкивов редуктора . . . . .  | 200 и 125 мм     |
| Нормальное число оборотов ветрового колеса . . . . .                           | 60 об/мин        |
| Нормальное число оборотов вертикального вала . . . . .                         | 180 об/мин       |
| Нормальное число оборотов шкивов редуктора . . . . .                           | 360 об/мин       |
| Передаточное отношение ветродвигателя . . . . .                                | 1 : 6            |
| Угол стабилизатора на пуск . . . . .   | 6°               |
| Угол стабилизатора на останов . . . . .  | 24°              |
| Вес ветродвигателя без упаковки . . . . .                                      | 5500 кг          |
| Коэффициент полезного действия передачи . . . . .                              | 0,85             |
| Коэффициент использования энергии ветра . . . . .                              | 0,36             |
| Ветродвигатель трогается (начинает вращаться) без нагрузки при ветре . . . . . | 3—3,5 м/сек      |
| Диапазон рабочих скоростей ветра . . . . .                                     | от 4 до 40 м/сек |
| Неравномерность вращения ветрового колеса при регулировании . . . . .          | ± 5%             |

#### Количество материалов для постройки фундаментов башни и редуктора

|  |            |
|--|------------|
| Камня бутового для ног башни . . . . .           | 11 куб. м  |
| Кирпича для фундамента редуктора . . . . .       | 330 шт     |
| Щебня для фундамента башни и редуктора . . . . . | 1,4 куб. м |
| Песка речного . . . . .                          | 4,7 куб. м |
| Цемент портландского марки 300 . . . . .         | 1,3—1,4 т  |

## Монтаж ветродвигателя

Сборка башни производится в такой же последовательности, как и башни ветродвигателей типа Д-8, но поднимается отдельно башня с головкой, а затем ветроколесо и хвост. Для этого к картеру головки прикрепляется специальная монтажная ферма с двумя роликами, через которые перебрасывается трос, поднимающий ветроколесо и хвост.

Перед установкой головки нужно снять заднюю крышку картера и проверить зацепление конических шестерен, а также легкость и плавность вращения всего механизма передачи, поворачивая руками главный вал. При осмотре внутренней части картера головки надо удалить обнаруженную в нем грязь и лишнюю смазку с зубьев шестерен. В случае обнаружения ненормальностей в зацеплении конических шестерен последние могут быть отрегулированы путем изменения длины распорной втулки 52 на главном валу (рис. 27). При слишком плотном зацеплении надо поставить кольцевые прокладки между распорной втулкой 52 и торцом ступицы большей шестерни 37. При излишне большом люфте у шестерен уменьшают длину распорной втулки 52, спиливая ее торец напильником или обточив ее на станке в мастерской.

Проверив зацепление, ставят на место заднюю крышку и подтягивают головку к вершине башни. При помощи рычагов и подкладных брусков приподнимают головку и конец опорной трубы заводят внутрь корпуса 46 вершины башни. Укрепив головку на подкладных брусках, надевают на штырь 41 роликовый подшипник 42, а на конец верхнего отсека вертикального вала одевают шариковый подшипник 50, предварительно промыв их в керосине и смазав солидолом. Затем в направляющий ролик 28 закладывают цепь 27, конец которого опускают внутрь опорной трубы 29 и прочно прикрепляют к планке 30. Предварительно на конец опорной трубы надевают муфту останова 32, нижнюю торцовую кромку которой подводят к упору планки 30. Верхний конец троса 27 прикрепляют к рычагу 24, ролики которого упираются в муфту 23, надетую на главный вал. Концы вилки рычага 24 соединяют с пружинами 34 останова. На этом заканчивается сборка системы останова, находящейся между муфтами 23 и 32. После этого ставят на место

спорную плиту 44. Корпуса подшипников 42 и 50 наби-  
вают солидолом и закрывают крышками 53 и 54, которые  
прикрепляются болтами. Сделав указанные работы,  
продвигают головку вдоль оси башни так, чтобы коль-  
цо 45 вошло в свое место в корпусе 46 вершины башни,  
а плита 44 подошла к опорному поясу из швеллеров на  
башне. При правильной посадке головки торцы колец 45  
должны совпасть. Нужного положения колец достигают  
постановкой прокладок между плитой 44 и полками  
швеллеров опорного пояса на башне. После этого  
плиту 44 прикрепляют болтами к опорному поясу башни.  
Затем собирают баллон головки. Головку временно при-  
кручивают проволокой к вершине башни. Ставят на  
место направляющую тягу 48 муфты 32 останова, кото-  
рую прикрепляют к плите 44. До закрепления тяга 48  
должна быть заведена в вилку муфты 32 останова. При  
таком положении тяги муфта 32 может лишь переме-  
щаться вдоль опорной трубы, не поворачиваясь на ней.  
Узел муфты 32 и планки 30 с упором является вертлю-  
гом в системе механизма останова, который необходим  
для предохранения тросовой тяги 33 от перекручивания  
при поворотах головки. К верхней части картера при  
помощи болтов временно прикрепляют монтажную ферму  
с двумя роликами, которая необходима для подъема  
ветрового колеса и хвоста, после закрепления башни  
в вертикальном положении. До подъема башни последо-  
вательно соединяют муфтами отсеки вертикального вала,  
которые монтируют в опорах, прикрепленных тягами  
к ногам башни. Концы тяг пропускают через отверстия  
в углах ног башни и натягивают гайками, под которые  
подкладывают специальные угловые шайбы. После  
сборки вертикальный вал не должен иметь кривизны  
и прогибов и должен быть расположен в центре оси  
башни, что достигается натяжением тяг. Затем к одной  
из ног башни прикрепляют хомутами лебедку останова,  
а винтовую тягу лебедки соединяют тросом с муфтой 32  
на опорной трубе. При этом развилку тяги привертывают  
болтами к соответствующим приливам муфты. Под-  
готовку башни к подъему заканчивают сборкой балкона,  
площадки и установкой лестниц. Эти работы выполняют  
после оснастки башни для подъема, так как оснащенную  
башню необходимо немного приподнять и ее вершину  
положить на более высокие козлы с тем, чтобы можно

было поставить на место несущие угольники балкона и площадки.

Подняв и забетонировав башню, приступают к сборке ветрового колеса и хвоста, которые поднимаются после того, как затвердеет бетон фундамента и снимутся боковые растяжки.

Крылья ветрового колеса поступают с завода в собранном виде, упакованными по одной штуке в ящички-клетки. Тройник ветрового колеса кладут передней стороной на деревянные подмости или на клетку из брусьев высотой около 1,2 м. Затем последовательно каждое крыло подносят к тройнику и заводят конец маха крыла в расточку втулки тройника до совпадения отверстий в тройнике и махе до пробок, рычага и болтов. После этого затягивают гайки и контргайки болтов. При плотном и правильном соединении маха с тройником торец маха должен упираться в дно втулки тройника, а между фланцами после затяжки гаек должен оставаться зазор в 2—3 мм.

После сборки тройник ветрового колеса остается лежать на подмостках, а жесткие части крыльев — на трех козлах. Затем длинные плечи рычагов 19 заводят в окна тройника и осями соединяют с его приливами. В развилки на концах рычагов вставляют уши тяг 18 и вводят оси с концами, имеющими резьбу, через боковые отверстия во втулках тройника. После этого ставят на место заглушки 5. При максимальном повороте рычагов 19 шаровыми концами к тройнику все стабилизаторы должны выходить на один и тот же угол останова (положение б). Если указанного положения стабилизаторы не достигают, то их приводят к нему путем изменения длины у тяг 16. Для этого освобождают стопорные гайки у тендерных устройств тяг 16 и путем вращения их изменяют длину тяг в нужном направлении. Поворот каждого рычага 19 из одного крайнего положения в другое должен обеспечивать линейный ход его шаровой головки на 23 мм и поворот стабилизаторов на угол 30° между положениями а и б. Далее ставят на место регулирующие пружины 20, которые натягиваются между рычагами 19 и кронштейнами на махах. Каждая пружина регулирования имеет устройство для изменения ее рабочей длины, а следовательно, и развиваемого усилия. Это устройство состоит из тяги, заведенной во втулку кронштейна на

махе, вдоль оси которой она может перемещаться при вращении натяжной гайки.

Перед постановкой пружин регулирования на место надо определить необходимые величины линейных растяжений для каждой пружины при нагрузке ее в 40 кг. Для этого пружины подвешивают и последовательно растягивают их грузом в 40 кг, замечая при этом величину растяжения каждой пружины. Данные этой проверки используют при предварительной затяжке поставленных на место пружин регулирования, натягивая каждую пружину до длины, которую она имела при нагрузке. В дальнейшем, если потребуется изменить натяжение пружин, последнее производится путем одинакового изменения числа оборотов гайки на всех пружинах. Далее проверяют качество статической балансировки и легкость вращения поворотных частей крыльев относительно осей махов. Поворотные части крыльев должны легко и без заедания вращаться на махах, оставаясь неподвижно в том положении, в котором будет прекращен их принудительный поворот. Если же поворотная часть крыла, будучи оставлена в любом положении, самостоятельно начнет поворачиваться вверх или вниз стабилизатором, то это является признаком плохой ее балансировки. В этом случае нужно вскрыть обшивку горбушки поворотной части крыла у ее внутреннего конца над грузом-противовесом и отверткой переместить в нужное положение вертикальные и горизонтальные пробки груза с тем, чтобы поворотная часть крыла всегда находилась на махе в уравновешенном состоянии. На этом заканчивают работы по сборке ветрового колеса, которое до подъема следует еще проверить на качество статической балансировки. Проверку заводской балансировки можно осуществить на массивном шаре диаметром 110 мм. Для этого приподнимают ветровое колесо и расточкой ступицы тройника опускают на шар, под который подкладывают кусок толстого листового железа. Стабилизаторы всех поворотных частей крыла должны быть при этом повернуты вниз. При точной балансировке вся система ветрового колеса должна находиться в горизонтальном положении. Если же ветровое колесо будет выходить из горизонтальной плоскости, то нужно добавить груз в более легкие лопасти, помещая его под концевые обтекатели у поворотных частей крыльев. Проверку

балансировки ветрового колеса нужно делать в безветренную погоду.

Сборка хвоста заключается в соединении болтами двух частей фермы и в прикреплении к ее концу оперений, вогнутость которых должна находиться с правой стороны, если смотреть на поставленный хвост со стороны ветрового колеса. Крепежные болты хвоста нужно надежно закернить с целью предохранения гаек от самоотвертывания. После этого приступают к подъему сперва ветрового колеса, а затем хвоста. Нужно обязательно придерживаться указанной последовательности работ при подъеме. Если поднять хвост ранее ветрового колеса, то будет очень трудно удерживать головку при боковом направлении ветра. Подъем ветрового колеса и хвоста следует производить при очень слабом ветре. Надо заранее все подготовить, чтобы с появлением затишья приступить к подъему.

Схема оснастки для подъема башни и головки изображена на рис. 29. Разметка котлованов изображена на рис. 30 и фундаменты башни — на рис. 31.

Для подъема ветрового колеса и хвоста у основания уже установленной башни со стороны грузовой лебедки привязывают однорольный блок. Конец грузового троса от барабана лебедки заводят в блок и от блока поднимают на вершину башни и огибают через ролики монтажной фермы. Затем к концу этого троса внизу крепят тройник ветрового колеса так, чтобы при подъеме ось его втулки имела направление, параллельное направлению главного вала. Для придания ветровому колесу требуемого направления при подъеме и предохранения его от раскачивания ветром к двум нижним крыльям прикрепляют пеньковые веревки. Веврки прикрепляют к жесткой части крыла. Управление веревками во время подъема поручается двум рабочим. Слесарь, находящийся на балконе головки, при подходе ветрового колеса направляет расточку ступицы тройника на конец главного вала. На главном валу тройник закрепляется шпонками и передней шайбой после того, как его ступица упрется в борт расточки вала. При посадке тройника на вал шариковые концы рычагов 19 заводят в пазы муфты 23. Затем к наружным концам рычагов 19 прикрепляют регулирующие пружины 20, которые при помощи тендерных устройств растягивают на 120 мм. Необходимо прове-

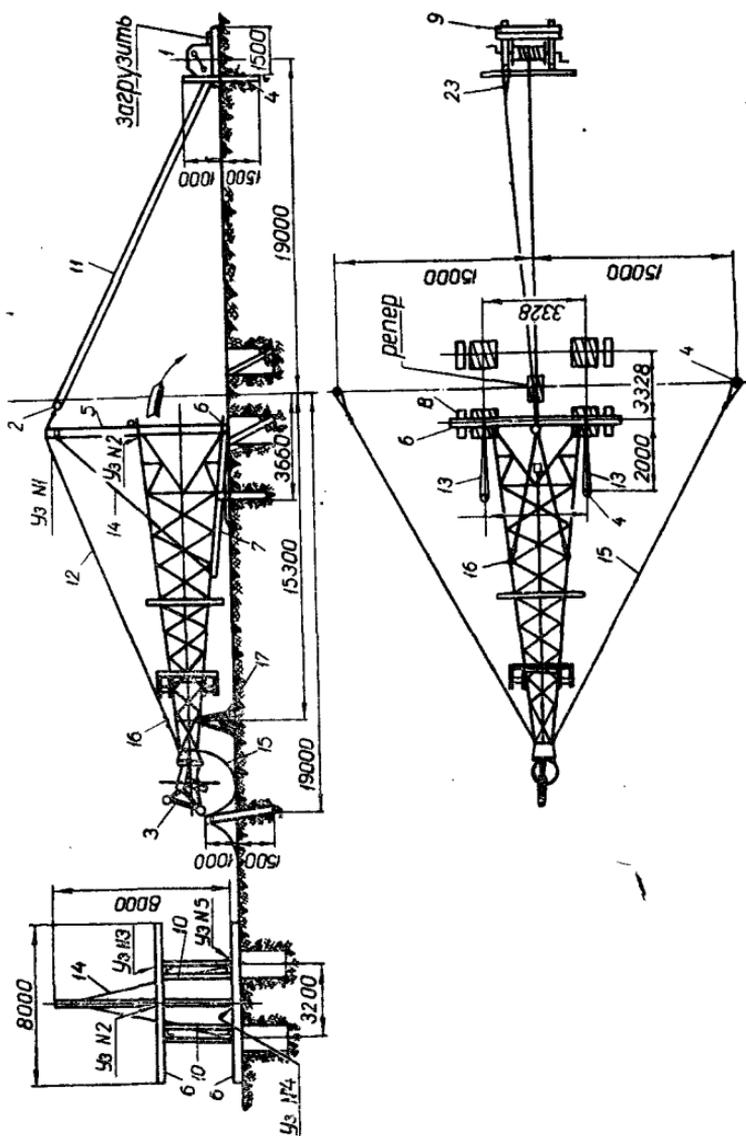


Рис. 29. Схема оснастки для подъема башни и головки:

1 — лебедка грузовая; 2 — блок; 3 — ферма монтажная; 4 — столбы упорные; 5 — стрела; 6 — поперечина; 7 — брус; 8 — брус подкладной; 9 — брус лебедки; 10 — брус распорный; 11 — трос подвальный; 12 — трос подвальный; 13 — трос неподвижный; 14 — растяжка стрелы; 15 — оттяжка; 16 — замок; 17 — козлы.

рять, чтобы при подходе муфты 23 вплотную к тройнику стабилизаторы поворотных частей крыльев находились в положении останова (положение б).

После постановки ветрового колеса снимают трос с роликов монтажной фермы, поворачивают головку на  $180^\circ$ , чтобы ветровое колесо находилось на стороне грузоподъемной лебедки. Затем снова кладут трос на ролики монтажной фермы и к концу троса внизу на земле прикрепляют ферму хвоста. Прикрепляется ферма на рас-

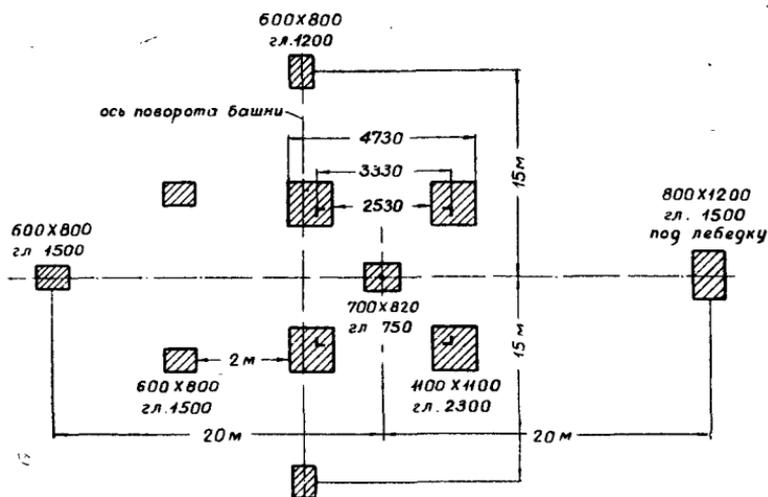


Рис. 30. Схема разбивки котлованов для Д-12.

стоянии около одной трети или половины расстояния от конца ее широкой части. Прикрепленный трос кладут вдоль фермы и вторично привязывают его проволокой у ее основания, т. е. у широкой части. При таком креплении ферма не цепляется за башню во время подъема. Для направления хвоста при подъеме около оперения прикрепляют две веревки, которыми при подъеме управляют двое рабочих. При подходе основания фермы к головке слесарь прикрепляет шкворнем уши нижней панели фермы к картеру головки. После этого отвязывают проволочную привязку троса и продолжают подъем фермы лебедкой. Так как привязь теперь получается почти на половине длины фермы, то последняя поворачивается



на шкворнях, переходя в горизонтальное положение, а при подходе верхней панели к головке соединяют болтами уши панели с картером головки. На место монтажной фермы прикрепляется стягивающая железная пластина толщиной 10—15 мм.

### Регулировка ветродвигателя

Для успешной работы ветродвигателя большое значение имеет хорошее состояние регулировки механизмов. Поэтому после установки ветродвигателя необходимо еще раз проверить правильность сборки механизмов, регулировку их, а также надежность крепления всех болтов, гаек и других креплений. Проверив качество креплений, приступают к наладке механизма регулирования с тем, чтобы при определенной скорости ветра все три поворотные части крыльев одновременно начинали выходить из-под ветра. Обычно момент начала регулирования устанавливают при скоростях ветра 5—6 м/сек. На холостом ходу при этих скоростях ветра число оборотов ветрового колеса не должно превышать 50 об/мин.

Налаживая механизм регулирования прежде всего проверяют затяжку регулирующих пружин 20, которая должна быть около 120 мм. При этом торец муфты 23 должен находиться от торца ступицы тройника на расстоянии 19 мм, а носки всех трех стабилизаторов должны быть повернуты в сторону передней поверхности крыла на угол  $6^\circ$  между хордой дужки стабилизатора и осью его стойки, что соответствует положению механизма регулирования на ход.

Углы поворота стабилизаторов проверяют по специальному шаблону, который прикладывается к каждому ветродвигателю. Шаблон состоит из металлической пластинки, на которой нанесены метки углов на ход, нулевая и на останов. Шаблон одевают вилкой на наружную стойку стабилизатора, а отверстием в пластинке — на выступающий конец оси стабилизатора. Проверив положение стабилизаторов при положении на ход, переводят вращением штурвала лебедки останова систему регулирования в положение на останов. При этом муфта 23 подходит вплотную к тройнику, а носки стабилизаторов переходят на наружные стороны крыльев. Углы хорд стабилизаторов с осями их стоек в этом положении должны быть равны  $24^\circ$ . Каждое положение, «ход»

и «останов» проверяется одновременно шаблоном на стабилизаторах всех трех крыльев. В случае если какой-либо стабилизатор не принял точно этого положения при перестановке механизма регулирования лебедкой останова, то путем изменения длины у тяг 16 приводят отклонившиеся стабилизаторы в положение «на останов». Крайние положения винтовой тяги лебедки останова «на ход» и «на останов» должны быть отмечены на ней метками. Описанную наладку механизма регулирования нужно производить в безветренную погоду или при выведенном из-под ветра ветровом колесе. Пробный пуск ветродвигателя надо производить при скорости ветра 4—6 м/сек.

Пущенный в работу ветродвигатель с затяжкой регулирующих пружин в 120 мм должен начинать регулироваться без нагрузки при числе оборотов около 50 в мин. При этом все поворотные части крыла должны одновременно входить в регулирование и выходить из регулирования. Если при выходе из регулирования окажется, что одна из поворотных частей крыльев запаздывает, то есть не выходит в плоскость вращения (подтормаживает), то необходимо прежде проверить, нет ли заедания где-либо, а в случае исправности механизма необходимо подтянуть данную пружину регулирования и наоборот, если повернется раньше времени. Таким образом, путем подтягивания и ослабления пружин добиваются одновременного поворота поворотных частей крыльев при регулировании ветроколеса. Проверив это положение, несколько увеличивают затяжку пружин одинаковым числом поворота натяжных гаек и постепенно доводят обороты у ветрового колеса до расчетных, но не выше 60 в минуту.

Увеличивать обороты ветрового колеса выше указанного предела путем затяжки регулирующих пружин запрещается.

Число оборотов ветрового колеса может быть определено по тахометру, который подключают к торцу горизонтального вала редуктора. При отсутствии тахометра число оборотов ветрового колеса определяют непосредственным отсчетом, замеряя время по секундной стрелке и сделав отметку на одном из крыльев, по которому будет вестись счет.

Если будет замечено, что при крайнем положении штурвала лебедки останова «на останов» ветровое колесо

проворачивается в обратном направлении, то надо про-вернуть штурвал на 2—3 оборота в обратную сторону, до полной остановки. Положение винтовой тяги в этом положении надо отметить риску. Обычно ветровое ко-лесо работает хорошо при правильной и тщательной регулировке стабилизаторов «на ход» за счет некоторого отклонения у них установленных углов «на останов».

Одновременно с регулировкой ветродвигателя провоз-дят наблюдение за поведением хвоста в воздушном по-токе. Нормально хвост должен располагаться вдоль воздушного потока и стоять спокойно, пока ветер не изменит своего направления. Хвост должен плавно на-чать перемещаться в новое положение при измене-нии направления ветра на угол около  $10^\circ$ .

Неточная статическая балансировка ветрового колеса, плохая регулировка стабилизаторов, повышенное или даже заниженное трение в опорах вершины башни и от-клонение ее оси или оси опорной трубы от вертикаль-ного положения могут явиться причиной неустойчивого состояния хвоста в воздушном потоке или запаздывания поворота головки, что обычно ведет к неустойчивой ра-боте, вибрации и поломке ветродвигателя.

Закончив регулировку и проверку всех механизмов ветродвигателя на холостом ходу, подключают к шкивам редуктора нагрузку и наблюдают за работой установки в течение не менее 24 часов. В период этой пробной экс-плуатации устраняют все замеченные недостатки в работе механизмов ветродвигателя.

### **Уход за ветродвигателем**

Ветродвигатель, как и всякая машина, нуждается в определенном обязательном уходе, однако он не требует бесперывного наблюдения. Затрачивая 3—4 часа на ежедневный осмотр и 2—3 полных рабочих дня в месяц на проверку всего двигателя, опытный машинист может обеспечить бесперебойную работу ветросиловой установки в течение продолжительного времени.

При правильной эксплуатации и надлежащем уходе амортизационный срок службы ветродвигателя должен быть не менее 15 лет.

Назначенный для ухода за ветродвигателем машинист

получает необходимые сведения по уходу за ветросиловой установкой от бригадира монтажной бригады или, что желательнее, на курсах в школах механизации сельского хозяйства. Необходимо, чтобы работник, которому поручается уход за установкой, был прикреплен к монтажной бригаде с начала работ по сборке ветродвигателя с тем, чтобы он имел возможность подробно ознакомиться с механизмами и отдельными деталями ветродвигателя, уяснить условия их работы и освоить способы и правила регулирования. Эти знания облегчат ему в дальнейшем проведение правильного ухода за установкой. Помимо практической учебы и ознакомления при сборке, машинист должен иметь инструкцию по уходу и эксплуатации, которая выдается ему под расписку, и шаблон для проверки установки углов стабилизатора.

На машиниста возлагается:

а) уход за ветросиловой установкой в соответствии с правилами технической эксплуатации;

б) уход за подключенными к ветродвигателю машинами;

в) пуск ветродвигателя в работу и выключение его;

г) профилактический ремонт узлов ветродвигателя и подключенных машин, который может быть произведен наличными техническими средствами;

д) содержание в чистоте всех механизмов, сооружений и площадки при ветросиловой установке;

е) выполнение необходимых мероприятий по обеспечению работоспособности установки в любое время года, противопожарного состояния и техники безопасности при эксплуатации и ремонтах;

ж) запись произведенных ремонтных работ и происшедших аварий в соответствующие журналы, а также вести учет работ, выполненных ветросиловой установкой.

При сдаче ветросиловой установки в эксплуатацию машинист получает от бригадира монтажной бригады по списку в инструкции весь инструмент, прибывший с ветродвигателем, а также нужный инструмент из хозяйства.

Машинисту разрешается совмещать работы по уходу за ветросиловой установкой с другой работой в хозяйстве, но это не должно снимать с него ответственность за состояние установки.

Машинист обязан выполнять нижеследующие основные правила ухода за ветросиловой установкой:

1. Ежедневно производить осмотр механизмов ветродвигателя и приключенных к нему машин, выбирая для этого по возможности безветренное время. Перед осмотром и смазкой ветродвигатель должен быть остановлен.

2. Проверять действие лебедки останова. Если окажется, что система механизма останова неисправна и при ее помощи не удастся остановить ветродвигатель, то нужно принудительно вывести ветровое колесо из-под ветра, поставив его ребром к направлению ветра. Для этого используют веревки, привязанные около оперений хвоста при его подъеме. Этими веревками, длиной по 25 метров, выводят головку из-под ветра, поворачивая хвост. Установив в нужное положение хвост, прикрепляют веревки к вбитым в землю кольям.

Нельзя останавливать ветродвигатель торможением шкивов редуктора рычагами, ломami или досками. Нельзя также останавливать или удерживать его в остановленном положении путем закладывания колеv и досок между спицами шкивов редуктора. Нельзя тормозить ветродвигатель подключением имеющейся нагрузки, так как всякая его перегрузка свыше 15 л. с. может привести к поломке. Не держать двигатель на привязи за хвост.

Неисправность в механизме останова нужно немедленно устранить, удерживая ветровое колесо ребром к ветру. Если неисправность быстро устранить не удастся, нужно привязать веревкой одно крыло ветрового колеса к башне, но привязывать надо свободно, без натяжки. При такой временной консервации ветродвигателя необходимо следить за тем, чтобы растяжки крыла и хвоста были прочно прикреплены к местам привязи. В таком положении ветродвигатель может находиться 2—3 суток, но за ним должно быть установлено беспрерывное наблюдение, особенно в ветреную погоду.

3. Осматривать и если нужно подтягивать гайки болтов соединений частей башни. Остановив ветродвигатель, машинист поднимается по лестнице на площадку, а затем на балконы башни и головки. Подниматься и опускаться по лестнице башни нужно со свободными руками. Предметы и инструмент, которые нельзя положить в карманы или в инструментальную сумку, следует поднимать и опускать на веревке. Машинист должен иметь на себе пожарный пояс с карабином.

4. Ежедневно проверять путем обстукивания молотком

гайки следующих болтов: фланцевых соединений махов с тройником; картера головки с втулкой 40; крепления корпуса 46 и плиты 44 к башне; гайки муфт вертикального вала. Кроме этого, ежедневно проверяются гайки и контргайки у тендерных устройств тяг 16 стабилизаторов и регулирующих пружин, а также шурупы, соединяющие упор муфты останова с телом планки 30. При этом все слабые гайки, шпильки и шурупы должны быть тщательно затянуты, а поврежденные заменены новыми. Гайки, имеющие замки, после затяжки или замены должны быть вновь закреплены замками или контргайками.

5. При ежедневных осмотрах проверять люфты у поворотных частей крыльев и стабилизаторов. Появившиеся люфты выше допустимых пределов должны быть устранены.

6. Содержать в чистоте и исправном состоянии все смазочные приборы и места смазки.

7. Производить смазку отдельных механизмов и трущихся деталей ветродвигателя в установленные сроки и тем смазочным материалом, который указан в таблице смазки. В качестве густой смазки применяется солидол, а для жидкой смазки в летнее время — автол 18 и зимой — автол 10. Для предохранения от чрезмерного затвердевания в зимнее время в солидол рекомендуется добавлять соляровое масло (дизтопливо), но не керосин. Для смазки ветродвигателя может быть использован отработанный, но тщательно профильтрованный автол с добавлением части свежего автола для восстановления вязкости. Схема смазки приведена на рис. 32.

Практикой установлены следующие нормы расхода смазочно-обтирочных материалов в месяц:

|   |      |
|---|------|
| жидкого масла . . . . .                 | 4 кг |
| солидола . . . . .                      | 3 »  |
| керосина (летом для промывки) . . . . . | 1 »  |
| солярового масла зимой . . . . .        | 2 »  |
| обтирочных концов . . . . .             | 3 »  |

8. При обнаружении каких-либо неисправностей в механизмах ветросиловой установки необходимо немедленно остановить ветродвигатель и приступить к устранению неисправности.

9. Проверять у стабилизаторов углы «на ход» и «на останов» не реже одного раза в месяц шаблоном, независимо от проверок, проводимых в процессе ремонта. У отрегулированного ветродвигателя угол стабилизатора «на ход» равен  $6^\circ$  (положение а), и угол «на останов» равен  $24^\circ$  (положение б).

10. Удалять лед и снег с обшивки крыльев и стабилизаторов, а также с пружин и всех механизмов регулирования и останова в зимнее время после метелей, снегопада и особенно после гололедицы. Перед пуском ветродвигателя обязательно проверять легкость вращения стабилизаторов и поворотных частей крыльев, удалив лед и снег из щелей между жесткими и поворотными частями крыльев.

11. Раз в месяц проверять размер зазора между жесткими и поворотными частями крыльев, который при нижнем положении крыла должен быть равен 20 мм. При появлении стуков у крыла при его переходах из крайних верхних положений в нижнее на малых оборотах ветрового колеса нужно немедленно остановить ветродвигатель и снять поворотную часть крыла для ремонта.

12. При ежедневных осмотрах проверять крепление обшивки к деревянным каркасам крыльев и все ослабленные и выпавшие гвозди и шурупы заменять новыми.

13. Не реже одного раза в шесть месяцев, если этого не требуется раньше, проверять и подтягивать крепление тройника и большой шестерни на главном валу и малой шестерни головки, а также не допускать ослабления затяжки болтов фланцев, прижимающих роликовые подшипники опор главного вала.

14. По правилам техники безопасности при уходе за ветродвигателем не разрешается:

а) производить осмотр и смазку механизмов у работающего ветродвигателя;

б) работать на высоте вне балкона без пожарного пояса, веревочный конец которого должен быть привязан к прочным и устойчивым деталям;

в) надевать или сбрасывать приводные ремни со шкивов редуктора и машин на полном ходу ветродвигателя. Чтобы одеть ремень, надо остановить ветродвигатель или в крайнем случае снизить его обороты до 5—10 в минуту;

Схема смазки ветродвигателя

| Позиция по рис. 32 | Место смазки                                     | Срок смазки   | Вид смазки | Способ смазки           |
|--------------------|--|---------------|------------|-------------------------|
| 1                  | Винтовая тяга лебедки останова                   | Ежедневно     | Жидкая     | Залив из масленки       |
| 2                  | Шарниры рычага стабилизатора                     | То же         | То же      | То же                   |
| 3                  | Шарниры рычага тяг регулирования                 | »             | »          | »                       |
| 6                  | Внутренний шарнир рычага тройника                | »             | »          | »                       |
| 7                  | Наружные шарниры рычага тройника                 | »             | »          | »                       |
| 9                  | Упор муфты останова                              | »             | »          | »                       |
| 10                 | Место скольжения муфты на главном валу           | »             | »          | »                       |
| 11                 | Шарниры рычага останова                          | »             | »          | »                       |
| 12                 | Направляющий ролик                               | »             | »          | »                       |
| 8                  | Шарнир муфты регулирования                       | Раз в 10 дней | Густая     | Намазывается лопаточкой |
| 17                 | Шарнир муфты останова                            | То же         | То же      | То же                   |
| 18                 | Место скольжения муфты останова на опорной трубе | »             | »          | »                       |
| 14                 | Задняя опора главного вала                       | »             | »          | Шприцем                 |
| 20                 | Опора вертикального вала                         | »             | »          | »                       |
| 21                 | Верхняя опора вертикального вала редуктора       | »             | »          | »                       |
| 22                 | Нижняя опора вертикального вала редуктора        | »             | »          | »                       |
| 23                 | Опора горизонтального вала редуктора             | »             | »          | »                       |
| 24                 | Опора горизонтального вала редуктора             | »             | »          | »                       |
| 13                 | Передняя опора главного вала                     | Раз в 10 дней | »          | »                       |
| 4                  | Средняя опора поворотной лопасти                 | Раз в мес.    | »          | »                       |
| 5                  | Крайняя опора поворотной лопасти                 | То же         | »          | »                       |
| 16                 | Верхняя опора головки                            | »             | »          | »                       |
| 19                 | Нижняя опора головки                             | »             | »          | »                       |
| 15                 | Шестерни редуктора головки                       | Раз в 6 мес.  | Жидкая     | Заливка                 |
| 25                 | Шестерни нижнего редуктора                       | То же         | То же      | То же                   |

## Перечень изнашиваемых деталей ветродвигателя

| Наименование деталей                 | Марка детали | Место нахождения детали | Количество на 1 двигатель |
|--------------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|
| Втулка . . . . .                     | ДВм-004      | Тяга стабилизатора      | 3                         |
| Шестерня головки малая               | ДВ -626      | Картер головки          | 1                         |
| Муфта свертная в сборе               | ДВ -125а     | Вал вертикальный        | 3                         |
|                                      | ДВ -125б     |                         |                           |
| Шестерня редуктора малая . . . . .   | ДВ -665      | Картер редуктора        | 1                         |
| Шестерня редуктора большая . . . . . | ДВ -310      | То же                   | 1                         |
| Винт . . . . .                       | ДВ -680      | Лебедка останова        | 1                         |
| Штурвал . . . . .                    | ДВ -150      | То же                   | 1                         |
| Подшипник стабилизатора              | ДВм-001      | Стойка стабилизатора    | 6                         |

г) запрещается производить какие бы то ни было работы на башне при недостаточном освещении, в дождь, в грозу, при ветре в 10 и более м/сек и при морозе в 30 градусов и выше;

д) подымаясь на башню, машинист должен иметь сумку для инструмента, чтобы его руки были свободны;

е) машинист, работая при машинах, должен быть одет в удобный костюм без свисающих концов и частей одежды;

ж) в зимнее время площадки балконов и ступени лестниц необходимо очищать от льда, чтобы они не были скользкими;

з) не допускать на площадку и балконы ветродвигателя посторонних лиц и детей. Для этого нужно держать люк балкона на башне закрытым на замок.

15. Производить текущий ремонт ветродвигателя не реже одного раза в год, а капитальный — раз в три года. Окраску ветродвигателя производить масляной краской не реже одного раза в три года.

16. При буре (скорость ветра около 20 м/сек.) ветродвигатель целесообразно останавливать.

**Перечень шарико- и роликоподшипников,  
установленных в ветродвигателе**

| Тип подшипника                                       | Место установки подшипника             | № подшипника | Размеры подшипника  | Количество |
|--|--|--------------|---------------------|------------|
| Роликовый конический                                 | Опора главного вала                    | 7 524        | 120×215×<br>×58/62  | 2          |
| Роликовый конический                                 | Опора малой шестерни головки           | 7 315        | 75×160×<br>×37/40,5 |            |
| Шариковый радиально-сферический с конической втулкой | Опоры вертикального вала               | 11 212       | 60×120×23           | 4          |
| Роликовый радиальный сферический 2-рядный            | Опора головки нижняя                   | 3 524        | 120×215×58          | 1          |
| Шариковый радиальный                                 | Рычаг останова                         | 204          | 20×47×14            | 2          |
| Шариковый радиально-сферический                      | Опора задней части осевой тяги крыла   | 1 200        | 10×30×9             | 3          |
| То же  | Опора средней части осевой тяги крыла  | 1 200        | 10×30×9             | 9          |
| Шариковый радиальный                                 | Опора передней части осевой тяги крыла | 8            | 8×22×7              | 6          |
| Шариковый радиальный                                 | Опора поворотной части крыла           | 209          | 45×85×19            | 3          |
| Шариковый радиальный                                 | Опора поворотной части крыла           | 211          | 55×100×21           | 3          |
| Шариковый упорный                                    | Опора поворотной части крыла           | 8 210        | 50×78×22            | 3          |
| Шариковый радиальный                                 | Опоры вертикального вала редуктора     | 213          | 65×120×23           | 2          |
| Роликовый конический                                 | Опоры горизонтального вала редуктора   | 7 512К       | 60×110×<br>28/30    | 2          |

17. Уход за подключенными к ветродвигателю приводными машинами, генератором и электрооборудованием производить согласно специальным инструкциям.

Опыт показывает, что только постоянный машинист, знающий ветросиловую установку и добросовестно выполняющий приведенные правила ухода, в состоянии

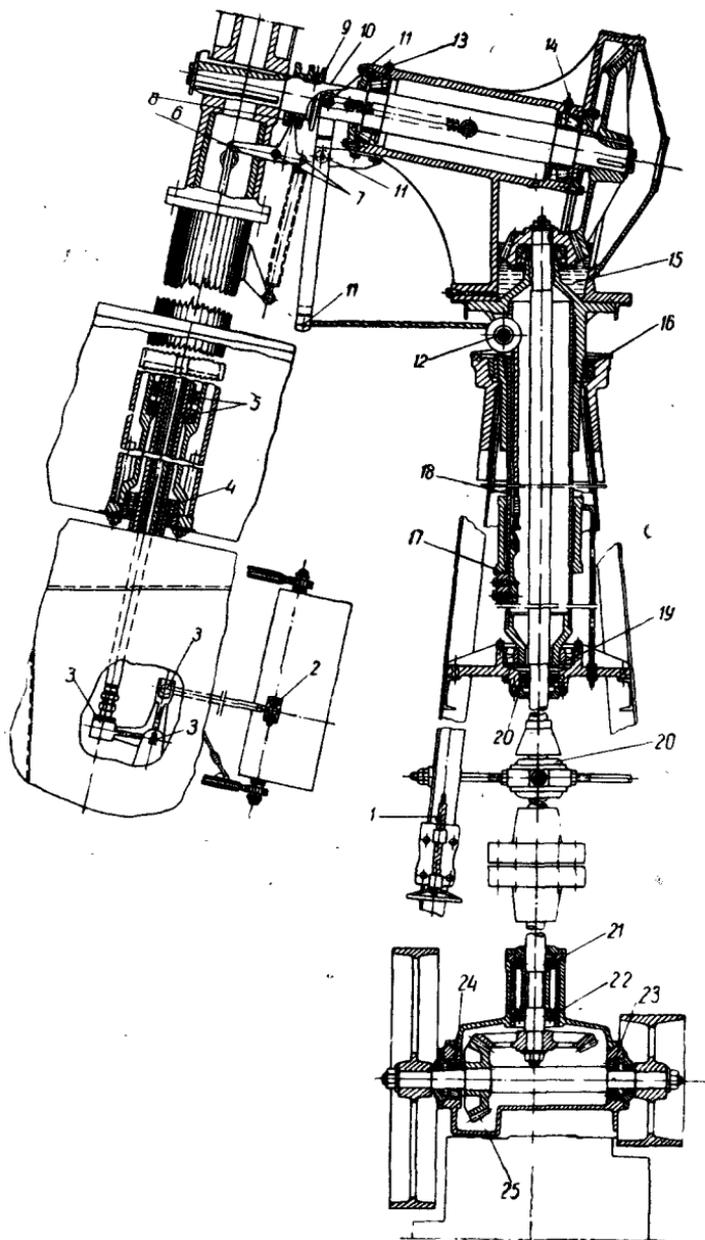


Рис. 32. Схема смазки ветродвигателя Д-12 (см. табл. 26).

обеспечить нормальную и бесперебойную работу установки. Поэтому необходимо руководителям хозяйств без особых надобностей не менять машинистов за ветросиловыми установками и не заменять их временными работниками.

Насосное оборудование, входящее в комплект ветродвигателя Д-12, не описывается, так как конструкция лебедки и насоса такая же, как у ветродвигателя УВД-8. Возможные ходы поршня 170, 220 и 300 мм. С ветродвигателем поступает насос НП-95 или НП-120 с комплектом нагнетательных труб и штанг. Насосная лебедка ставится над источником воды и соединяется ремнем со шкивом диаметром 400 мм нижнего редуктора ветродвигателя. Деревянные брусья под лебедкой рекомендуются ставить на бетонные фундаменты. Нормальное число двойных ходов поршня насоса 40 в минуту.

#### **СПОСОБ УСТАНОВКИ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ГОТОВОМ ФУНДАМЕНТЕ**

Кроме описанного способа установки ветродвигателей, при котором ноги башни заливаются бетоном после сборки и поднятия двигателя, существует способ предварительного изготовления фундамента. Способ этот заключается в следующем. Предварительно собирается и оснащается стрелой и тросами нижний первый отсек башни с отсеком вертикального вала. Эта часть башни подымается, тщательно центруется и выверяется. Затем прикрепляются и бетонируются ноги башни. Все крепления и бетонирование производится согласно правилам и требованиям установки ветродвигателей.

Окончив полностью бетонирование, снимаются соединительные накладки, соединяющие башню с фундаментными ногами, заделанными в бетон, и отсек башни снова ложится на землю. За время пока окрепнет бетон фундамента, производится окончательная сборка верхней части башни, ставится головка, ветроколесо, хвост и другие детали и узлы.

После переоснастки тросами, ветродвигатель подымается и башня прикрепляется соединительными накладками с ногами, заделанными в фундамент.

Удобство этого способа заключается в том, что, во-первых, отпадает опасение возможного обрыва поднятого ветродвигателя, который до устройства фундамента фактически висит на хомутах. Эта опасность особенно велика при работах в осенние ветреные дни, когда давлением ветра на головку ветродвигателя башня поворачивается и нагрузка на хомуты ног сильно увеличивается. Во-вторых, отпадает необходимость перемещения и центровки тяжелого, полностью собранного ветродвигателя, на что иногда уходит целый день. В-третьих, является возможность разобрать и снять всю такелажную оснастку сразу же после подъема ветродвигателя, не дожидаясь затвердения бетона.

При этом способе необходимо особенно тщательно производить регулировку вертикальности башни, которая делается по короткому отсеку, затрудняющему выверку и уменьшающему точность. Проверку производят обязательно по уровню с отвесом. Уровнем проверяется горизонтальность поясов башни. По горизонтальности поясов производится предварительная грубая регулировка башни. Кроме этого, надо обязательно, визируя отвесом, с расстояния проверить вертикальность ног башни по диагоналям, так как при установке по уровню может быть допущена ошибка. Проверять вертикальность по точкам пересечения растяжек и по отсеку вертикального вала, как это делают при центровке целого ветродвигателя, ни в коем случае недопустимо, так как эти точки не определяют вертикальности центральной оси башни, а положение вала зависит от установки растяжек подшипников вала.

Вторым важным вопросом является определение высоты заделки ног башни. У ветродвигателя УВД-8 и Д-12 этот вопрос решается просто тем, что фундамент для редуктора делается после установки ветродвигателя. Этот фундамент ложится на нужную высоту, требующуюся для соединения вертикального вала ветродвигателя с вертикальным валом редуктора. При установке этих ветродвигателей следует лишь обратить внимание на то, чтобы фундамент ног башни был немного выше уровня земли (на 4—5 см) и чтобы соединительные накладки не вошли в бетон. Для этого концы ног должны быть выше фундамента на 15—16 см.

Другое дело с устройством фундамента к ветродви-

гателью ТВ-8. В этом двигателе высота зависит от установки насосного оборудования в шахте под двигателем. Там ошибка в высоте недопустима, так как или вал ветродвигателя окажется коротким, или, что чаще бывает, вал окажется длинным. Укоротить вал на 1—2 см можно, но если разница окажется больше, то возникнет необходимость переточки вала. Поэтому установку ветродвигателя ТВ-8 по готовому фундаменту может производить только опытный механик, умеющий сделать нужные подсчеты.

При наличии нормальных размеров ног башни и вертикального вала, уровень фундамента универсальной лебедки, т. е. основания, должен быть выше уровня концов фундаментных ног на 80 мм.

Несовпадение высоты лебедки по отношению к вертикальному валу можно ликвидировать путем поднятия или незначительного опускания ее, а затем регулирования на эту величину длины шатуна, соединяющего лебедку с насосной кареткой.

### **ОСОБЕННОСТИ ПОДЪЕМА ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ ГУСЕНИЧНЫМИ ТРАКТОРАМИ**

В журнале «Техсоветы МТС» № 31—32 за 1952 год помещена статья о подъеме ветродвигателей гусеничными тракторами в Ростовской области. Работы производятся следующим образом.

Обнастку начинают с башни. Вокруг башни делают тросовую петлю. Петлю располагают ниже края лопасти на 20—30 см на поясе башни, со слабиной 30—40 см. Петлю составляют из 4—5 витков гибкого троса, перевитых между собой 8—10 раз. Концы троса закрепляют сжимами простейшей конструкции.

Ветровое колесо собирают полностью на оси головки.

Вследствие того, что петля делается на башне ниже концов лопастей, при подъеме ветродвигателя в этом месте возможно прогибание отсеков ног башни. Для предотвращения прогибания верхние отсеки ног башни усиливают от балкона до нижней опоры головки. С этой целью вдоль внутренней стороны четырех отсеков укладывают бревна (или трубы) и стягивают вместе хомутами в 4—5 местах на каждом отсеке. Дополнительно

для увеличения прочности в месте расположения петли делают внутренний деревянный пояс, который гвоздями крепят к усиливающим бревнам.

Кроме того, чтобы избежать прогиба нижних отсеков ног башни, последние должны быть обязательно усилены при помощи двух бревен (или труб  $d=100$  мм), приложенных с внутренней стороны этих отсеков и стянутых вместе при помощи 4—6 хомутов.

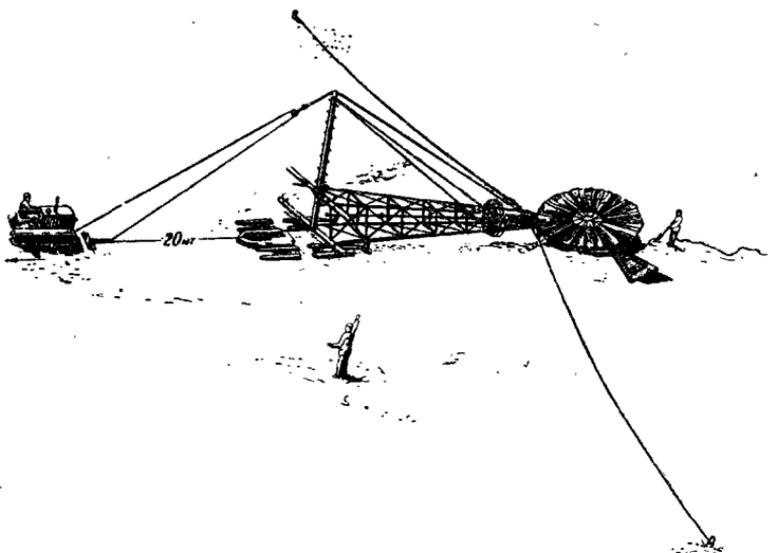


Рис. 33. Ветродвигатель, подготовленный к подъему трактором.

Так как плотному прилеганию усиливающих бревен к отсекам ног башни мешают болты, то в нескольких местах по всей длине бревна в просветы закладываются деревянные прокладки.

Тросовая петля свободно охватывает башню. Для того чтобы петля не сошла в момент подъема ветродвигателя со своего места, ее с двух сторон снизу прикрепляют проволокой к поясу башни.

К тросовой петле прикрепляют с трех сторон три растяжки: две боковые и одну заднюю. Вторые концы боковых растяжек наматывают на якорные столбы с натяжкой по 3—4 витка на столбе. Конец последнего витка троса закрепляют на якоре. Задняя оттяжка

должна быть пропущена поверх козла, на котором лежит ветродвигатель. Эту оттяжку к якорю не прикрепляют, но она должна быть готовой к прикреплению.

В практике работы по подъему ветродвигателей при недостатке троса применяют для растяжек башни и стропов круглое и полосовое железо. В том месте, где растяжка должна обвивать якорный столб, добавляют 2—3 м мягкого троса. Это дает возможность обойтись минимальным количеством троса.

Установка и крепление поперечин и стрелы производится обычным способом, описанным выше.

Для предохранения стрелы от изгиба при подъеме два конца троса, закрепленные в ее вершине, крепят равномерно к двум угольникам башни, как указано на рис. 13. Для натяжки этих тросов рекомендуется применение натяжных рамок. При отсутствии натяжных рамок натяжку производят, скручивая трос ломом.

Для предотвращения сдвига всей башни в сторону трактора в начальный момент подъема нижнюю поперечную крепят при помощи троса к якорным столбам, вкопанным на расстоянии около 3 м в сторону ветрового колеса. Длина этих якорных столбов по 1,3—1,5 м. Толщина около 25—28 см. Закапываются столбы на глубину не меньше 1 м. В верхней части грунта перед якорями закладываются метровые поперечины, предохраняющие якоря от сдвига. Особенное внимание якорям следует уделять в случаях установок ветродвигателей на легких песчаных грунтах.

Блок подвешивают на тросе за стрелой. Стрела не имеет роликов, а только паз для троса. Для этого к тросовой петле, находящейся на башне, прикрепляют неподвижный грузовой трос диаметром 17,5—19 мм, сложенный вдвое, который, проходя через паз стрелы, спускается вниз и на конце его укрепляют упомянутый однорольный блок.

Другой трос (подвижный) одним концом крепят к якорю, обвивая его 3—4 раза, и зажимают тросовыми сжимами. Второй конец троса, огибая ролик блока, крепится к крюку трактора. Трактор устанавливают рядом с траншеей якоря по центральной оси башни. Движение трактора должно происходить на первой скорости и на малом газу, т. е. на малых оборотах двигателя. Троганье с места и остановка трактора должны быть плав-

ными, без рывков. Чтобы было удобнее трактористу наблюдать за подъемом, рекомендуется пускать трактор задним ходом.

Для подъема ветродвигателя выделяют наиболее опытного тракториста. Трактор должен быть в хорошем состоянии, с хорошо отрегулированными муфтами сцепления и исправной тормозной системой.

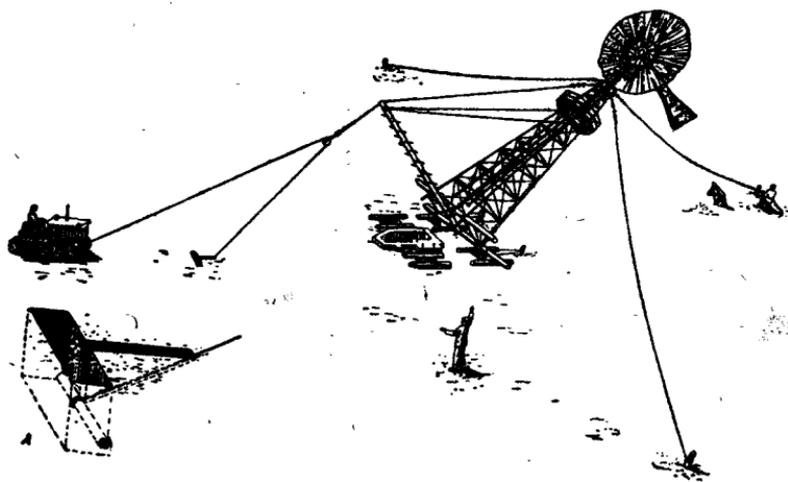


Рис. 34. Подъем ветродвигателя трактором. Слева внизу — схема закрепления якорного бревна в траншее.

Перед подъемом ветровое колесо вместе с боковой лопатой и хвостом связывают так, чтобы они были параллельны друг другу (пружины надеты).

Осмотрев и проверив оборудование (боковые растяжки должны быть натянуты), тракториста инструктируют о порядке движения и сигналов. Бригадир дает команду, и тракторист на тихом ходу приподнимает вершину башни на 150—200 мм. При этом положении башни бригадир проверяет оснастку. Если будут замечены какие-либо недостатки в оснастке, вершину башни опускают на козлы и недостатки устраняют.

При подъеме очень важно, чтобы продолжение оси башни совпадало с крюком трактора, а направление движения трактора являлось продолжением центральной оси башни.

Убедившись в полной исправности снасти, бригадир дает команду трактористу начать подъем. При движении трактора вершина башни поднимается, нижняя поперечина поворачивается в стропах якорного троса, а верхняя поперечина и стрела опускаются вниз.

Когда башня поднимется на  $45-50^\circ$ , грузовой трос выходит из паза стрелы, и дальнейший подъем будет происходить на прямолинейно вытянутых тросах.

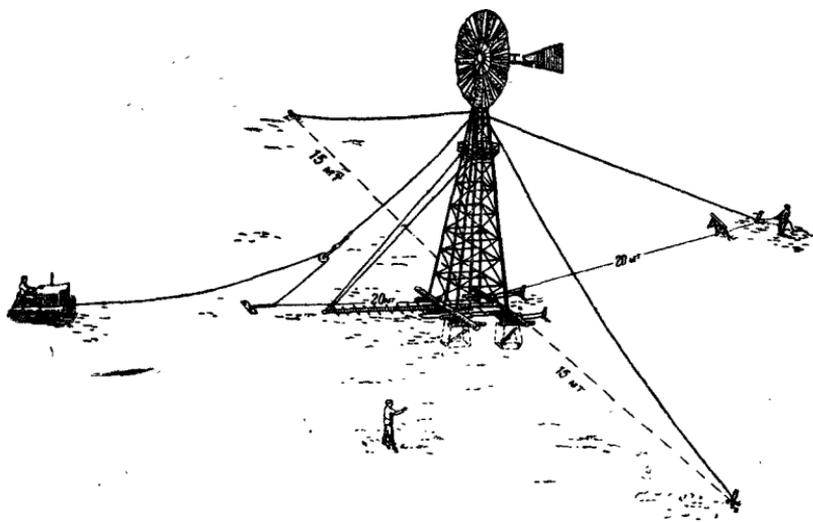


Рис. 35. Ветродвигатель после подъема трактором.

К концу подъема ветродвигателя трактор останавливают и основное внимание сосредоточивают на задней оттяжке, которая должна быть натянута. Отпуская постепенно оттяжку, ветродвигатель под тяжестью собственного веса стремится стать в вертикальное положение.

Для удержания оттяжки требуется наложить 3—4 витка на задний якорь и затем руками удерживать оттяжку за свободный конец. От возможного сдвига витков оттяжки вверх по якорю в последний вбивается костьль или большой гвоздь.

От возможных боковых сил (перекос снасти, давление ветра и пр.) ветродвигатель при подъеме удерживается двумя боковыми растяжками.

## РЕМОНТ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Для обеспечения длительной и бесперебойной работы ветросиловой установки необходимо своевременно производить требующиеся ремонты ветродвигателя, насосов и всех приводных кормообрабатывающих машин.

Ремонт ветродвигателей, как и вообще ремонты всех машин, разделяется на текущий, средний и капитальный.

Ввиду того, что ветродвигатели, даже не работающие, находятся под постоянной нагрузкой ветра и головка постоянно поворачивается по ветру, текущий ремонт, он же профилактический, должен производиться непрерывно, без всяких ограничений сроками, по мере появления неисправностей. Как только будет замечена какая-либо неисправность, даже ослабление затяжки гайки, необходимо немедленно ликвидировать эту неисправность, помня, что незначительное расслабление или иная кажущаяся малозначительной неисправность, под непрерывным воздействием ветра быстро переходит в крупную и вызывает аварии, которые в ветродвигателях очень трудно ликвидировать. Чтобы избежать аварий, полагается ежедневно осматривать в ветродвигателях все детали и болтовые крепления, подтягивать ослабевшие шпильки и шурупы, смазывать трущиеся части. У неработающих остановленных ветродвигателей тоже ослабляются болтовые крепления и изнашиваются опоры в головке, шарниры в хвосте, опоры поворотной части крыльев и т. д.

Для обеспечения возможности производить **текущий ремонт** в любое время, при каждой ветроустановке всегда должны быть в наличии болты, гайки, проволока, жечь, заклепки, слесарный инструмент, тиски, веревка и смазочные материалы. Кроме того, должны быть запасные быстро изнашивающиеся детали.

При текущем ремонте исправляют детали, доступные осмотру или такие, замена которых не требует разборки узлов ветродвигателя. Однако, если обнаруженная неисправность угрожающая, то останавливают ветроустановку и ликвидируют неисправность средним ремонтом.

**Средний ремонт** производится, при неисправностях, требующих разборку узлов машины и замены таких деталей, как шестерни и подшипники. Одновременно со

средним ремонтом производится и требующийся текущий ремонт. Средний ремонт полагается делать раз в год.

**Капитальный ремонт** выполняется через определенный срок эксплуатации ветродвигателя для ликвидации естественного износа или тогда, когда средним ремонтом нельзя устранить износ или поломку частей и узлов. При капитальном ремонте разбираются и ремонтируются все узлы ветродвигателя. При нормальной эксплуатации капитальный ремонт делается один раз в три года. Капитальный ремонт выполняет бригада, имеющая такелажное оборудование, возможности реставрировать и изготовить необходимые детали. Ко времени капитального ремонта приобретаются подлежащие замене детали, которые не могут быть изготовлены на месте. На время ремонта ветродвигатель останавливают.

При ремонте ветродвигателя ТВ-8 связывают хвост с боковой лопастью, а тросы остановки освобождают. При ремонте ветрового колеса, головки, механизмов передачи, механизмов регулирования и других движущихся частей, ветровое колесо любого ветродвигателя привязывают к башне свободной привязью без натяжки, чтобы оно имело возможность небольшого движения и ухода от места привязи при повороте головки. Привязывание ветроколеса должно быть временным, пока рабочие находятся на башне ветродвигателя; как только на башне ремонтные работы будут закончены, ветроколесо освобождается, так как в случае изменения направления ветра оно может сломаться.

Текущий ремонт выполняется силами машиниста-надсмотрщика, который в случае надобности берет в помощь слесаря или кузнеца.

**Ремонт мелких деталей.** Поврежденные детали, как угольники, планки и другие, исправляются сваркой, креплением накладками или заменой их. Болты, шпильки и тяги при обрыве резьбы меняются на новые. Нарезка другой резьбы меньшего диаметра не допускается, так как этим ослабляется деталь.

**Исправление лопастей.** Появляющиеся на лопастях трещины ликвидируются путем накладок из жести толщиной 1,5—2 мм. Накладки прикрепляются с рабочей вогнутой части лопасти заклепками толщиной 5—6 мм, которые ставятся через каждые 50—80 мм. Диаметр отверстий под заклепки должен быть не больше тол-

щины их. С обеих сторон под концы заклепок кладутся шайбы. Заклепки должны быть плотно поставлены и концы их закруглены или заглажены при резинковых шайбах.

В случае облома концевой консольной части лопасти ветродвигателя ТВ-8, ее снимают на землю и по линии разрыва накладывают кусок листового железа шириной 60—70 мм во всю ширину лопасти и скрепляют заклепками, как было указано. По концам и в середине разрыва лопасти могут быть поставлены усиливающие планки из более толстого железа, толщиной 5—8 мм, с закруглением боковых кромок. Вмятины на лопастях выпрямляются деревянным молотком.

**Биеие (восьмерку) в ветроколесе устраняют следующим образом.** В ветродвигателе ТВ-8 отмечают спицы, которые отклонились от плоскости вращения. Затем ослабляют все гайки крепления лопастей и ободов. В отклонившихся спицах ослабляют болты крепления к ступице, выправляют спицы и снова затягивают болты. После этого проверяют положение отсеков ободов, закрепляя их затяжкой болтов в нужном положении. Последними закрепляются болты крепления лопастей. При больших восьмерках и погнутости ободов лопасти и порченые обода снимаются.

Для сохранения равновесия ветроколеса за каждой снятой для ремонта лопастью снимается противоположная лопасть. То же следует делать и с отсеками ободов.

Временно, из-за поломки или отсутствия, на ветроколесе может быть оставлено меньшее количество лопастей, но расположенных с одинаковыми промежутками. Ветродвигатель при этом будет работать, но от уменьшения количества лопастей несколько увеличится скорость вращения ветроколеса.

Для удобства ремонта ветроколеса при больших его повреждениях целесообразно устроить временный деревянный балкон (леса).

В случае большого количества поврежденных частей ветроколеса и поломки спиц следует снять его на землю и сделать ремонт внизу. О способе снятия ветроколеса сказано ниже.

**«Восьмерка» ветроколеса УВД-8 исправляется путем регулирования натяжки спиц.** Ослабляя гайки спиц одной стороны и натягивая их с другой стороны, обод

в этой части выравнивается, перемещаясь в сторону натягиваемых спиц.

**Ремонт обшивки и подшипников ветроколеса в ветродвигателе Д-12** производится на земле, предварительно сняв его с помощью монтажной фермы в порядке, обратном подъему. При помощи этой же фермы опускается хвост для ремонта.

**Трещины ступицы ветроколеса** можно ликвидировать автогенной или «холодной» электросваркой, применяемой для сварки чугунных деталей. Помимо сварки на поврежденные места ступицы дополнительно накладывается железная стягивающая шина. Ремонтированные ступицы ненадежны, поэтому при первой возможности их заменяют новыми.

**Проверка и подтяжка конических роликовых подшипников** во всех ветродвигателях должна производиться не реже двух раз в год. Регулировка производится изменением количества прокладок под прижимными крышками. Подшипники должны легко вращаться, но никакого люфта и слабину не должно быть, так как это вызывает смещение шестерен, изменение зацепления и затем поломки и аварии.

**Проверка и подтяжка болтов, крепящих крышки подшипников**, во всех типах ветродвигателей производится не реже 2 раз в год. Ослабление болтов вызывает смещение шестерен, нарушение зацепления и затем поломки.

**Регулирование зацепления и смена конических шестерен верхнего редуктора ветродвигателя ТВ-8.** Увеличенный или неодинаковый зазор в зубьях шестерен исправляют регулировкой прокладками, которые закладываются между диском ступицы и телом большой шестерни. Одновременно проверяется состояние прижимной гайки и подшипника оси ступицы под колпаком ее, так как возможен отход ступицы с шестерней со своего места из-за ослабления гайки или порчи конического роликового подшипника.

Большая шестерня для удобства замены сделана из двух половин, поэтому для снятия ее следует отвернуть лишь крепежные болты. Поставив новую шестерню, надо обязательно проверить зацепление ее с малой конической шестерней, регулируя величину зацепления прокладками между диском ступицы и телом шестерни.

Для снятия малой конической шестерни следует: отвернуть гайку под колпаком на верхнем конце вертикального вала над шестерней; снять конический роликовый подшипник; отвернуть четыре болта, крепящие

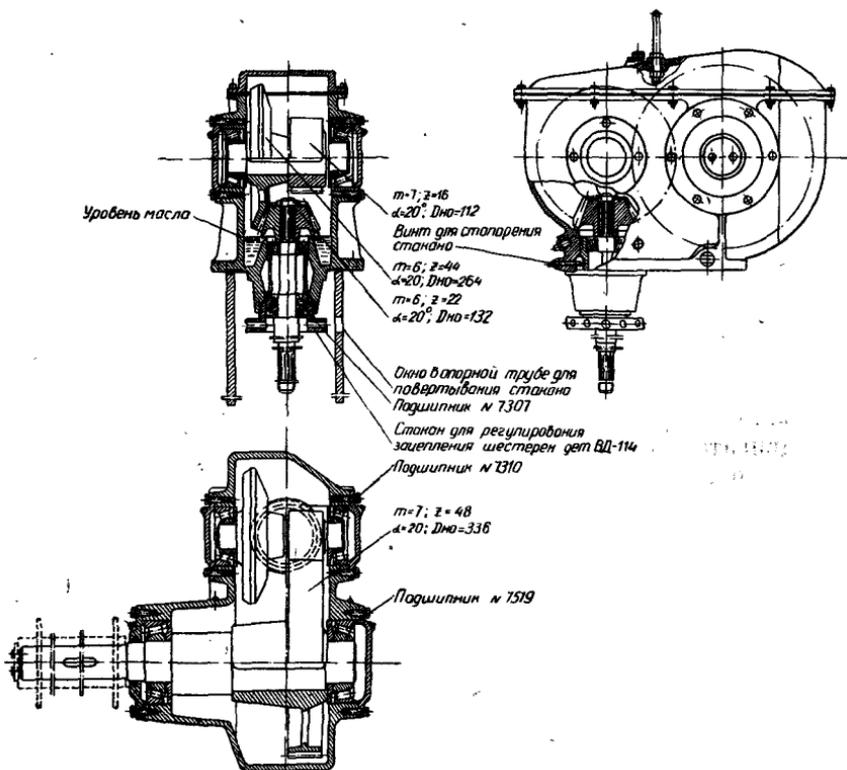


Рис. 36. Верхний редуктор УВД-8.

дугообразную верхнюю опору, и сдвинуть вместе с опорой шестерню с вала, на котором она насажена.

**Снятие шестерен и регулирование зацепления верхнего редуктора ветродвигателя УВД-8.** Верхний редуктор ветродвигателя (рис. 36) для замены конических шестерен и подшипников разбирается на месте. А для снятия большой цилиндрической шестерни, насаженной на вал ступицы ветроколеса и подшипников этого вала, надо предварительно снять ветровое колесо. При замене

конических шестерен снимается верхняя крышка редуктора и прижимные крышки подшипников.

Для регулировки зацепления конических шестерен в верхнем редукторе подшипники вертикального вала заключены в специальный эксцентрический поворотный стакан. Поворотом стакана малая коническая шестерня приближается к большой шестерне, насаженной на горизонтальный вал, или отодвигается от нее. Поворачивание стакана производится через окно, вырезанное в опорной трубе под плитой редуктора. Для избежания самоповортывания стакан закрепляется стопорным винтом с контргайкой.

Приступая к регулированию зацепления, в первую очередь следует произвести подтяжку подшипников, от которых зависит положение валов и шестерен. Подтяжка подшипников производится регулированием количества прокладок под прижимными крышками. Проверка и регулировка зацепления конических шестерен производится в безветренное время в следующем порядке: двигатель ставится на останов. Оттяжкой за хвост поворачивается головка двигателя в такое положение, чтобы окно для поворота в опорной трубе очутилось на стороне лестницы. Затем отвертывают и снимают крышку редуктора, осматривают внутренность его и состояние шестерен, а затем, после подтяжки всех роликовых подшипников, приступают к регулированию зацепления шестерен, если это требуется. Для этого освобождают контргайку и отвертывают на 1—2 оборота стопорный винт стакана регулирования. Стопорный винт находится в картере редуктора со стороны лестницы под масляной для шприцевания роликового подшипника, у самой плиты-опоры редуктора. Винт имеет квадрат для поворачивания и контргайку. Освободив винтом стакан регулирования через окно в опорной трубе, поворачивают его железным стержнем, который вставляется через окно в одно из насверленных отверстий в стакане, находящихся напротив окна в трубе. Стакан поворачивают настолько, чтобы шестерни не имели люфта в зубьях и в то же время свободно поворачивались. Если сцепление будет чрезмерно плотным и шестерни будут проворачиваться не легко, то может произойти поломка зубьев или сломится шейка вертикального вала под шестерней.

Во время монтажа ветродвигателя производят регулирование зацепления шестерен до сборки ветроколеса. Сначала доводят зацепление стаканом регулирования до такого положения, когда станет слышно сопротивление проворачиванию шестерен. Затем поворачивают стакан в обратную сторону примерно на один шаг сверлений, до прекращения появившегося сопротивления. Отрегулировав зацепление, стакан закрепляют стопорным винтом с контргайкой.

**Смена шестерен и регулирование зацепления у ветродвигателя Д-12.** Шестерни верхнего редуктора Д-12 снимаются через отверстие в редукторе, закрытое задней крышкой. Через это же отверстие производится проверка и регулировка зацепления шестерен. Для проверки зацепления удаляют масло с зубьев одной из шестерен и покрывают их слоем краски. Затем проворачивают обе шестерни. При правильном зацеплении отпечатки будут ровными по всей длине зуба. Если краска на парной шестерне будет заметна только на концах зубьев, то это будет свидетельствовать о перекосе при посадке шестерен на валы или о перекосе их осей вследствие износа шеек валов или подшипников. Износ зубьев шестерен допускается не более 15% первоначальной их толщины. При большем износе зубьев необходимо шестерни заменить новыми.

В п. 14 ухода за ветродвигателем Д-12 предусмотрено не реже одного раза в шесть месяцев проверять и подтягивать крепление тройника и большой шестерни на главном валу, а также не допускать ослабления затяжки болтов фланцев, прижимающих роликовые подшипники опор главного вала. Ослабление затяжки опор или креплений большой шестерни вызывают изменения в зацеплении шестерен, от чего обычно разрушаются шариковые и роликовые подшипники верхних опор вертикального вала под малой шестерней и подшипники опор главного вала, ломится штырь втулки под малой шестерней, а иногда и шестерни.

Для производства ремонта необходимо снять большую шестерню редуктора. В случае ослабления болтов фланца опор вала около большой шестерни из-за значительного перевеса ветроколеса и малых зазоров между шестерней и станиной картера большая шестерня подымается, прижимается к картеру и не снимается. Осво-

бождение шестерни возможно путем подъема опустившегося ветроколеса. Подъем делается следующим способом: к площадке картера над большой шестерней, к которой приворачивалась стойка монтажной фермы, привертывается болтами железная пластина толщиной около 12—15 мм с проушиной или крюком, направленным в сторону ветроколеса. К проушине пластины привязывается с натяжением тройник ступицы ветроколеса. Привязь делается проволокой, толщиной 5—6 мм в 4—6 рядов (столок). Затем ломиком проволока скручивается, от чего она укорачивается и подымает на нужную величину ветроколесо, освобождая этим большую шестерню.

**Для ремонта головки ветродвигателя Д-12**, ее опоры и опорной трубы надо снять и опустить последовательно все узлы (ветроколесо и хвост) на землю. Поэтому ветродвигатель оснащают соответственно такелажным оборудованием. Перед опусканием подготавливают площадку и ставят козлы для ветроколеса.

**Ремонт и замена подшипников вертикального вала** производится после предварительной разборки вертикального вала. Подшипники УВД-8 обычно ремонтируются заменой деревянных вкладышей. Вкладыши делаются из твердых пород дерева, как бук и дуб.

**Ремонт системы регулирования и механизма пуска и останова** ветродвигателя заключается в устранении дефектов, нарушающих своевременный выход ветроколеса из-под ветра у многолопастных ветродвигателей и работу стабилизаторов и поворотных частей крыльев, регулирующих число оборотов ветроколеса быстроходных ветродвигателей. Основными неисправностями этих механизмов являются: деформация пружин регулирования, которые подлежат замене; заедание поворотных частей, устраняемое регулировкой и смазкой, и, наконец, обрыв троса в опорной трубе или извне. Исправление обрыва троса в опорной трубе является самой тяжелой и трудоемкой работой. Для этого надо в первую очередь остановить ветродвигатель, потерявший возможность остановки лебедкой останова. Остановку производят принудительным поворотом хвоста веревкой в такое положение, чтобы ветроколесо стало ребром к ветру и остановилось. Затем разбирают кронштейн, перемещающий муфту останова, вытаскивают его в верхнее от-

верстие за проушину болта, ввернутого в кронштейн, и прикрепляют к нему трос, идущий от хвоста к муфте. Прикрепление троса должно быть особенно надежным, так как работа по ликвидации этой неисправности трудоемкая, а при сильном ветре часто бывает невозможной. Обрывы троса в наружных местах ликвидируются вязкой или креплением замками, в зависимости от условий работы.

**Приспособления для капитального ремонта.** При производстве капитального ремонта, когда требуется разбирать все узлы и детали, неудобно и опасно производить работы на высоте, а поэтому ветродвигатель кладут на землю. Процесс демонтажа производится в порядке, обратном подъему, с той лишь разницей, что прочность оснастки и креплений не может быть предварительно опробованной и испытанной, а поэтому она должна быть сделана особо тщательно и с большим запасом прочности. При спуске ветродвигателя силы и напряжения в оснастке возрастают по мере подхода башни к земле. В случае какого-либо недосмотра или ослабления крепления произойдет неминуемая авария, т. е. падение ветродвигателя.

При капитальном ремонте делается полная разборка всех узлов, промывка деталей, осмотр и составление дефектной ведомости, а затем производится соответствующая реставрация, ремонт и замена деталей с последующей сборкой и проверкой взаимодействия всех деталей и узлов. Возможен ремонт с частичным демонтажом. При этом ветродвигатель не кладут на землю, а снимают с него только основные узлы, как ветроколесо, хвост, головку и др. Для демонтажа многолопастных ветродвигателей по этому способу делается приспособление, изображенное на рис. 37. Приспособление состоит из демонтажной стрелы, изготовленной из бревна длиной 11 м и толщиной в вершине около 18 см, установленного комлем на балконе над основным угольником. Стрела ставится вертикально и привязывается у основания бревна к вершине башни и к ферме хвоста. Работы производятся в безветренную погоду, но для избежания возможности поворота хвоста он привязывается двумя расчалками к столбам. К верхней части стрелы при помощи сквозного болта или хомута из круглого железа  $d=16$  мм прикрепляется горизонтальная поперечина из

бревна длиной 2,5 м и толщиной 18 см. Поперечина несет на себе прочно подвешенные на ее концах два однорольных блока. Чтобы поперечина не перекашивалась, ее кон-

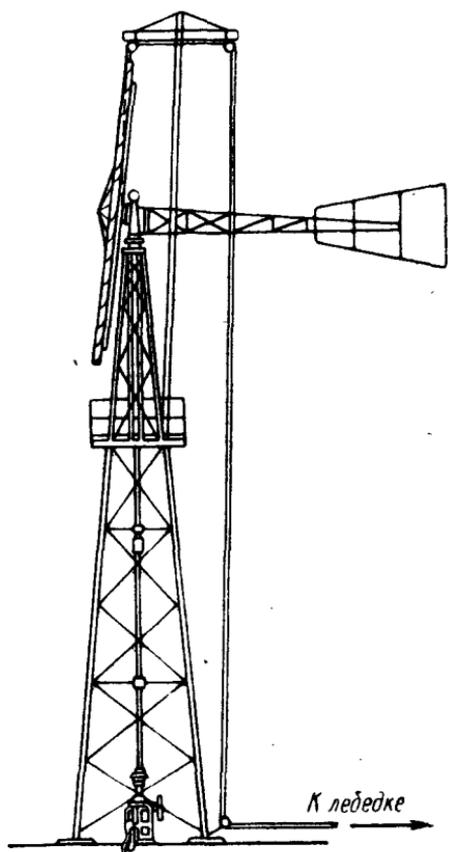


Рис. 37. Снятие ветрового колеса с применением демонтажной стрелы.

цы соединяются тросами или жесткими тягами с вершиной стрелы. Трос толщиной 10—12 мм, сходя с барабана однотонной грузоподъемной лебедки, установленной у ветродвигателя, проходит вначале через ролик блока, прикрепленного к основанию башни. Затем конец троса подымается вверх проходит через ролики поперечины стрелы и спускается к ступице ветроколеса, которая прикрепляется к нему.

Закрепление стрелы на балконе и блока у основания башни следует сделать так, чтобы стрела и трос, идущий к поперечине, были строго вертикальными.

Подъем стрелы на балкон производится лебедкой через блок, подвешенный временно к вершине башни над люком балкона, через который подымается стрела. Трос для подъема с блока пропускают через люк вниз и привязывают к середине стрелы и затем стрелу подымают лебедкой. Поперечина с роликами прикрепляется к стреле после того, как вершина ее выйдет из люка балкона. Подгонка поперечины, изготовление всех деталей крепления и нужные

отверстия должны быть сделаны заблаговременно, чтобы после подъема ограничиться только соединением готовых деталей. Прикрепив перекладину, продолжают подъем стрелы до тех пор, пока перекладина подыметя выше головки ветродвигателя примерно на полметра. После этого прекращают подъем, привязывают стрелу веревками к башне, а у фермы хвоста — свободной петлей, чтобы стрела, не падая, могла свободно подыматься вверх. Затем отвязывают трос и заводят его в ролики перекладины. Дальше подымают стрелу руками, пока она выйдет из отверстия люка, и прикрепляют ее к башне и к ферме хвоста. Чтобы в конце подъема не подымать стрелу руками, можно поступить следующим образом. Когда привязь троса на стреле дойдет до ролика блока, стрелу временно привязывают в башне и переносят привязь троса на несколько метров ниже. Около фермы хвоста делают петлю, не дающую стреле упасть. Отвязывают стрелу от башни и снова подымают ее лебедкой до выхода комля из отверстия люка. Затем стрелу надлежащим образом прикрепляют, освобождают трос, заводят его через блок у основания башни и ведут его вверх к перекладине стрелы. Но здесь встречается затруднение в заправке троса в ролики перекладины, поднятой выше ветрового колеса. Избежать этого затруднения можно. Надо предварительно, до окончательного подъема стрелы, заправить в ролики перекладины тонкую, но прочную веревку, а после этой веревкой затянуть трос в ролики. Следует обратить внимание на способ соединения веревки с тросом. Вязать их узлом нельзя, так как узел не пройдет в каналы роликов. Поэтому трос с веревкой сплетают, сохраняя толщину, не превосходящую ширины канала роликов.

К свободному концу троса, сходящего с роликов перекладины стрелы, прикрепляется ступица ветроколеса. Прикрепив ступицу, снимают колпак, отвертывают гайку оси, подтягивают слегка трос и, сдвинув ломом ступицу с оси, спускают ветроколесо на землю. Для направления ветроколеса при спуске к его спицам привязывают по бокам веревки, которыми отводят и направляют ветроколесо, предохраняя его от ударов о башню. После ремонта ветроколесо подымается этой же стрелой.

Для спуска боковой лопасти и хвоста можно применить эту же стрелу или другую, более короткую, длиной

6,5—7 метров, без перекладины и с одним роликом в ее вершине. Стрелу привязывают наклонно, чтобы вершина ее с роликом приходилась примерно над серединой хвоста. Привязав хвост тросом, пропущенным через ролик стрелы, отделяют хвост от башни и опускают его на землю. Так же опускают и боковую лопату.

С помощью стрелы можно приподнять головку ветродвигателя для осмотра и смены порченных шариков в опорных подшипниках или даже снять и спустить головку на землю для ремонта.

Некоторые специалисты считают доступнее и легче производить полный демонтаж для капитального ремонта и последующий монтаж описанным выше способом, чем опускать на землю весь ветродвигатель, хотя здесь требуется производить некоторые работы на высоте, что неудобно. Выбор способа демонтажа должен зависеть от монтажной бригады, знающей свои возможности.

После каждого капитального ремонта, но не реже чем через 3—4 года, ветродвигатель необходимо окрашивать для предохранения от ржавчины. Окрашиваемую поверхность очищают стальными щетками от ржавчины и старой краски. Окраска делается в сухую погоду. Начинают окраску с верхних частей ветродвигателя, т. е. красят вначале ветроколесо, хвост, головку и затем переходят на башню, постепенно опускаясь вниз. Краску наносят тонким слоем, хорошо втирая ее щеткой.

## РЕМОНТ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Неисправности насоса выражаются в уменьшении подачи, в прекращении подачи, а иногда в неравномерной подаче воды. Упомянутые неисправности происходят от следующих причин.

Уменьшение подачи воды:

- 1) износились манжеты поршня;
- 2) клапаны неплотно прилегают к гнездам;
- 3) утечка воды в соединениях нагнетательных труб;
- 4) засорение приемной сетки и заборной трубы, которое бывает при заборе воды из шахтных колодцев и открытых водоемов.

Прекращение подачи воды:

- 1) заедание нагнетательного или заборного клапана;

- 2) постороннее тело под одним из клапанов;
- 3) обрыв штанг поршня;
- 4) обрыв цилиндра;
- 5) обрыв заборной трубы с клапанами;
- 6) трещина в нагнетательных (водоподъемных) трубах.

Неравномерная подача воды:

- 1) недостаточная глубина загрузки насосных труб;
- 2) уменьшение дебита колодца.

**При уменьшении или прекращении подачи воды** проверяется в первую очередь состояние манжет и нагнетательного клапана в поршне. Для этого извлекают поршень со штангами. Изношенные манжеты меняются на новые. Срок службы манжет составляет от 6 до 12 месяцев. Манжеты ставятся заводского изготовления или же изготавливаются на месте.

**Смена и изготовление манжет** делается следующим образом. Разбирается поршень путем отвинчивания нижней его части, которая является кольцевой гайкой, стягивающей манжеты и детали поршня. Изготавливаются манжеты на месте из кожи толщиной около 5 мм. Кожа размачивается и впрессовывается в подготовленный цилиндр, равный по диаметру цилиндру насоса. После просушки в цилиндре (для сохранения формы) манжет извлекают, обрезают под нужный размер и в центре вырезают круглое отверстие, которым манжет одевается на кольцо поршня. После обрезки манжеты провариваются в твердом животном сале.

**Если манжеты быстро изнашиваются**, то надо осмотреть внутреннюю поверхность цилиндра, вынув его с водоподъемными трубами из колодца. Рабочая, т. е. внутренняя поверхность цилиндра должна быть зеркально гладкой. В случае наличия шероховатости цилиндр шлифуют.

**При ремонте клапанов** растачивают изношенные рабочие фаски клапанов и их гнезда, регулируют длину продольного хода, так как при чрезмерном большом ходе клапан перекашивается и заедает. Износившиеся направляющие перья клапана наваривают с последующей их обточкой или к каждому перу приклепывается уширяющая пластинка. Заедание клапанов бывает и в случае плотного прилегания направляющих к стенкам, т. е. в случае малого зазора, особенно при наличии ила в воде.

Ил осаждается на стенках скольжения клапана и на направляющих, задерживая движение клапана. В таких случаях направляющие клапана обрабатываются опилкой, чтобы они двигались совершенно свободно. Рабочая поверхность направляющих должна быть совершенно гладкой. Сильно износившиеся клапаны лучше сменить, чем ремонтировать.

**При внезапном прекращении подачи воды**, предполагая, что произошло заедание клапана, надо постучать по штоку или плунжеру, соединенному со штангами и поршнем, а если можно, то постукивают и по водоподъемным трубам. От сотрясения, вызванного постукиванием, заевший клапан часто освобождается и начинает работать. Чтобы узнать, какой клапан не работает, надо увидеть уровень воды в насосных трубах. Для этого надо поднять сальниковую муфту и залить в насосные трубы воду до верха. Затем, начав медленно качать, наблюдают за уровнем воды в трубах. При неисправном нагнетательном клапане в поршне и при обрыве штанг уровень воды в трубах при качании насоса меняться не будет. А при неработающем заборном клапане вода в трубах поднимается и опускается вместе с ходом штанг. После извлечения штанг тоже заливают воду в водоподъемные трубы. Быстрая утечка воды свидетельствует о неисправности заборных клапанов или труб, для исправления которых извлекается вся колонна труб.

**Оборвавшиеся штанги или трубы** вылавливаются специальными ловушками, метчиками, колоколами с зацепами, шлипсами и прочими ловильными приспособлениями. Из всех способов следует в первую очередь применить наиболее простые способы вылавливания. Например, пользуясь тем, что обрыв чаще всего является результатом самоотвинчивания труб и в местах разрыва сохраняется резьба, следует попытаться выловить трубы, навинчивая другую такую же трубу на оборвавшуюся. Этим способом часто удается быстро выловить трубы. Вторым простым, но хорошим способом, является опускание на штангах отрезка круглого сухого дерева твердой породы с заостренным концом и толщиной, равной внутреннему диаметру упавшей трубы. Прикрепление дерева к штанге должно быть прочным. Дерево вводят в упавшую трубу и оставляют его там часов на 12. Разбухшее дерево прочно захватывает трубы, которые извлекаются

вместе со штангами. Оборвавшиеся штанги могут быть извлечены без ловушек, путем подъема колонны труб.

Последняя неисправность — **неравномерная подача воды** — сопровождается следующим явлением. В начале пуска насоса вода поступает нормально, но вскоре прекращается. Затем на короткое время вода появится и снова исчезнет. Такими перерывами поступает вода, пока работает насос. Часто при этом слышны резкие стуки. Происходит это потому, что производительность насоса больше дебита колодца, из-за чего выбирается вся вода и обнажается сетка. Заборные клапаны без воды начинают стучать. Если уменьшить длину хода поршня или уменьшить число качаний, т. е. этим уменьшить производительность насоса, то выхватывание может прекратиться. Ремонт этой неисправности делается увеличением загрузки труб, т. е. увеличением длины колонны водоподъемных труб, для чего насосный цилиндр и заборное отверстие опускаются ниже. Увеличение загрузки может быть сделано в том случае, если позволяет глубина колодца. В первую очередь надо увеличить длину заборной трубы до 6—7 м, если она была короче. При достаточной длине заборной трубы (5—6 м) надо увеличить длину всей колонны водоподъемных труб, т. е. увеличить загрузку насоса, а этим заборного клапана и заборной сетки. Если невозможно увеличить загрузку, то следует несколько уменьшить производительность насоса, уменьшив число качаний или ход поршня.

Если доведенная до предела загрузка и уменьшение производительности насоса не помогут, то нужно будет чистить и ремонтировать колодец. В старых колодцах падение дебита чистой и ремонтом их за редким исключением не восстанавливается.

**Основные правила сборки и установки насосного оборудования.** При сборке колонны труб необходимо резьбу на них смазывать олифой с краской и положить льняную подмотку, что предохраняет трубы от утечки воды, от разрушения резьбы ржавчиной и от самоотвинчивания. Завинчивать трубы надо плотно до отказа нормальным трубным ключом, но без удлинения его ручки. Заборная труба и сетка должны быть снаружи и внутри чистыми. При опускании колонны верхний конец каждой трубы должен заканчиваться муфтой. Хомуты надо закреплять на трубе у самой муфты. При сборке и опускании штанг

резьбу на них тоже надо смазывать и затем плотно завинтить. Кроме того, надо следить, чтобы штанги не были погнуты, а в местах соединений не было изгибов (колен). При наличии изгибов и кривизны штанги трутся муфтами о стенки водоподъемных труб, стираются и обрываются.

Трубы опускаются в колодец до погружения заборной трубы и нижнего заборного клапана ниже динамического уровня воды в колодце. Перед опусканием труб и в период установки нужно следить, чтобы в колодец не попадало посторонних предметов, грязи и мусора. До момента опускания труб в колодец последний должен быть плотно закрыт деревянной пробкой. Если в колодце будет мусор, то он вместе с водой попадет под клапаны, от чего насос перестанет работать. Все трубы до сборки их в колонну надо проверить осмотром и постукиванием на звук, чтобы в них не было повреждений резьбы и продольных трещин, которые бывают в местах швов газовых труб. Наличие трещин узнается по звуку при ударе металлом по трубе. Трещины завариваются или меняют трубы. Трубы с плохой изношенной или порченной резьбой подлежат обязательной замене. Инструмент, хомуты и подъемные приспособления, применяемые при демонтаже и монтаже насосного оборудования, должны быть в полной исправности, и каждый раз перед работой они должны осматриваться. Основные правила сборки и установки насосного оборудования приводятся потому, что нарушение и незнание их обычно часто вызывают неисправности и аварии. Правила должны выполняться в обязательном порядке.

**Пропуск воды около плунжера или штока насоса** ликвидируется подтяжкой гаек на шпильках сальниковой муфты. Сальник должен быть затянут так, чтобы вода не протекала, но в то же время он не должен тормозить ход плунжера. Подтяжка сальника производится поочередным для равномерности завинчиванием гаек на шпильках сальниковой муфты по  $\frac{1}{2}$ —1 обороту, проверяя, чтобы не образовался перекосяк муфты. Если сальниковая набивка будет израсходована, то надо под муфту заложить свежую набивку. Набивку приобретают на складах сельхознаба. При отсутствии набивки на складах ее можно изготовить самим. Для этого делают из льноволокна плетенку и пропитывают ее густым жиром.

**Ремонт насосных лебедок и редукторов** сводится к замене изношенных и поврежденных шестерен, шарико-роликоподшипников и втулок опор скольжения. Исправления нескольких сломанных зубьев в цилиндрических шестернях лебедки ветродвигателя ТВ-8 можно сделать путем постановки на резьбе стальных шпилек с последующей опиловкой их головок по шаблону профиля зуба.

Значительное количество ветронасосных установок выходит со строя в зимнее время из-за повреждения утепленных переходных (сальниковых) коробок и трубопроводов. Коробки и трубы лопаются при замерзании в них воды во время морозов. Лопнувшую переходную коробку можно исправить путем тщательной сварки «холодным» способом в оборудованной мастерской. Для снятия или замены поврежденной переходной коробки приподнимают колонну водоподъемных насосных труб, закрепляют их хомутами над колодцем и отвертывают коробку, разъединив предварительно ее и шток от насосной лебедки.

**Уход за насосным оборудованием.** Важнейшим мероприятием для избежания частых неисправностей является правильный уход за насосным оборудованием. Только умелый и добросовестный уход делает ветронасосную установку долго и безупречно работающей.

Основные правила ухода:

1. Водоподъемная лебедка должна работать спокойно, без рывков и ударов. Допускается легкое постукивание ролика траверсы о направляющие. Смазку необходимо производить в установленные сроки.

2. Манжеты в каждом насосе следует менять в том случае, если заметно уменьшится производительность насоса при отсутствии других неисправностей.

3. Для предохранения от влияния атмосферных осадков, замерзания оборудования в зимнее время, недопущения посторонних лиц и детей и для удобства обслуживания насосная установка должна находиться в закрываемом отапливаемом помещении.

4. Насосная установка должна быть закреплена за определенным человеком, машинистом ветродвигателя, способным обеспечить правильный уход, выполнить текущий ремонт.

5. Нельзя пускать в ход насос до тех пор, пока не будут смазаны все детали и проверены крепления. При-

меняемое для смазки масло должно быть чистым и профильтрованным.

6. Если насос работает толчками и беспокойно, то это означает, что в воздушном баллоне нет воздуха. В данном случае следует при остановленном насосе отвернуть пробку баллона и выпустить из него накопившуюся воду. Воду необходимо выпускать не реже одного раза в неделю.

7. Во избежание поломок, особенно в зимнее время, перед пуском насоса нужно вручную провернуть лебедку за шкив, сделав несколько качаний, а затем поставить так, чтобы плунжер (или шток) остановился в верхнем положении. Это делается для облегчения страгивания при пуске лебедки.

Проворачиванием проверяется возможность свободного выхода воды из насоса. Если вода не сможет свободно выходить, что бывает зимой из-за замерзания ее в трубах, то может сломаться лебедка или оборвутся штанги.

8. В зимнее время после остановки насоса надо обязательно спускать воду из воздушного баллона и отводящих труб для избежания замерзания в них воды.

## **БЕСШАТРОВАЯ СБОРНО-БЛОЧНАЯ ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ**

Выпущенная промышленностью металлическая бесшатровая сборно-блочная водонапорная башня получила распространение.

Ценность этой башни заключается в том, что для ее бака не требуется вышки. Вышкой служит цилиндрическая опора бака или ствол.

Бесшатровой башня называется потому, что для утепления ее бака не нужно обычно применяемого шатра.

Бесшатровую башню можно использовать и при постройке ветронасосных установок, которые, как известно, для эффективной работы требуют обязательной водонапорной башни или другого водохранилища.

Высота башни (около 11 м) дает возможность ставить ее на расстоянии около 20 м от ветродвигателя.

Особенностью башни является то, что водяной бак установлен на цилиндрической опоре, заполненной водой и используемой как дополнительная емкость.

Емкость опоры почти равняется емкости бака, но она не может быть использована полностью из-за весьма малого напора, когда уровень воды снизится до половины высоты. Таким образом, емкость башни надо считать как полуторную емкость ее бака.

Второй особенностью является возможность собранную на земле в горизонтальном положении башню поднять и поставить на фундамент подобно тому, как ставятся ветродвигатели.

Башня может ставиться совершенно не утепленной или с легкой тепловой изоляцией стенок бака и опоры.

Возможность использования неутепленной башни основана на том, что вода подземных источников имеет температуру 6—8°C и при обмене не реже одного раза в сутки не промерзает. Окружающая зимняя температура пятидневки не должна быть ниже —24°C. К этим температурным условиям подходит климат Белоруссии. Таким образом, неутепленные башни могут ставиться на водопроводах, питающихся из буровых колодцев, но чтобы был обеспечен суточный обмен воды (температура воды в буровых колодцах около 6—8°C). Зимой возможны температуры, доходящие до минус 30—35°, а иногда и до —40°. Но эти холода кратковременны. Мероприятия при больших холодах предусмотрены правилами эксплуатации. Одним из таких мероприятий является спуск холодной воды из башни и накачивание теплой воды. В случаях, если вода подается из открытых водоемов или не обеспечивается суточный обмен воды, башня должна быть утеплена.

При монтаже водонапорной башни в комплексе с ветронасосной установкой условия несколько меняются, а именно: водоснабжение с помощью ветродвигателей требует наличия бака с двухсуточным запасом воды. Следовательно, суточный обмен воды невозможен. Возможность в любое нужное время накачать в башню воду для обмена исключена. Поэтому надо считать правилом, что в комплексе с ветронасосной установкой бесшатровая водонапорная башня должна быть обязательно утеплена.

**Конструкция башни.** Бесшатровая башня изготавливается на заводах в виде отдельных блоков: бака, цилиндрической опоры, крыши и наружной лестницы. Башни разработаны и выпускаются заводами двух раз-

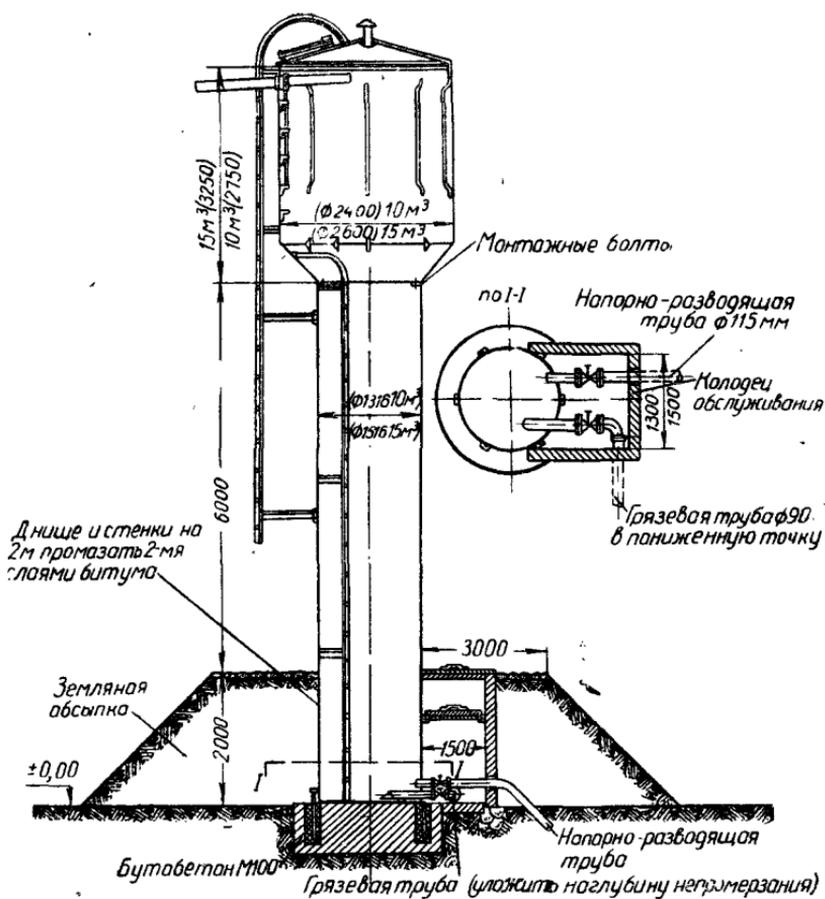


Рис. 38. Разрез бесшатровой водонапорной башни.

меров, с емкостью бака 10 и 15 куб. м. В зависимости от емкости меняются размеры бака, опоры и фундамента. Башни ставятся на бетонном фундаменте. Прочность установленной башни обеспечивается бетонным фундаментом и земляной обсыпкой.

Минским заводом «Металлоконструкция» выпускается бесшатровая башня емкостью 15 куб. м.

Техническая характеристика башни:

|   |        |
|---|--------|
| Диаметр бака . . . . .                    | 2,6 м  |
| Высота бака (от стыка с опорой) . . . . . | 3,25 м |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Высота опоры (т. е. до дна бака) . . . . .             | 8.0 м                    |
| Диаметр опоры . . . . .                                | 1,5 м                    |
| Резервная емкость воды в опоре . . . . .               | 14 куб. м                |
| Вес бака . . . . .                                     | 1 060 кг                 |
| Вес крыши . . . . .                                    | 225 кг                   |
| Вес опоры . . . . .                                    | 1 510 кг                 |
| Вес лестниц . . . . .                                  | 115 кг                   |
| Полный вес башни ) . . . . .                           | 2 910 кг                 |
| Давление на грунт с учетом ветровой нагрузки . . . . . | = 1,5 кг/см <sup>2</sup> |

**Узлы башни.** 1. Водонапорный бак имеет внизу коническое сужение, равное диаметру опоры, с которой он сваривается на месте установки до подъема. На внутренних стенках бака по окружности приварено 12 скоблдоудержателей. Назначение их следующее: в сильные морозы и при недостаточных водообменах, особенно в неутепленных башнях, на стенках баков образуется лед толщиной до 200—300 мм. Для предохранения от обвалов льда на дно бака поставлены скобы, которыми он прочно удерживается у стенок. При потеплении или с увеличением суточных водообменов лед растаивает. В верхней части бака имеется отверстие для крепления переливной сигнальной трубы. По поверхности бака приварены гайки, служащие для крепления теплоизоляции.

2. Опора (ствол) — цилиндрическая труба с дном. Длина опоры 8 м. Внутри опоры к стенке приварена лестница. У основания опоры вварены два патрубка. Один из них, нижний, служит для спуска воды, а второй — для соединения с разводяще-нагнетательным трубопроводом. По окружности у основания на равных расстояниях приварены шесть башмаков для анкерных болтов, которыми башня крепится к фундаменту. Снаружи к опоре приварены гайки для шпилек, которыми крепится теплоизоляция.

3. Крыша в собранном виде с люком и отверстием в центре для пропуска и крепления вентиляционной трубы.

4. Лестница наружная из уголкового железа.

В отдельной связке даются с башней две трубы — вентиляционная и сигнальная. В ящике находятся прокладки, метизы и болты для крепления.

Место для установки башни выбирается более высокое, невдалеке от насосной установки и на расстоянии около 10 м от магистрали водопровода. С насосной станции должна быть видна сигнальная труба башни. Вытекание воды из трубы при наполнении бака служит сигналом для остановки насоса. Возможна установка башни вдали от насосной станции, около потребителей. В таком случае необходимо автоматизировать работу башни с насосной установкой или установить сигнализацию уровня воды в башне.

Включается водонапорная башня непосредственно в водопроводную магистраль. Насос качает воду не в башню, а в водопроводную магистраль. Избыток воды в магистрали поступает в башню и наполняет ее, а при бездействии насоса водопровод питается из башни. При этой системе включения насоса у последнего должен быть обратный клапан.

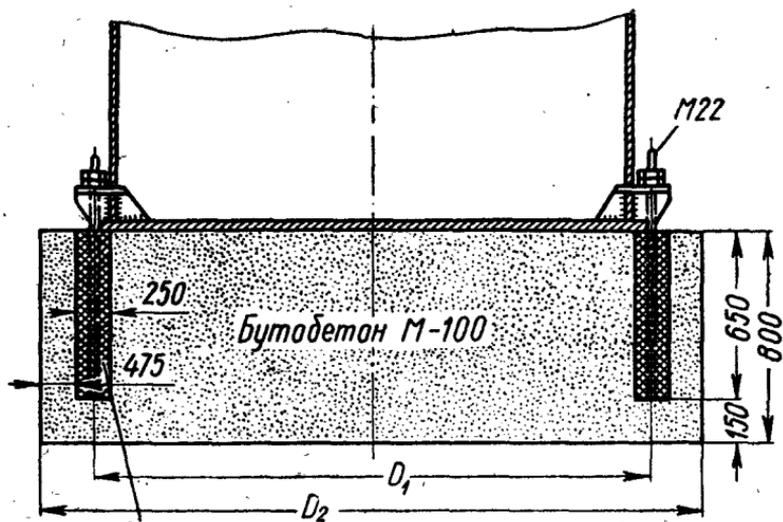
При проектировании и выборе места необходимо учесть положение башни для удобного соединения ее с магистралью.

После того как будет намечено место установки башни, приступают к изготовлению фундамента, план и размеры которого приведены на рис. 39. Котлованы роются по размерам фундамента. Фундамент делается бутовый, на цементе.

Делая разбивку котлована, находят центр башни и линию напорно-разводящей трубы, соединяющей башню с магистралью. Ось этой напорно-разводящей трубы должна быть направлена под прямым углом к магистрали водопровода. Пробки анкерных болтов могут быть поставлены вначале, до кладки фундамента, или после того как подойдет кладка на 650 мм к намеченной поверхности фундамента.

При разбивке точек под пробки следует помнить, что расстояние от центра башни до центра болта равняется расстоянию между болтами. Сделав окружность, этим же радиусом намечают центры болтов, обходя радиусом, как циркулем, по окружности. Начинают разметку болтовых центров с того, который расположен между патрубками башни, а эту точку определяют по оси напорно-разводящей трубы.

Пробки делаются или из сплошных кусков дерева сечением 250×250 мм, или сколачиваются из досок.



Окна заполняются цементным раствором состава 1:3 после установки башни

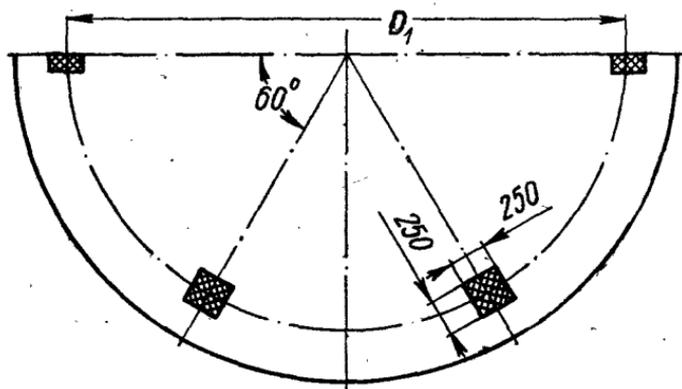


Рис. 39. Фундамент башни глубиной 800 мм.

$D_1$  — диаметр окружности расположения анкерных болтов 1 650 мм.  
 $D_2$  — диаметр окружности фундамента 2 700 мм, или 2,7 м. Объем бетона 4,3 куб. м.

При установке башни без обсыпки глубина фундамента 1,6 — 1,8 м.

В случае применения пробок из сплошных кусков дерева необходимо в начале схватывания бетона расшатать пробки на 2—3 мм, чтобы они легко выходили после затвердения.

Бетон должен быть уложен за одну рабочую смену

для избежания расслаивания. Горизонтальность фундамента проверяется линейкой с уровнем. Кладку фундамента надо выдержать до установки башни в течение 5—7 дней до полного затвердения бетона. Поставленные в фундамент пробки вынимают перед самым подъемом башни. Поднятую башню ставят фундаментными башмаками над отверстиями, выверяют вертикальность башни по отвесу, ставят в отверстия анкерные болты и заливают их цементным раствором состава 1 : 3—1 : 4. Образовавшиеся под днищем башни щели и пустоты заполняют цементным раствором.

Сборку башни начинают с того, что опору подкатывают к фундаменту и укладывают горизонтально на деревянных помостках (клетках). Затем на деревянных подкладках подкатывают бак, регулируя, чтобы ось бака совпала с осью опоры, а болтовые отверстия в диафрагме днища бака — с отверстиями в обвязочном уголке опоры. Бак соединяют с опорой двенадцатью монтажными болтами, не допуская зазора между соединяемыми частями более 5 мм.

Укладывая к соединению бак и опору, необходимо проверить, правильно ли расположены патрубки опоры и отверстие для сигнальной трубы в баке. Неправильно уложенные и соединенные детали башни трудно будет после исправить. Соединение башни с опорой болтами является временным. Башня с опорой соединяется сваркой, наложением широкого монтажного шва с наружной стороны бака. Плотность швов проверяется керосином. Для этого проверяемый шов снаружи башни покрывают меловым или известковым раствором, чтобы керосин, если он пройдет через поры или свищи в сварке, был лучше виден. Выявленные дефекты устраняют. Затем между уголками крыши и бака прикрепляют удлиненными болтами деревянный настил из шпунтованных досок толщиной 47 мм. Люк в настиле должен совпадать с лазовыми скобами внутри бака, а снаружи — с лестницей. Доски для настила с нижней и боковой сторон окрашиваются. Настил и крышу надо присоединить очень плотно, чтобы не проходил воздух. Последними устанавливают в баке сигнальную трубу и в крыше — вентиляционную трубу, а затем уже приваривают наружную лестницу, которая мешала бы прежде при поворачивании башни во время сварки.



Следом за сборкой, пока еще башня находится в горизонтальном положении, производят теплоизоляцию башни. Теплоизоляционная обшивка крепится шпильками, ввертываемыми в гайки, приваренные для этой цели по окружности бака и цилиндрической опоры (ствола). Гаек имеется на баке три ряда по 12 шт., на косине под баком 6 шт. и пять рядов по 4 шт. на поверхности ствола. До устройства изоляции необходимо наружные стенки бака и ствола покрыть защитным слоем битума от возможного ржавления.

Теплоизоляция делается следующим образом. Из досок или вагонки толщиной 16 мм делают кружала, которыми огибают бак и ствол по линии гаек и крепят шпильками к гайкам на башне.

Кружала башни делаются трехслойными. Первый слой (пояс) делается несколько шире, а два последующие, т. е. верхние, — уже. На первый пояс ложится первая внутренняя обшивка из вагонки толщиной 16 мм, а на весь пакет кружал во всю длину бака ложится наружная обшивка из шпунтованных досок толщиной 47 мм. Благодаря наличию внутренней обшивки внутри образуются две воздушные прослойки, которые заполняются каким-либо теплоудерживающим мягким материалом, как строительный войлок, пакля, мякина, отходы волокнистых (костра), торф. Под наружную обшивку закладывается толь для предохранения от возможного проникновения атмосферной влаги через щели наружной обшивки. Косой поддон бака обшивается в плотную без кружал одним слоем досок толщиной 47 мм.

Ствол (опора) утепляется только с одной воздушной прослойкой. Для этого по окружности ствола прикрепляется пять поясов кружал из одного слоя досок толщиной 16 мм, а сверху накладывается наружная обшивка из шпунтованных досок толщиной 47 мм. Воздушная прослойка заполняется так же, как и у бака. Желательно под наружную обшивку ствола положить толь.

Наружная обшивка бака и ствола стягивается обручем из полосового железа. Обручи ложатся по линии против кружал. Чертеж устройства теплоизоляционной обшивки башни показан на рис. 40. Обшивку следует делать из хорошо просушенного дерева. Доски для кружал, чтобы они хорошо огибали башню и не ломались, надо снабдить надрезами в поперечном направлении,

делая эти надрезы пилой на расстоянии около 3 см одна от другой.

Окончив устройство обшивки, башню обязательно красят два раза.

Вместо изготовления трехслойных кружал бака, можно поступить иначе. Ложится первый ряд кружал 16 мм толщины, а на них во всю длину бака ложится внутренняя обшивка толщиной 16 мм с закладкой мягкого утеплителя. Затем поверх внутренней обшивки ложится второй ряд кружал толщиной 16 мм, и на них прикрепляется наружная обшивка с предварительной закладкой утеплителя и толи.

Результат один и тот же, так как образуется две воздушные прослойки, но процесс изготовления несколько проще.

Для устройства теплоизоляции башни требуются следующие материалы:

|   |            |
|---|------------|
| Доски шпунтованные 47 мм . . . . .                    | 3,6 куб. м |
| при установке башни без обсыпки . . . . .             | 4,8 »      |
| Доски-вагонка 16 мм . . . . .                         | 1,0 »      |
| Толь (для бака 25 и ствола 45) . . . . .              | 70 кв. м   |
| Железо полосовое (в зависимости от размера) . . . . . | 20—30 кг   |
| Гвозди . . . . .                                      | 15 кг      |

Заполнитель в списке не указан, так как предполагается использовать местные отходы производства.

После подъема (о способе подъема сказано ниже) башню закрепляют растяжками в четырех направлениях. Растяжками может служить проволочная скрутка из 2—3 проволок толщиной 4—5 мм. Такелажное (подъемное) оборудование может быть снято только после закрепления башни упомянутыми растяжками и затвердения бетона анкерных болтов.

Закрепив растяжки, приступают к соединению башни с водопроводом.

К обоим вваренным в башню патрубкам присоединяются задвижки Лудло. К патрубку меньшего диаметра, расположенному на высоте 150 мм от дна, присоединяется грязевая труба для промывки и спуска воды. Труба отводится в пониженное место сбора сточных вод.

Ко второму патрубку, диаметром 100 мм, расположенному на высоте 300 мм от дна, присоединяют трубы напорно-разводящей сети.

Убедившись в отсутствии течи в коленах патрубков и соединениях труб, приступают к постройке смотрового колодца. Колодец строят примыкающим к стволу башни у вывода патрубков, размерами, указанными на рисунке. Материалом для колодца может служить кирпич, камень, дерево. Колодец должен иметь отверстие — лаз, закрываемый двумя крышками, из которых внутренняя утепляется зимой соломой, мякиной, опилками или другими подобными материалами. Для этого внутренняя крышка делается в виде ящика.

После постройки смотрового колодца и проверки соединений башни и трубопровода приступают к засыпке траншей и обсыпке башни. Обсыпку обкладывают дерном. После обсыпки растяжки снимают.

Кроме вышеописанного способа крепления башни с обсыпкой, разработанного и рекомендованного ВИМом, возможно крепление без обсыпки.

При способе крепления без обсыпки все силы от бокового давления ветра на башню должен воспринять фундамент. С этой целью фундамент должен закладываться на глубину 1,6—1,8 м и выступать над поверхностью земли на 0,1—0,2 м. Вся толщина бетона составит около 2 м. Однако около смотрового колодца со всех трех его сторон необходимо сделать подсыпку земли для утепления самого колодца и прилегающей почвы, через которую проходят трубы.

Нижнюю часть башни на высоте 2 м также надо более усиленно утеплить, чтобы предохранить от замерзания малые объемы воды на дне башни. Обсыпкой преследуются две цели: усилить устойчивость башни от боковых давлений ветра и создать утепление дна башни. Первое требование достигается увеличением глубины фундамента, а для второго необходимо сделать соответствующую теплоизоляцию у дна башни. Таким утеплителем может служить деревянная обшивка нижней части бака высотой 2 м и толщиной 0,6—0,8 м, с засыпкой теплоудерживающим материалом. Верх обшивки должен быть водонепроницаемым и со скатом. Если в хозяйстве на месте установки башни имеется возвышенность, то башню можно поставить в углубление, сделанное на этой

возвышенности. При этом следует обеспечить возможность спуска воды из башни.

Правильная эксплуатация башни требует своевременного проведения ремонтов, промывки и ухода. Если вода поступает из открытого водоема (пруд, река, шахтный колодец), то необходимо чаще делать промывочный спуск воды из башни через грязевую (промывочную) трубу. Время между очередными промывками зависит от степени загрязнения башни. Периодически необходимо производить дезинфекцию башни и трубопроводов хлорной известью.

Для дезинфекции башня предварительно заполняется водой и в нее вливается 6—10 литров однопроцентного раствора хлорной извести. Спустя 15—20 минут, открывают все краны водопровода, чтобы дезинфицирующая вода из бака промыла все трубы. Спустя еще 30 минут, открывают грязевую трубу и спускают из башни весь остаток воды. Затем пускают насос и производят промывку башни и сети через краны и грязевую трубу.

Если длительное время будет оставаться неприятный запах хлора в воде, то в воду добавляют небольшое количество аммиака (нашатырного спирта).

Промывку башни с дезинфекцией рекомендуется делать не реже одного раза в год.

Ежегодно надо проверять состояние окраски внутренней и наружной поверхности башни, не допуская образования ржавчины. Перед нанесением свежей краски старую удаляют. Окраска делается в два слоя.

Зимой во время морозов, достигающих более 20—25°, когда на стенках бака образуется лед толщиной более 150 мм, рекомендуется делать искусственный водообмен. Через грязевую трубу воду из башни выпускают и вновь ее наполняют водой из источника, включая насос или ветродвигатель. В сильные морозы можно оставить небольшую течь воды где-либо на конечной точке водопровода или даже приоткрыть грязевую трубу, а ветродвигатель держать включенным все время, чтобы происходил водообмен. Надо, однако, следить, чтобы, в случае отсутствия ветра не оставить таким путем ферму без воды.

В случае необходимости перекрыть на значительное время подачу воды в сеть, следует предварительно спустить всю воду из башни до устранения неисправности.

Весной, во время таяния льда нельзя спускать пол-

ностью воду из башни, чтобы не повредить днище опадающим льдом.

Под сигнальной трубой надо сделать отмостку и отводить воду от башни, чтобы не размывалась земляная насыпь и не портилась теплоизоляция.

Подъем башни производится при помощи трехтонной грузовой лебедки или гусеничным трактором (желательно лебедкой, так удобнее и безопаснее). Башня для подъема подвергается оснастке такелажным оборудованием, напоминающим оснастку ветродвигателей.

Подготавливаясь к оснастке, разбирают деревянный настил или клетку, на которую башня опиралась днищем, и ложат его на фундамент. На фундамент кладутся временные доски, которые должны лежать на настиле вдоль башни. Грузовым тросом обхватывают башню петлей под баком. Трос от башни через блоки идет к стреле, а со стрелы, в зависимости от выбранного варианта, направляется к лебедке или к трактору. У места крепления грузового троса крепятся боковые и задняя растяжки. Для предохранения от продольного сдвига башни при натяжении под углом грузового троса башня прикрепляется за нижние два башмака к двум столбам, поставленным по сторонам башни. Благодаря удерживанию башни за низ она при натяжении троса поворачивается в точке опоры дна и становится в вертикальное положение.

В инструкции ВИМа даны два варианта подъема: с неподвижной стрелой и падающей, т. е. подвижной стрелой, так называемым шевром. В обоих вариантах оснастка грузовыми тросами и устройство стрелы очень сложны. Поэтому предложен и успешно применяется другой, более простой способ оснастки, при котором подъем происходит способом падающей стрелы. Стрела ставится по другую сторону фундамента так, как указано во втором варианте и на рис. 41. Устройство стрелы сравнительно простое. На поперечное бревно основания длиной около 4 м ставится другое бревно, длиной 7 м и толщиной в вершине 25—26 см. Это бревно укрепляется к поперечине деревянными раскосами и скобами по сторонам. Нижняя часть стрелы крепится к поперечине хомутом. В нижнем торце стрелы делается седлообразное углубление, которым она садится на поперечину. Верхний торец стрелы имеет углубление, окованное же-

лезом, такое же, какое делается у стрелы при подъеме ветродвигателей. В углубление вершины стрелы ложится кондуктор, к проушинам которого крепятся тросы от башни и лебедки.

Оснастка производится так же, как при подъеме ветродвигателей. Башня обхватывается тросовой петлей под

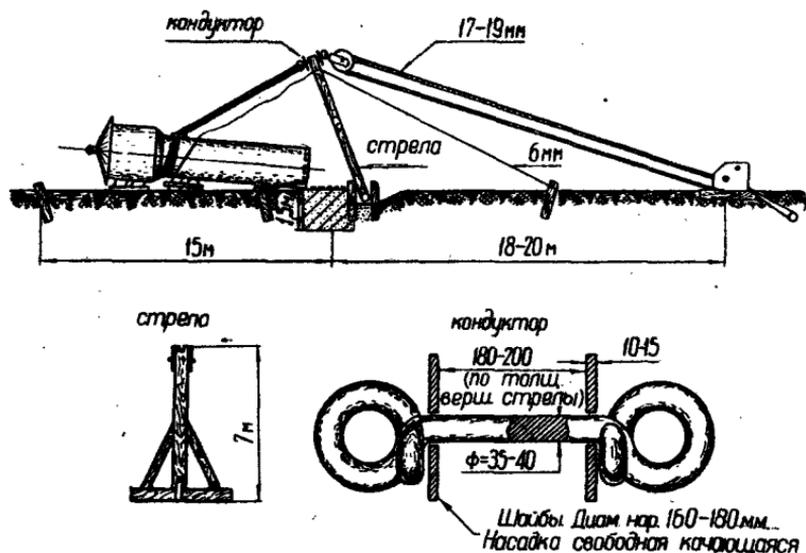


Рис. 41. Схема оснастки башни для подъема по способу оснастки ветродвигателей.

баком, и этот же трос, сложенный вдвое, идет к стреле, но у стрелы трос соединяется со специальным кондуктором, который ложится в паз. По другую сторону стрелы к кондуктору подвешивается однорычковый пятитонный блок, через который проходит подвижный грузовой трос к трехтонной грузоподъемной лебедке. Крепление троса, лебедки, боковых растяжек и их столбов такие же, как и при установке ветродвигателей, но стрела ставится в углубление 0,5 м с предохраняющими от сдвига ее столбами. Трос применяется диаметром 17—19 мм.

Стрела после ее подъема в вертикальное положение привязывается за вершину двумя проволоками. Одной — за башню, где крепится трос, и другой — в сторону

лебедки к столбику, поставленному на расстоянии 10 м от стрелы. Эта проволока толщиной 5—6 мм будет держать стрелу в наклонном в сторону башни положении во время оснастки, а при подъеме, когда трос выйдет из верхнего паза стрелы, не позволит ей упасть. Проволока, идущая от стрелы к башне, должна быть свободной, не натянутой.

Кондуктор, благодаря наличию двух шайб, не может скользить по стреле и поведет ее за собой до момента выхода из углубления.

Задняя оттяжка крепится к столбу, но не к лебедке. Исправление положения башни без задней лебедки производится следующим образом: когда остается всего 20—30 мм до соприкосновения дна башни с фундаментом, опускание приостанавливают и ломami исправляют положение башни. Затем, придерживая ее в нужном положении, опускают на фундамент. Опускание производится травлением задней оттяжки. Затем грузовой лебедкой приподнимают другую сторону башни, опиравшуюся на фундамент при подъеме, вынимают продольные доски, исправляют, если требуется, направление башни и, отпуская трос, ставят ее на место.

Схема оснастки, устройства стрелы и кондуктора изображена на рис. 41.

Удобство применяемой оснастки заключается еще и в том, что такелажное оборудование для подъема ветродвигателей, используют и для подъема водонапорных башен. Единственной дополнительной деталью является кондуктор кузнечного изготовления.

---

ЛИТЕРАТУРА:

Е. М. Фатеев. Ветродвигатель. Машгиз, 1957.

Е. М. Фатеев. Ветродвигатели и ветроустановки. Сельхозгиз, 1957.

В. Р. Секторов, Я. И. Шефтер. Ветросиловые установки на животноводческих фермах. Сельхозгиз, 1956.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| Использование ветродвигателей в Белоруссии . . . . .                 | 3   |
| Краткие сведения о ветродвигателях . . . . .                         | 12  |
| Мощность ветродвигателя . . . . .                                    | 18  |
| Эксплуатация ветродвигателей . . . . .                               | 22  |
| Стоимость ветросиловой установки . . . . .                           | 44  |
| Ветродвигатель ТВ-8 . . . . .  | 52  |
| Монтаж ветродвигателя . . . . .                                      | 67  |
| Уход за ветронасосной установкой . . . . .                           | 90  |
| Ветродвигатель УВД-8 . . . . .                                       | 97  |
| Монтаж ветродвигателя . . . . .                                      | 109 |
| Ветродвигатель Д-12 . . . . .  | 122 |
| Монтаж ветродвигателя . . . . .                                      | 139 |
| Регулировка ветродвигателя . . . . .                                 | 147 |
| Уход за ветродвигателем . . . . .                                    | 149 |
| Способ установки ветродвигателя на готовом фундаменте . . . . .      | 158 |
| Особенности подъема ветродвигателей гусеничными тракторами . . . . . | 160 |
| Ремонт ветродвигателей . . . . .                                     | 165 |
| Ремонт насосного оборудования . . . . .                              | 176 |
| Бесшатровая сборно-блочная водонапорная башня . . . . .              | 182 |
| Литература . . . . .   | 197 |

Редактор *И. Торкайло*  
Технический редактор *С. Русак*  
Корректор *С. Киселевич*

---

АТ 09813. Подп. к печати 18/III 1959 г.  
Тираж 4000 экз. Формат 84 × 108<sup>1/2</sup>/<sub>32</sub>.  
Физ. печ. л. 12,5. Усл. печ. л. 20,5.  
Уч.-изд. л. 10,45 Зан. 628. Цена 3 р. 65 к.

---

Типография им. Сталина, Минск,  
проспект им. Сталина, 105.