

Т Р У Д Ы
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ

Выпуск 62

Инж. А. И. АЛЕКСЕЕВ

ВОДОПОДЪЕМНИКИ
для
ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОЛХОЗОВ

УзГОСИЗДАТ
ТАШКЕНТ — 1941

Т Р У Д Ы

СРЕДНЕАЗИАТСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ

Выпуск 62

Инж. А. И. АЛЕКСЕЕВ

ВОДОПОДЪЕМНИКИ
для
ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОЛХОЗОВ

УЗБЕКСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТАШКЕНТ — 1941

ВВЕДЕНИЕ.

Воду можно поднимать различным способом, применяя при этом разнообразнейшие механизмы. Так как потребность в подъеме воды стара, то и приспособлений для водоподъема или водоподъемных механизмов имеется очень много; некоторые из них уже не применяются по разным причинам, но и из тех, что употребляются, до настоящего времени для колхозного водоснабжения пригодны лишь немногие. Эти водоподъемники, а также двигатели, с помощью которых их можно приводить в движение, описаны ниже. Считаем необходимым в самом начале привести объяснение некоторых понятий, которые будут встречаться в этой книжке.

Под водоподъемником понимается всякий аппарат, прибор или механизм, служащий для подъема воды.

Все водоподъемники, число которых, как уже сказано, громадно, могут быть разбиты на несколько групп в зависимости от способа подъема, применяемого при их действии. Так, в особую группу относятся все водоподъемники, *черпающие* воду каким-либо сосудом; к ним, конечно, относятся ведра, всякие черпаки, нории, водоподъемные колеса и проч.

Затем большую группу составляют насосы, т. е. такие приборы, которые захватывают воду насасыванием, состоящим в том, что вода вгоняется в прибор атмосферным давлением вследствие образования тем или иным способом пустоты или разрежения внутри прибора; чаще всего это разрежение производится поршнем, движущимся в цилиндре, и тогда такой насос называется *поршневым*, причем если он всасывает только одной стороной поршня, — он называется насосом *простого действия*; если же всасывание производится обеими сторонами поршня, то прибор носит название насоса *двойного действия*. Всасывание может производиться и действием центробежной силы; тогда насосы называются *центробежными*; может производиться струей воды — *водоструйные* насосы, изменением скорости движущейся в трубе воды — *инерционные* насосы и т. п. Насос может всосанную воду выливать на той же высоте, на которой он стоит; в таком случае он называется *всасывающим* насосом; но могут быть и такие насосы, которые насосанную воду гонят еще по трубе на ту или иную высоту над местом установки насоса; такие насосы называются *нагнетательными*.

Эта группа водоподъемников является самой большой вследствие громадного числа охватываемых ею насосов самых разнообразных конструкций.

К группе *капиллярных* водоподъемников относится небольшое число аппаратов, поднимающих воду вследствие ее прилипания к бесконечной ленте, устроенной разными способами: лента или цепь, или просто веревка охватывает два шкива, из которых один находится на поверхности земли, а другой погружен в воду, так что гибкое тело смачивается, вода входит между отдельными звеньями цепи или в специально сделанные ячейки и держится в них до тех пор, пока цепь или лента движется вверх по прямой линии; когда же она вступает на верхний шкив, то, вследствие развивающейся при этом центробежной силы, вода выкидывается из ячеек и улавливается специальным кожухом.

Группа *эмульсионных* водоподъемников — нагнетательные и всасывающие эрлифты, в которых подъем воды производится путем введения воздуха тем или иным способом в подъемную трубку; воздух, разбитый на отдельные пузырьки, образует вместе с водой как-бы эмульсию — смесь, более легкую чем вода, и потому поднимающуюся в подъемной трубе выше поверхности воды в источнике, из которого производится подъем.

Наконец, следует еще упомянуть о группе водоподъемников, работающих без постороннего двигателя и использующих силу течения воды или силу ее падения; эта группа тоже включает большое число аппаратов, но из них опишем только наиболее часто применяемый в водоснабжении колхозов гидравлический таран.

1. РУЧНОЙ ВОДОПОДЪЕМ.

В колхозно-совхозном водоснабжении колодцы оборудуются самыми разнообразными водоподъемными механизмами и приспособлениями в зависимости от глубины колодца, его типа и конструкции, величины водозабора, назначения его и т. д. Механизация водоподъема как из шахтных, так и из трубчатых колодцев, является необходимостью; для этой цели можно использовать простейшие типы водоподъемного оборудования, не требующие сложного производства.

Водоподъемники с ручным приводом применяются при подъеме воды из небольших глубин и в малых количествах. Этот привод встречается у насосов, не работающих постоянно, и у переносных.

Привод от руки осуществляется посредством рычага или кривошипа.

Производительность одного качальщика при ручном водоподъеме зависит от системы водоподъемника, степени его исправности и от конструкции ручного привода. Полезная работа при подъеме воды, посильная одному человеку, — около 0,2

лошадиной силы. При непродолжительной работе человек может развивать и 0,5 л. с.

1. Деревянные насосы.

Деревянные насосы уже давно широко используются в сельскохозяйственном водоснабжении Союза ССР и практикой выработаны определенные типы их. Деревянные насосы распространены главным образом в лесистых местностях северной части СССР, где имеется подходящий материал для их изготовления; этим материалом служит сосна, причем идущие на производство насосных труб бревна должны быть прямые, без выпадающих сучков и без признаков гнили.

Деревянные насосы предназначены для подъема воды из копаных колодцев глубиной до 12 м.

Производительность деревянных насосов достигает 2 литров в секунду.

В зависимости от требующейся производительности насоса, внутренний диаметр труб встречается в 40, 60, 100 и 120 мм; чаще всего применяются размеры, указанные на рис. 1. Для изготовления насоса для колодца в 12 м глубиной требуется:

бревен $d = 350$ мм	4	погонных метра;	
бревен $d = 300$ мм	8	метров	
железа для поволоков оброчей, болтов и тяг			50 кг.
гвоздей, шурупов			0,5 кг.
кожи для клапанов и манжет			0,5 кг.

Стоимость насоса при кустарном его изготовлении не превосходит 100 р., причем на рабсилу приходится около 30 р.; при массовом изготовлении и при механизированном производстве сверленных труб цена эта может быть уменьшена в несколько раз. Таким образом, можно считать, что деревянный насос является наиболее дешевым водоподъемником, не требующим большого количества дефицитных материалов.

Описание. Деревянный насос (рис. 1), разработанный ВНИИГИМ, состоит из деревянной сверленной трубы 1, с наружным диаметром до 300 мм и диаметром просверленного отверстия в 50 мм; эта труба устанавливается нижним концом на дне колодца и служит всасывающей трубой насоса; она соединяется с помощью железной соединительной муфты, со стоящей на ней деревянной трубой 2 наружного диаметра в 350 мм, но с отверстием сверления ее в 120 мм. Эта труба выходит своим верхним концом на поверхность земли и служит насосным цилиндром и напорной трубой; в той части, где ходит поршень 5, вставляется кусок медной или железной трубы 4 на всю длину хода поршня, так что поршень трется не по дереву, а по металлу.

Поршень 5 представляет собой выточенный из осинового болванки цилиндр с коническим, просверленным в центре его, отверстием в 50 мм в диаметре, в узком конце закрываемым расположенным наверху кожаным клапаном 6. К поршню прикреп-

Technical drawing of a well construction cross-section. The drawing shows a vertical shaft with various components labeled with numbers 1 through 11. Key dimensions include a diameter of 0.12m for the central pipe, a length of 0.80m for a section, and a total depth of 12.00m. A section at the bottom is labeled 'HE MEURE' with a diameter of 0.125m and a length of 0.600m. A horizontal section at the bottom right is labeled '1.00'.

служит вколоченное в землю бревно с проушиной, в которую входит качалка, вращающаяся на железном болте. Для поступления воды во всасывающую трубу в нижнем конце ее, сбоку, делается отверстие 11 диаметром в 60 мм, затягиваемое медной сеткой. Вода в колодце должна стоять на высоте не менее 1,25 м

для того, чтобы сетка не засорялась плавающими на поверхности воды листьями и пр.

2. Насос типа „Нортон“.

Этот насос представляет собой вертикально расположенный цилиндр с несколько уширенной верхней частью, в которой либо имеется отверстие для сливного патрубка, либо просто прилит носик в форме желоба, через который выливается поднятая насосом вода. В дне нижней части цилиндра помещается всасывающий клапан и имеется фланц, которым цилиндр прикрепляется к крышке колодца, сквозь которую проходит всасывающая труба. Рабочая часть насоса — поршень — движется в цилиндре с помощью небольшого штока, шарнирно соединенного с поршнем. Поршень имеет сквозное отверстие для прохода воды (поэтому такой поршень называется „проходным“), закрываемое клапаном при ходе поршня вверх. Ручной насос „Нортон“ (рис. 2), выпускаемый московским заводом „Красный факел“, имеет следующие основные размеры:

Диаметр цилиндра в мм	90
Ход поршня в мм	120
Диаметр трубы в мм: всасывающей	38
нагнетательной	34
Габаритные размеры в мм: высота	470
длина	670
ширина	170
Подача за один двойной ход в литрах	0,65
Число качаний в минуту: от	35
до	60
Производительность в м ³ /час: минимум	1,36
максимум	2,34
Высота всасывания в м	6,5
Вес в кг нетто	17
Число качальщиков	1

В условиях водоснабжения колхозов иногда приходится ставить на поверхности земли ручной поршневой насос в виде колонки, причем важно, чтобы он обладал хорошей устойчивостью, делающей его удобным в эксплуатации. С этой целью для случая неглубокого залегания грунтовых вод, не превышающего 7 м, ВНИИГИМ был разработан в 1933 г. типовой штанговый поршневой насос-колонка, изображенный на рис. 3; его можно поставить на любом водисточнике, буровом или шахтном колодце, в реке, пруде, и т. п.

Водоподъемник собирается из стандартных частей, поэтому он легкий и удобен в эксплуатации.

Производительность насоса при 40 качаниях в минуту $Q = 1,13$ литра в секунду. Вес насосов — 13 кг. Основные размеры видны на рис. 3.

В трубчатых и шахтных колодцах при залегании грунтовых вод ниже высоты всасывания, т. е. ниже 7 м, устанавливаются так называемые рабочие цилиндры. ВНИИГИМ разработан ос-



Рис. 2. Общий вид работы ручного насоса „Нортон“.

Водоподъемник сконструирован с таким расчетом, чтобы при помощи специальных хомутов его можно было прикрепить к доске или стенке шахтного колодца. Насос свободно опускается в 6-дюймовую скважину.

Всасывающий клапан насоса — откидной, хорошо работает при небольших давлениях. Во избежание прохода воды и воздуха между внутренними стенками рабочего цилиндра и поршня, — внутренняя поверхность цилиндра на расстоянии хода поршня растачивается и полируется.

Длина рабочего цилиндра	480 мм
Внутренний диаметр	101,6 мм
Ход поршня	254 мм
Производительность при 40 качаниях	1,13 л/сек.
Вес	11 кг
Приводные штанги в пог. метр	3/4

На рис. 6 показан сдвоенный поршневой штанговый насос, смонтированный из двух штанговых насосов простого действия (рис. 4).

Technical drawing of a vertical steam engine mechanism, showing a cross-section of the cylinder and connecting rod assembly. The drawing includes various dimensions and material labels in Russian.

Dimensions:

- Top section: 210, 25, 700, 430, 1000
- Middle section: 150, 310, 60, 30, 170
- Bottom section: 20, 150, 370, 150

Material Labels:

- Железо (Iron)
- Бронза (Bronze)
- Копка (Copper)
- Чугун (Cast Iron)

Other Labels:

- Всадная труба (Inserting pipe)
- Всасывающая труба (Suction pipe)

9

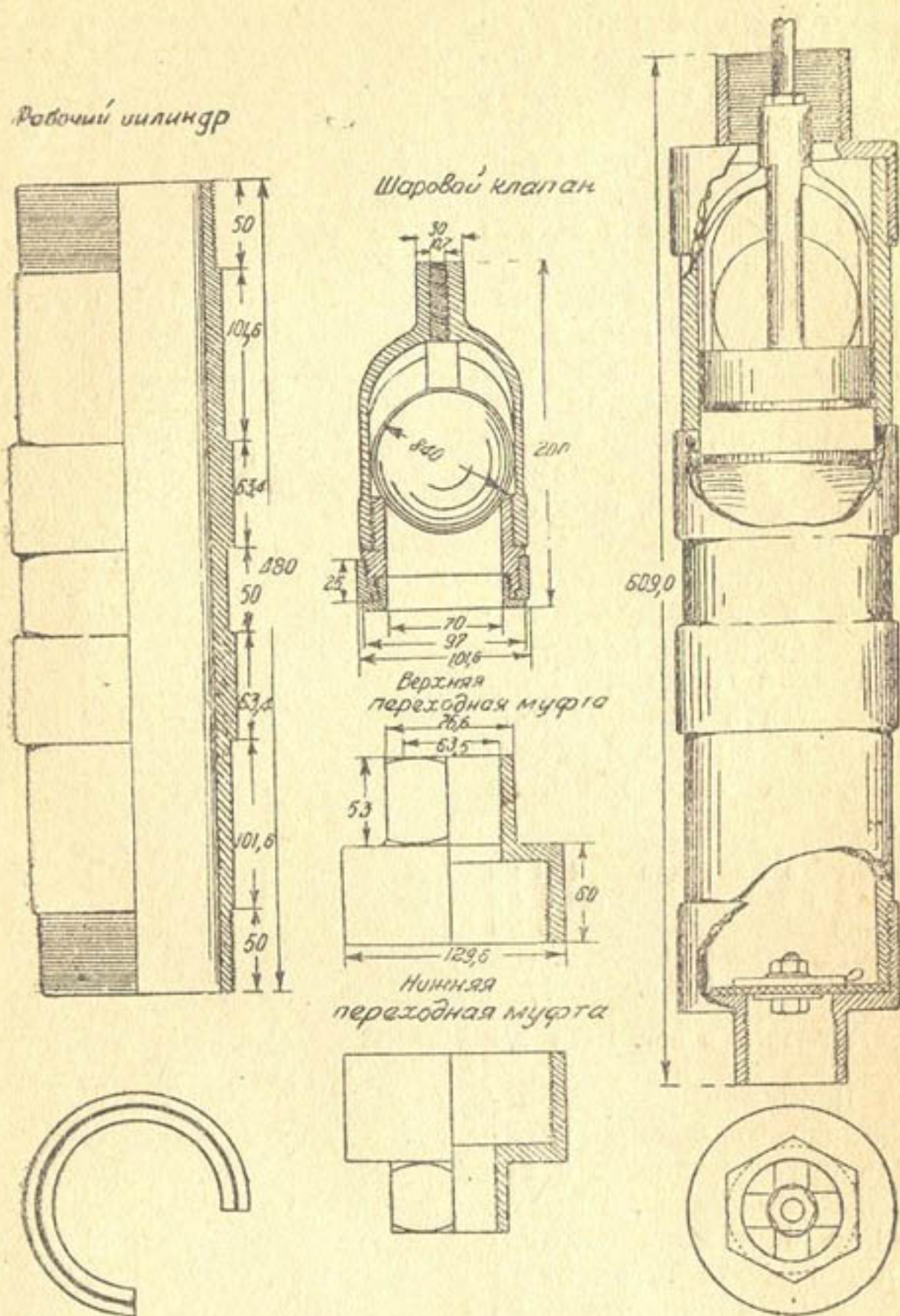


Рис. 4. Поршневой штанговый насос простого действия типа А-1.

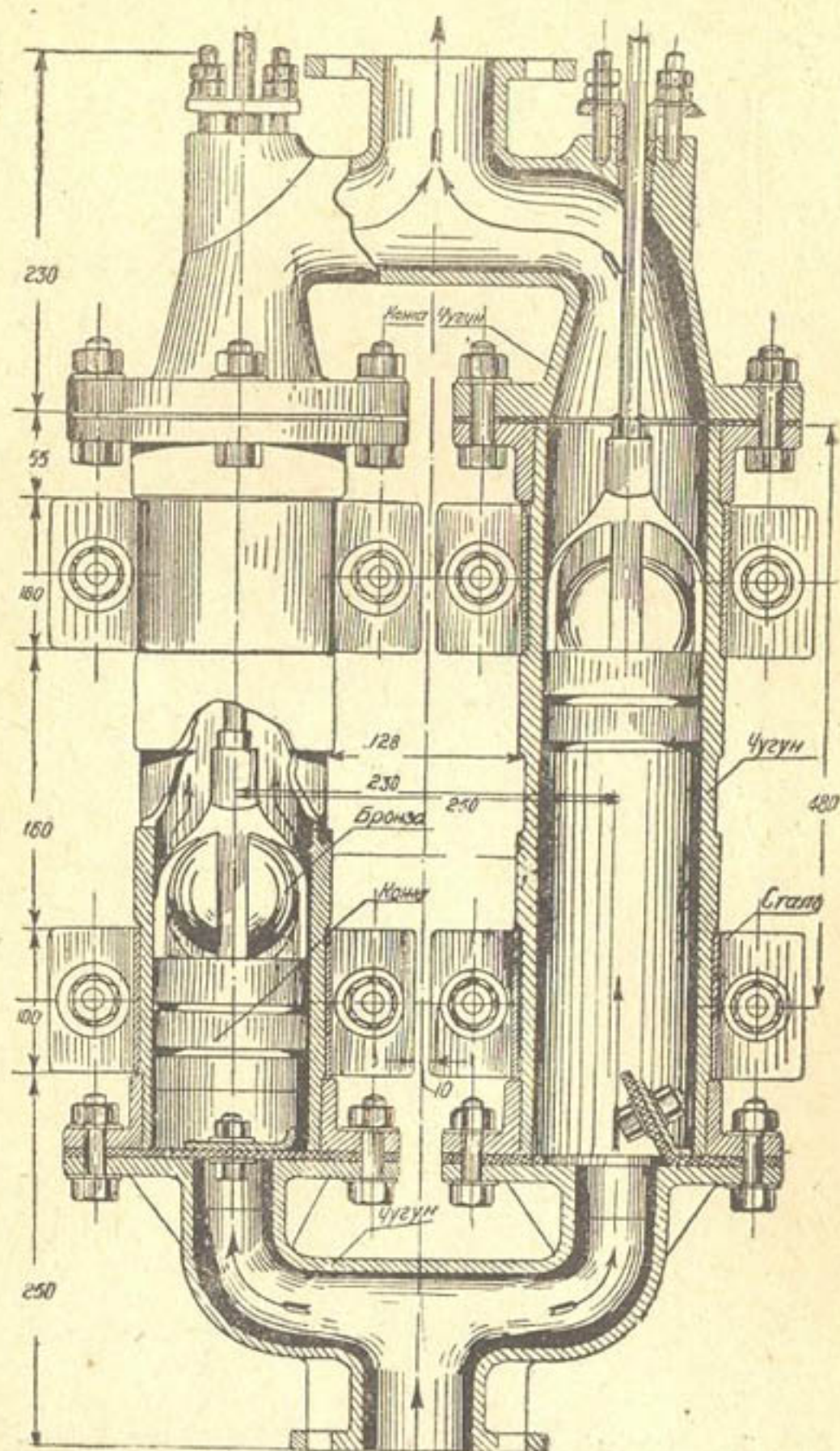


Рис. 6. Сдвоенный штанговый поршневой насос типа А-2.

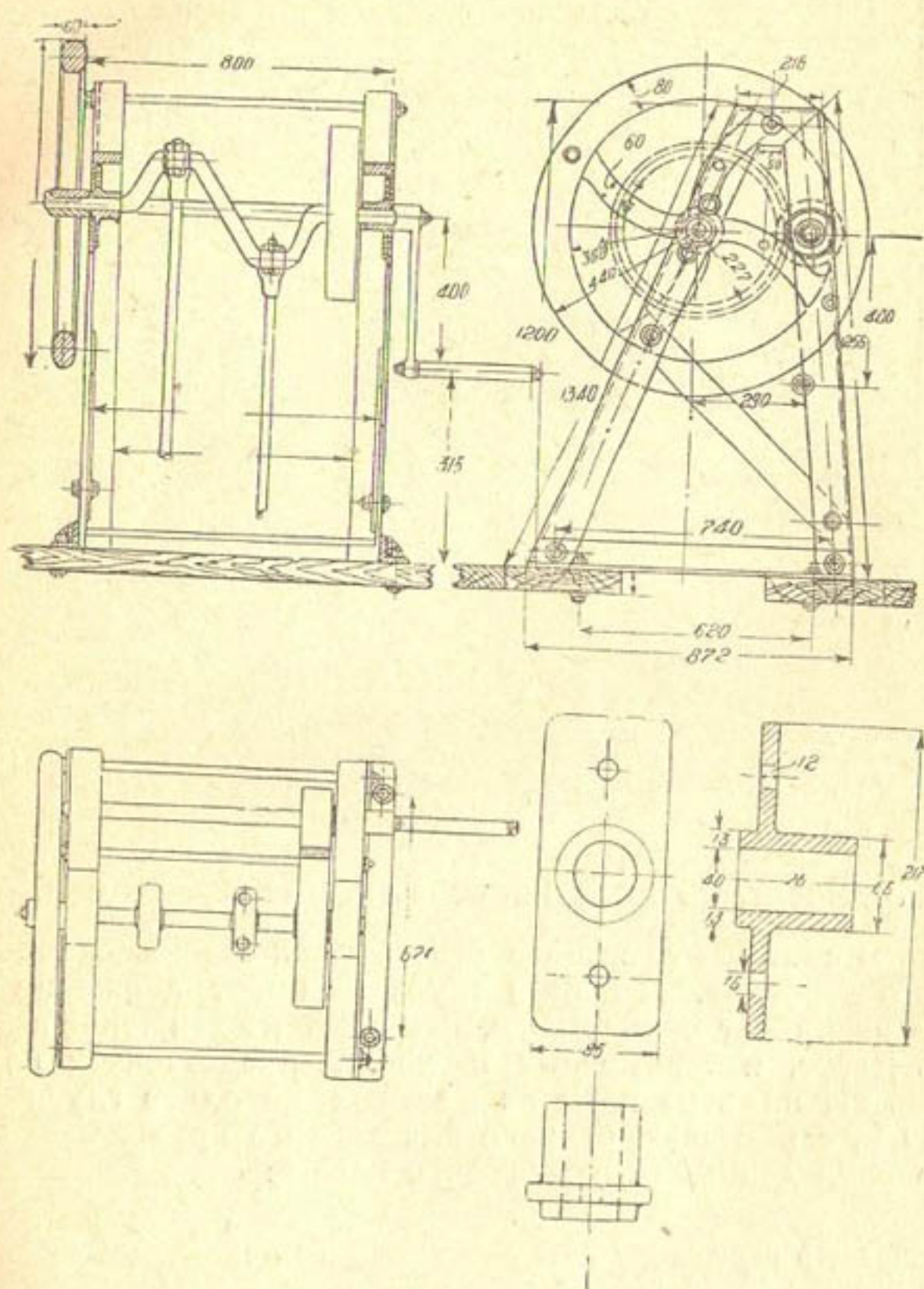


Рис. 7. Лебедка к двойному поршневому штанговому насосу типа А-2.

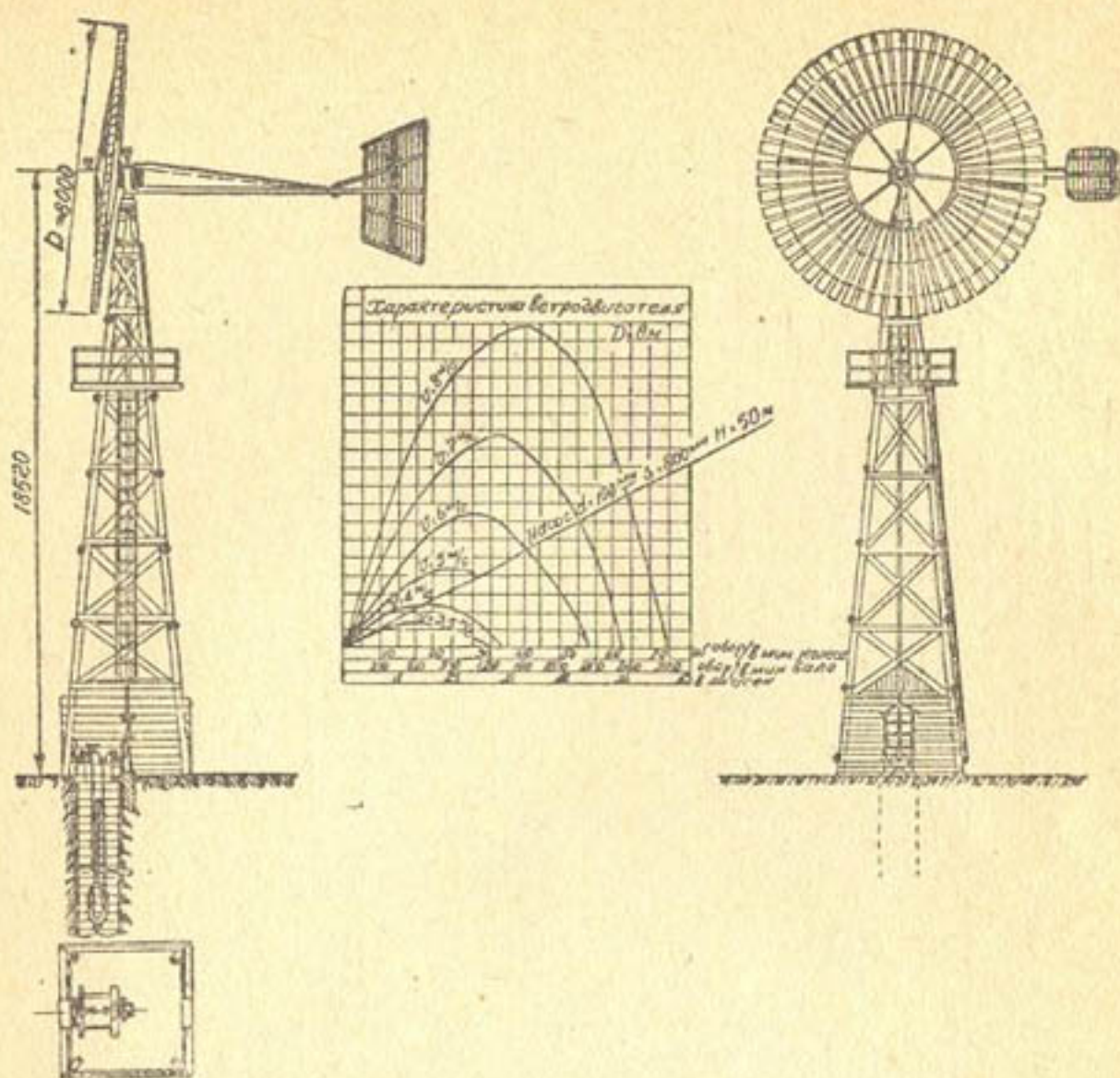


Рис. 8. Ветровая водоподъемная установка со двойным поршневым насосом.

3. Бесштанговый насос системы Кузнецова.

Насосы системы Кузнецова относятся к поршневым насосам двойного действия. Напорная труба их имеет движение вверх и вниз и исполняет роль штанги, приводящей в движение поршень насоса. Насос, изображенный на рис. 9, предназначен главным образом для подъема воды из шахтных колодцев глубиной от 5 до 30 м, с помощью ручного или конного привода.

Основные данные бесштангового насоса:

	Ручного	Конного
1. Диаметр поршня	82 мм	82 мм
2. Диаметр штока, прикрепленного к поршню	47 мм	47 мм
3. Ход поршня	200 мм	300 мм
4. Число двойных ходов поршня в минуту	35—50	50—60
5. Производительность (в л/сек.)	1—1,5	2—2,5
6. Общий вес насоса без напорных труб	около 50 кг.	

Устройство насоса и установки состоит из следующих основных частей (рис. 9): цилиндра, набивной коробки, нижней крыш-

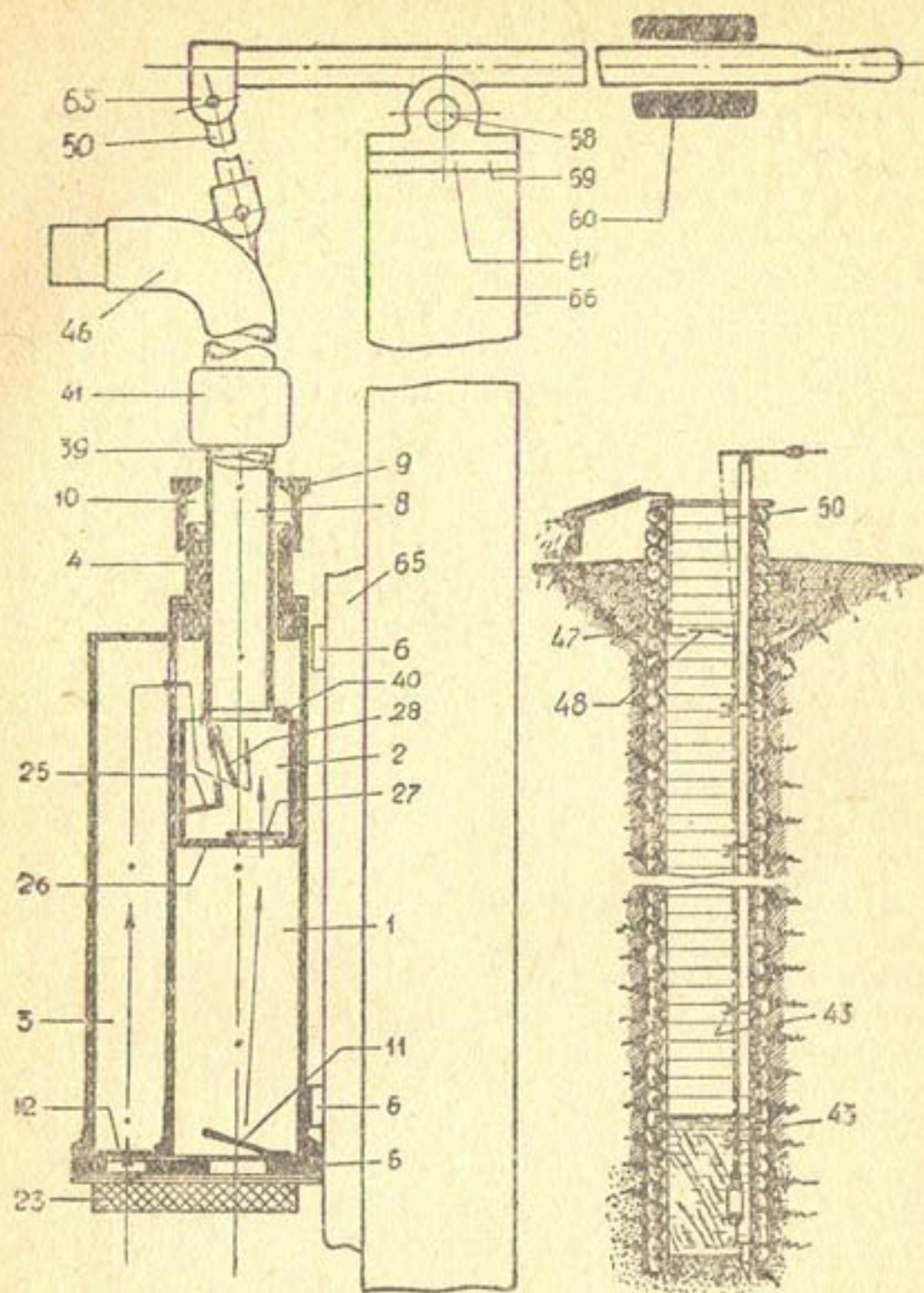


Рис. 9. Бесштанговый насос сист. Кузнецова.

ки, поршня, напорных труб с направляющими роликами, отвода с гибким рукавом, выкидной трубы, шатуна, ручного привода, конного привода.

Корпус насоса состоит из 2 частей. Одна из них представляет рабочий цилиндр 1, в котором движется поршень 2, а вторая часть представляет собой всасывающую трубку 3, наглухо закрытую сверху и соединяющуюся с верхней частью цилиндра 1 окном для прохода воды. На боковой стороне корпуса имеются четыре лапы для прикрепления насоса к фундаментальной доске. В набивочной коробке 4 отверстие, расточенное под шток 8, имеет 4 кольцевых выточки для водяной набивки. Набивочная коробка служит для образования в цилиндре 1 второй камеры, из

которой вода, поступающая в нее из всасывающей трубы 3, нагнетается по пустотелому штоку вверх. Нижняя крышка 5 устраивается отдельно для облегчения монтажа всасывающих клапанов 11 и 12.

Поршень 2 — проходной.

Напорные трубы 39, служащие одновременно и штангой, скрепляются со штоком 8 поршня; в зависимости от глубины колодца они состоят из нескольких газовых труб. Чтобы трубы не искривлялись во время их движения, их проводят через ряд направляющих роликов 42, вращающихся на своих осях и помещенных в кронштейнах 14, расположенных на расстоянии 2—3 м друг от друга.

Для отвода поднимаемой воды применяется гибкий рукав 48. В конце выкидной трубы 47 имеется отверстие, закрываемое болтиком 54, для спуска воды из трубы 47 в холодное время года, тогда это отверстие все время остается открытым. Ручной привод состоит из рычага 56 с приваренным к нему крестообразно валиком 58 (на концах его имеются цапфы, которыми вал опирается на два подшипника 59), груза 60, укрепляемого болтами 62 к концу бруса 66, выступающего из колодца над верхней частью сруба. Крепление насоса производится на нижнем конце доски на расстоянии 20 см от конца доски. При установке насоса на фундамент необходимо стремиться к тому, чтобы движение конца штока при ходе поршня вверх и вниз происходило параллельно поверхности и кромкам фундаментальной доски.

Из небольшой практики по работе этих насосов рекомендуется устанавливать их на брус или пластине, закрепляемых в одном из углов колодца на всю его глубину. Действие насоса происходит следующим образом: при движении рукоятки рычага вниз поршень идет кверху; в это время клапан 27 поршня закрывается, а клапан 28 поршня открывается; одновременно с этим закрывается клапан 12. Вытесняемая из цилиндра вода проходит в напорную трубу и выкидывается наверх. В то же время в нижнем конце цилиндра происходит разрежение, а следовательно и засасывание воды через открывающийся клапан 11. При движении рычага вверх в цилиндре происходит обратное явление, т. е. поршень идет книзу, при этом клапан 11 в цилиндре закрывается, происходит вытеснение воды из нижнего конца цилиндра, благодаря чему открывается в поршне клапан 27, а клапан 28 закрывается, и вода поступает в напорную трубу. При этом же движении поршня клапан 12 цилиндра открывается, и в свободной части цилиндра происходит разрежение, а следовательно, и засасывание воды через открывающийся в это время клапан 12.

В случае необходимости ручной привод может быть заменен конным приводом*.

* Изготавливаются в мастерской Сталинградского Облзу и заводом „Таран“ в Москве.

Этот привод представляет собой соединение в одно целое лебедки с конным приводом. Установка его производится непосредственно на верхней части сруба колодца; при этом ручной привод убирается прочь. Механический привод может приводиться в движение не только силой животного, но и с помощью механического двигателя.

4. Крыльчатые насосы.

Крыльчатые насосы называются так, потому что их поршень представляет собой пластинку, совершающую при работе возвратно-вращательное движение около оси, проходящей через серединку пластинки, — движение, напоминающее движение крыльев летящей птицы (рис. 10 и 11).

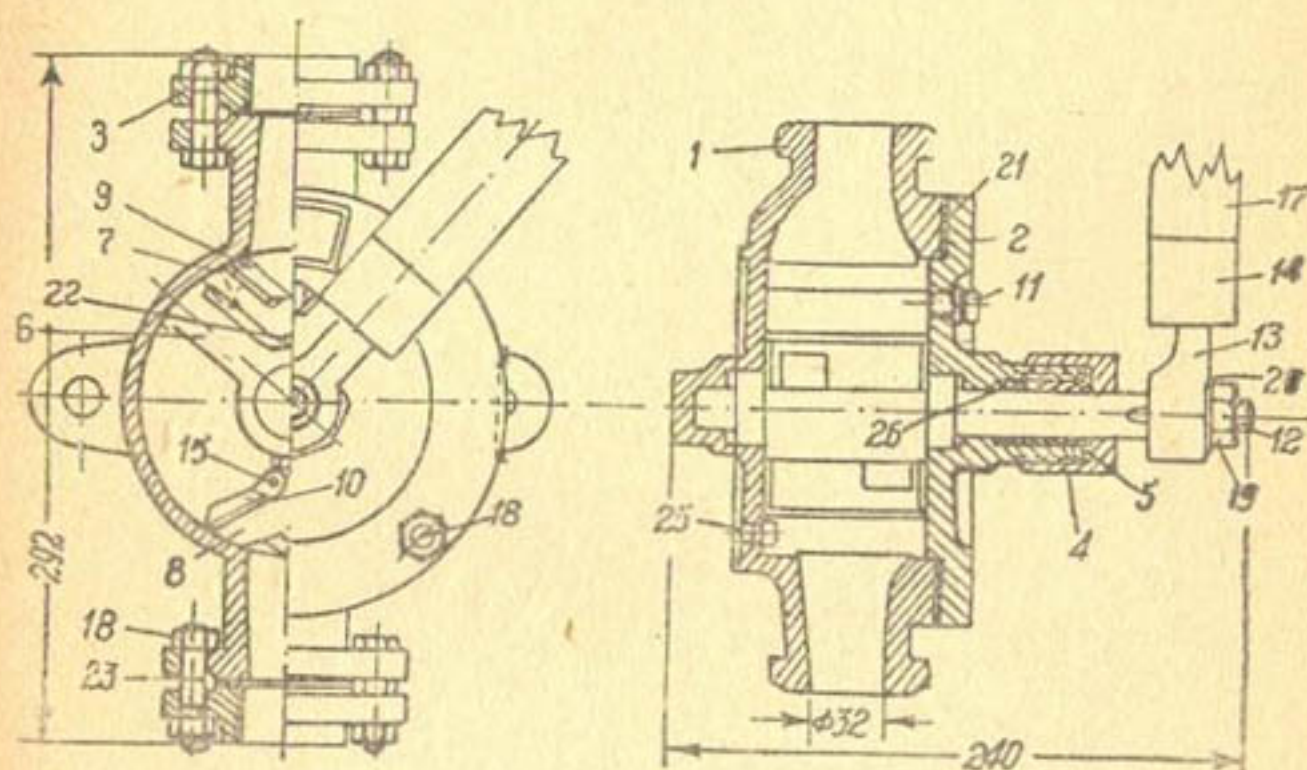


Рис. 10. Разрез крыльчатого насоса „Альвейлер“.

Крыльчаткой называют поршень, производящий своим движением всасывание и нагнетание из цилиндра, в котором он колеблется. Цилиндр — обыкновенно короткий с горизонтальной осью; сквозь днища через сальник проходит ось крыльчатки, а к боковой поверхности цилиндра с двух сторон примыкают всасывающие и нагнетательные патрубки.

Цилиндр имеет прилитые лапки, которыми он прикрепляется к стене, или к станку. Насосы изготавливаются заводом „Красный факел“ в Москве.

В последнее время заводом выпускались только два размера насоса системы Альвейлера — № 3 и № 6.

Основные размеры их и технические данные приводим ниже в табл. 1.

Крыльчатый насос весьма компактен; это его положительная сторона (рис. 12).

Наименование насосов	Основные размеры в мм					Технические данные								
	диаметр труб		габаритные размеры			число качан. в мину-ту		произ-водит. м ³ в час		подача за 1 двой- ной ход в литрах	высота всасы-ва- ния в м	Наибольшая вы- сота всасыв. в м	Вес в кг	Число качальщи- ков
	всасы- вающих	нагнета- тельных	высота	длина	ширина	от	до	от	до					
„Альвейлер“ № 3	32	32	292	246	220	45	60	1,7	2,2	0,62	1,5	6,5	13	1
„Альвейлер“ № 6	38	38	358	325	230	40	45	3,1	3,5	1,3	2,5	6,5	26	1

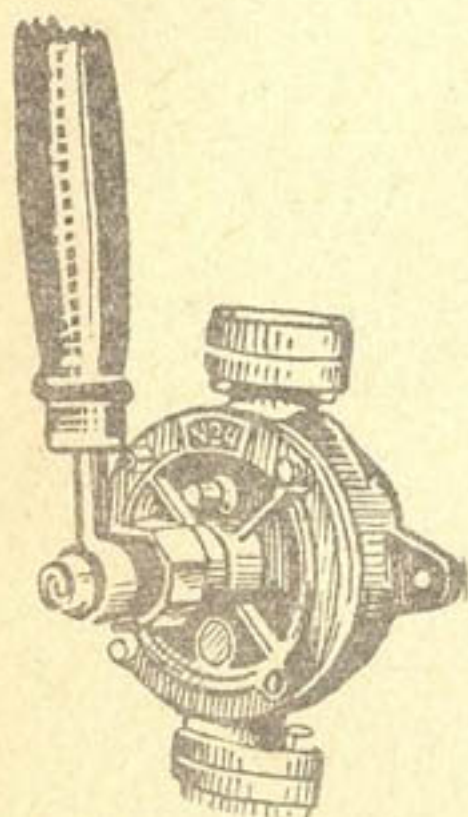


Рис. 11. Крыльчатый насос „Альвейлер“. Общий вид.

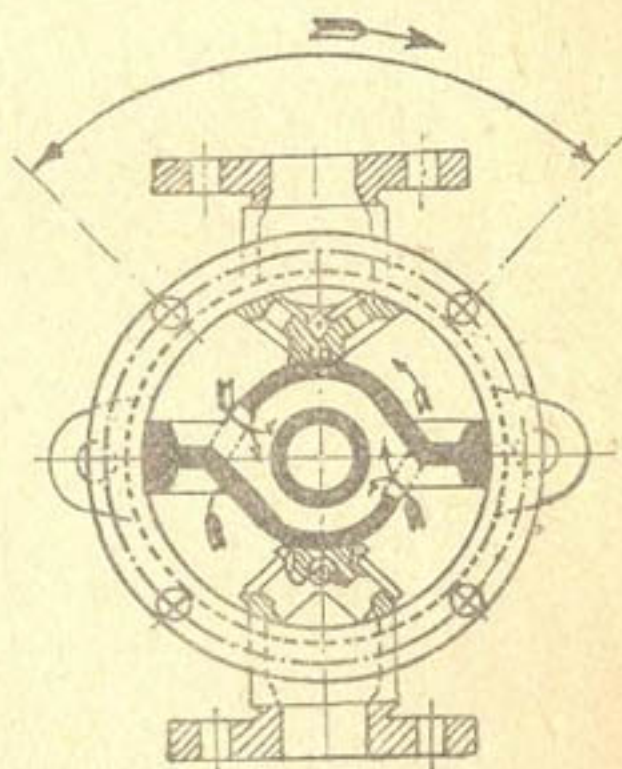


Рис. 12. Крыльчатый насос четверного действия.

Крыльчатые насосы должны устанавливаться в утепленных будках или других, защищенных от морозов, помещениях. Кроме того, необходимо отметить, что насос обычно имеет малую высоту всасывания, а его конструкция не позволяет опустить его в трубчатый колодец.

Насос системы Альвейлера, несмотря на ряд недостатков конструктивно-эксплуатационного порядка, в некоторых случаях все же может быть применен в сельскохозяйственном водоснабжении.

На рис. 12 показан крыльчатый насос четверного действия. В нижней части кожуха имеется для каждой стороны по всасывающему, а в верхней — по нагнетательному клапану.

В теле самого поршня имеются каналы, лежащие один за другим; проход воды по ним указан на рис. 12 стрелками.

5. Ячеисто-ленточные водоподъемники.

Ячеисто-ленточный водоподъемник отличается от всех остальных типов своей конструкцией, простотой устройства и установки (рис. 13). Состоит он из 4 основных частей: ячеистой ленты, приемного аппарата, лебедки и натяжного устройства.

Лебедка устанавливается над колодцем на такой высоте, чтобы человеку, стоящему на земле, было удобно вертеть рукоятку водоподъемника; для этого достаточно расстояние около 1 м от земли до оси. Лебедка состоит из двух валов с зубчатыми колесами, вращающимися в подшипниках, укрепленных на раме лебедки. Первый вал, расположенный ниже, получает вращение или от рукоятки, насаживаемой на его конец, или от шкива, и передает вращение второму валу при помощи пары зубчатых колес, из которых малое имеет 16 зубцов, а большое — 54 зуба; при ручной тяге на рукояточную ось насаживается большое колесо, а при движении от электрического мотора — малое. Второй вал расположен над первым и вращается в таких же подшипниках, укрепленных на раме, несет на себе, кроме зубчатого колеса, чугунный шкив с бортиками, на который надета ячеистая бесконечная лента; лента свешивается с верхнего шкива и опускается в колодец до воды, где она охватывает такой же цилиндр, как и верхний — нижний шкив. Нижний шкив целиком погружен в воду, причем желательно, чтобы ось его отстояла от поверхности воды на 0,6—1,0 м; этот шкив висит на ленте, и чтобы придать ему устойчивость, он оттягивается вниз грузом около 20 кг, подвешиваемым к оси шкива при помощи двух серег.

Лента состоит из сплошной стальной ленты, толщиной в 0,4—0,5 мм и второй ленты толщиной в 0,3—0,35 мм; эта вторая лента согнута зигзагообразно — так, что она образует трапециевидные ячейки высотой в 16—26 мм; она прикреплена медными заклепками к нижней ленте.

Ячейки служат для захвата воды, которая в них удерживается силой капиллярного прилипания. Все время, пока ячейки, поднимаясь из колодца, движутся прямолинейно, — вода заполняет их и держится в них силой прилипания; при набегании же на верхний шкив получается движение по окружности, причем развивающаяся центробежная сила стремится выкинуть воду из ячеек наружу; для выхода воды из ячеек в передней стенке их сделаны два отверстия размером $4 \times 17,5$ мм.

При вращении шкива со скоростью 118—159 оборотов в минуту вода с силой выбрасывается из ячеек и, ударяясь о железный оцинкованный кожух, закрывающий собой шкив, собирается в нижней его части, откуда стекает через выходную трубу. Ячеисто-ленточный водоподъемник требует при установке, что-

бы ширина колодца была не меньше, чем диаметр шкивов, на которые надета лента и размер которых равен около 400 мм; следовательно, ширина колодца должна быть не меньше 600—700 мм, чтобы лента при своем движении, при котором она испытывает небольшие качания, не касалась стенок колодца и тем

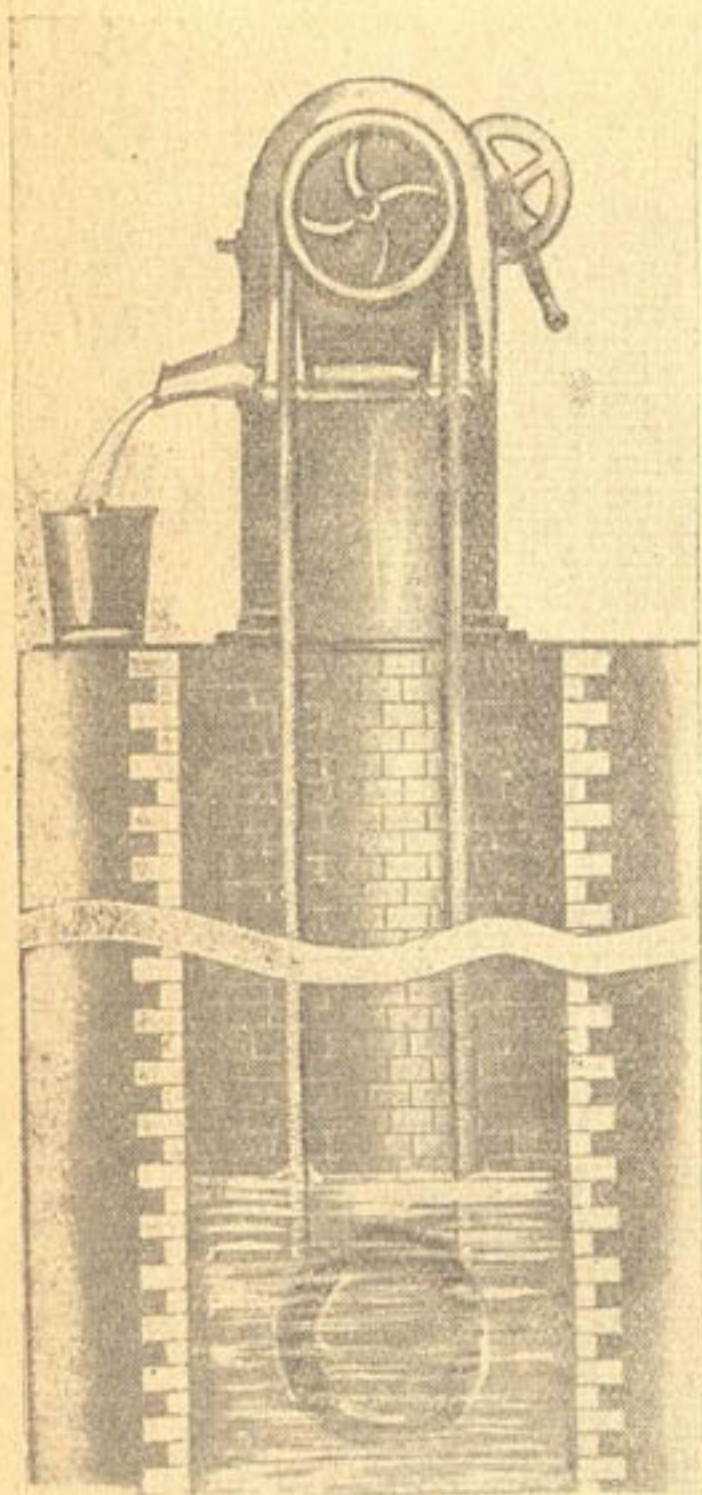


Рис. 13. Ячеисто-ленточный водоподъемник.

не затрудняла движения и не портила свои ячейки. Поэтому этот водоподъемник применим только в шахтных колодцах. Глубина колодца может достигнуть 30 м, так как опыты и исследования показали, что до такой глубины производительность водоподъемника не падает и размеры его могут оставаться теми же; если же глубина больше 30 м, то толщину ленты следует увеличить. В настоящее время ячеисто-ленточный водоподъемник изготавливается двух размеров, различающихся размерами ячеек: у № 1 высота их равна 16 мм, а у № 2—26 мм, при одинаковых ширине и толщине обеих лент. Производительность, в зависимости от сообщаемого числа оборотов (от 400 до 600), колеблется в пределах от 48 до 115 литров в минуту.

В установках на колодцах глубиной до 10 м применяется ручная тяговая сила; силы одного человека достаточно для небольших количеств воды; при количестве ее свыше 60 л/мин требуется работа 2 человек.

Размеры лебедки: длина—650 мм, ширина (вдоль оси), не

считая ручки, — 400-500 мм, высота — 600 мм; вес лебедки — 50-60 кг, вес ленты на погонный метр — 0,4-0,5 кг.

II. МЕХАНИЧЕСКИЙ ВОДОПОДЪЕМ.

ДВИГАТЕЛИ.

Для приведения в действие водоподъемников можно применять силы разных животных, а также все, известные в технике,

двигатели, вплоть до электрических; но для получения наилучшего действия водоподъемной установки двигатель должен быть выбран сообразно свойствам водоподъемника и с учетом экономических условий, существующих в данном месте.

Поэтому выбор двигателя для того или иного водоподъемника является задачей не очень простой, а требующей иногда производства подсчетов выгодности того или другого двигателя и хорошего знания как свойств разных двигателей, так и имеющихся в продаже систем и конструкций их.

С этой целью ниже приводится описание разных видов двигателей и даны указания для производства простейших расчетов.

Первое, что необходимо определить для выбора двигателя, — это его *мощность*, которая выражается в лошадиных силах. Чтобы узнать, сколько лошадиных сил должен иметь двигатель, надо знать величину мощности в лошадиных силах, требующейся для приведения в действие водоподъемника.

Если насос и двигатель находятся на одном валу, то мощности их могут быть равными, хотя обыкновенно двигатель берут с мощностью, несколько превышающей требуемую водоподъемником.

Если же водоподъемник приводится в движение посредством какой-либо передачи — ременной, зубчатой и пр., то мощность двигателя должна быть взята больше мощности насоса на величину мощности, которая поглощается самой передачей; эта величина, очевидно, зависит от степени совершенства передачи: если ремень гибкий, достаточно натянут, подшипники хорошо смазаны, то передача поглощает незначительную мощность — процентов 4—6 от мощности водоподъемника; зубчатая передача при правильных зубьях и хорошей смазке поглощает еще меньше — процента 2—4 от мощности водоподъемника. Если же состояние передачи нехорошее, то она будет поглощать и большую мощность.

Мощность, поглощаемая водоподъемником, зависит, очевидно, от производимой им полезной работы, т. е. от количества воды, поднятой в 1 сек. на данную высоту, и от степени совершенства водоподъемника. Численно полезная работа в 1 сек. или, другими словами, *полезная мощность* в лошадиных силах выражается как произведение числа килограммов жидкости, а при воде — числа литров, подаваемых водоподъемником в 1 сек. на число метров высоты подъема, деленное на 75. Например, при подъеме на 8 м 15 литров воды в 1 сек. полезная мощность равна:

$$\frac{8 \times 15}{75} = 1,6 \text{ л. с.}$$

Но мощность, поглощаемая водоподъемником, должна быть больше полезной мощности, потому что сам механизм водоподъемника при движении также требует затраты некоторой

мощности; ведь если вращать пустой водоподъемник, то на это должна затрачиваться мощность.

Отношение полезной мощности к мощности, поглощаемой водоподъемником при его работе, называется *коэффициентом полезного действия*, сокращенно — к. п. д. водоподъемника. Величина эта, очевидно, всегда меньше единицы, и каждый водоподъемник имеет свою величину к. п. д., свойственную ему при нормальных условиях работы; эту величину надо знать, и по ней можно вычислить мощность двигателя, необходимую для правильной работы водоподъемника. Например, если, как в вышеуказанном случае, водоподъемник требует затраты полезной мощности в 1,6 л. с. и обладает к. п. д., равным 0,4, то мощность двигателя, приложенная к водоподъемнику, должна быть равна:

$$\frac{1,6}{0,4} = 4 \text{ л. с.}$$

Если же движение от двигателя передается при помощи ременной передачи, то двигатель должен быть еще процентов на 5 сильнее, т. е. должен развивать мощность, никак не меньшую 4,2 л. с.; в предвидении же возможных перегрузок следует взять двигатель в 5 л. с. Величины к. п. д. водоподъемников при подсчетах мощности двигателя могут быть принимаемы следующие:

поршневые насосы	0,75
центробежные насосы	0,6
крыльчатые	0,7
эрлифты	0,25

Ниже приводится описание двигателей.

1. Ветродвигатели.

Ветродвигатели применяются при следующих условиях:

- 1) достаточной силе ветра;
- 2) достаточном числе дней в году с рабочей силой ветра;
- 3) отсутствии каких бы то ни было препятствий вокруг установки ветродвигателей.

Обычно ветряки работают при скорости ветра, не меньшей 2,5—3 м/с и выключаются из работы при скоростях, превышающих 8 м/с. Следовательно, в местностях, где преобладают небольшие или, наоборот, сильные ветры, ветродвигатели не могут применяться. Ветряные двигатели рекомендуются в местностях, где число ветренных дней в году не меньше 120. Сведения о количестве ветренных дней можно получить на метеорологической станции или по картам ветряных изодинам, которые дают величину средней годовой скорости ветра.

Полученные данные позволят лишь решить вопрос о возможности установки ветряка в данной местности. Не нужно за-

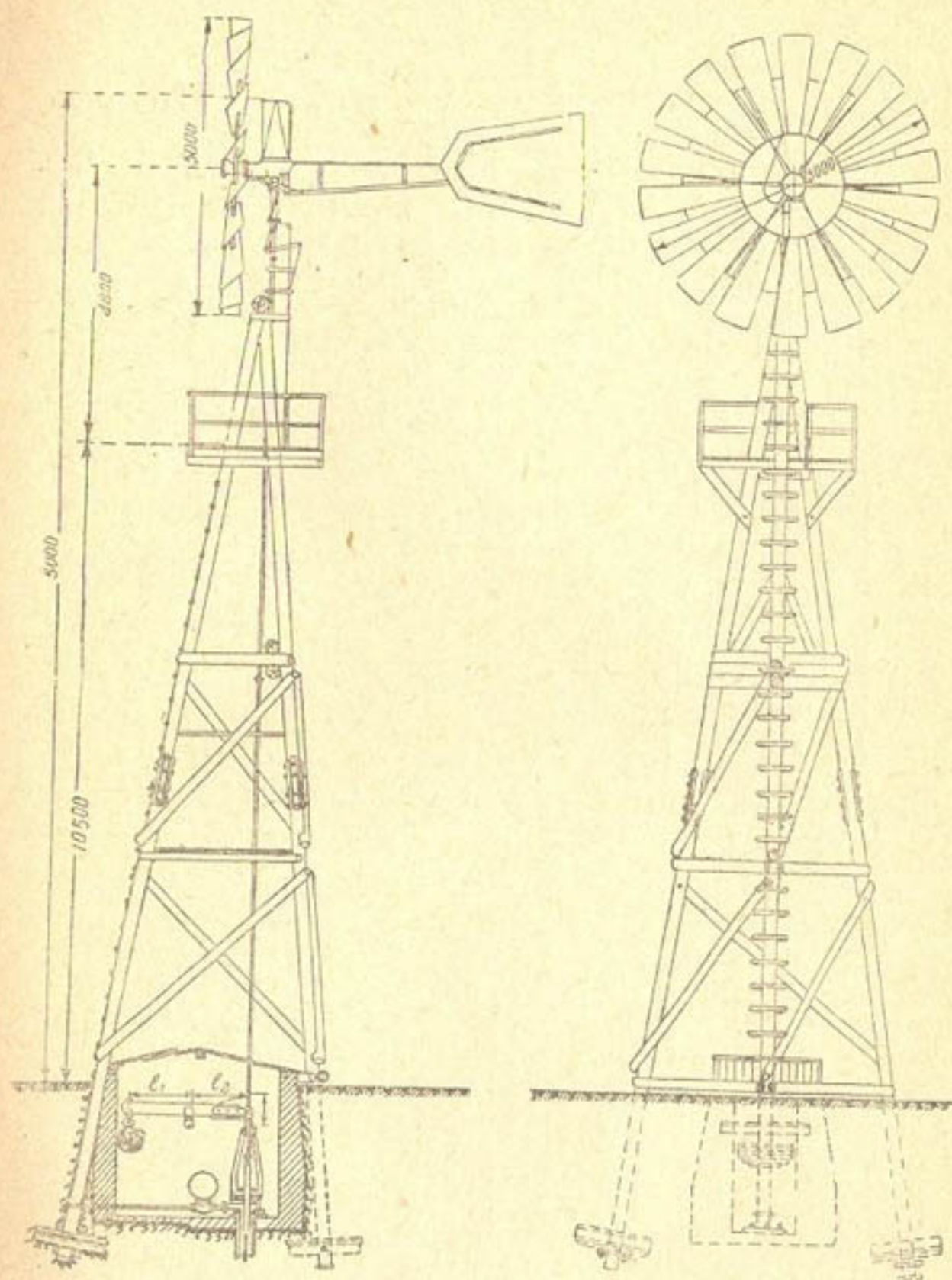


Рис. 14. Многолопастной ветродвигатель Д-5 м
с глубоководным насосом.

бывать, что скорость ветра, а значит и его сила, более постоянны в верхних слоях атмосферы; следовательно, ветряк нужно помещать как можно выше от поверхности земли.

Рабочее колесо ветряка располагается на такой высоте, где препятствия не влияют на скорость ветра; высота в 12—15 м уже достаточна для получения постоянной скорости. Ветряк следует ставить на расстоянии не менее 300 м от зданий, деревьев и т. д. Сила ветра, которую ветряк использует, зависит от конструкции крыльев, их площади и скорости ветра.

У нас, в СССР, ветряные двигатели получают широкое распространение для колхозного водоснабжения.

Заводами изготавливаются следующие типы ветродвигателей:

1. Многолопастной, с диаметром колеса в 5 м, устанавливается на деревянной или металлической башне высотой в 15 м. Вес с металлической башней — 2250 кг, а при деревянной — 4020 кг. У ветряка этого типа движение штанг поступательно-возвратное.

Величина хода изменяется в пределах от 285 до 380 мм с числом ходов, в зависимости от скорости ветра, от 5 до 22 в минуту. Стоимость двигателя с башней — 2700 рублей.

2. Многолопастной с диаметром колеса $D = 8$ м (рис. 15). Вес с металлической башней — 3370 кг. Дает вращательное движение с числом оборотов вертикального вала в зависимости от скорости ветра до 250.

3. Крыльчатый — системы ЦАГИ с 3 лопастями $D = 12$ м (рис. 16).

Высота металлической или деревянной башни — 18 м. Вес — 4400 кг. Движение вращательное с числом оборотов от 240 до 420.

Изготавливаются ветродвигатели и маломощные $D = 1,5$ и $D = 3$ м,

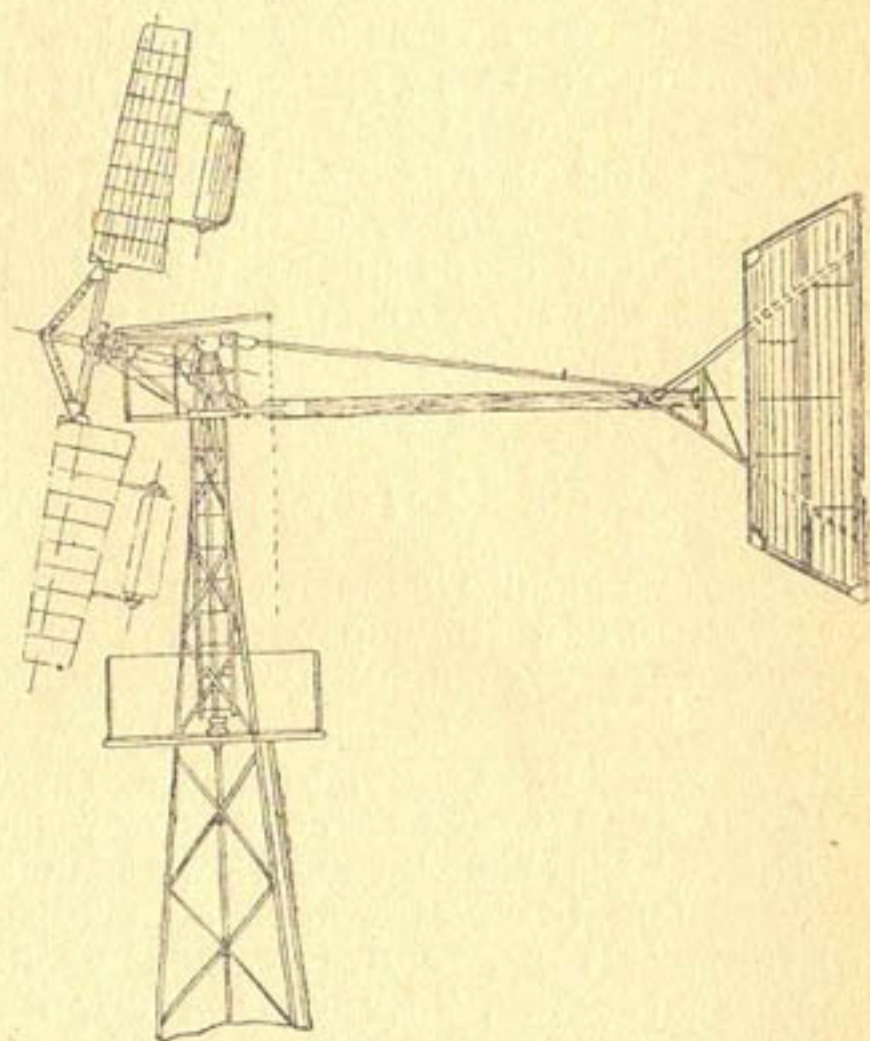


Рис. 16. Трехлопастной ветродвигатель Д-12 м сист. ЦАГИ.

и мощные $D = 20$ м, но и те и другие не распространены в сельскохозяйственном водоснабжении. У многолопастного и крыльчатого ветродвигателя есть свои, присущие каждому из них специфические свойства, обуславливающие область их применения; это — быстроходность и величина начального крутящего момента.

Начальный и рабочий момент имеют значение в зависимости от характера выполняемой ветряком работы: при подаче воды ветряк выполняет постоянную работу, и потому требуется, чтобы начальный его момент, т. е. момент при трогании с места, был не меньше чем во время работы; этим условиям удовлетворяют многолопастные ветряки, у которых начальный момент имеет максимум при начале движения, а затем, при увеличении скорости, падает; у крыльчатых, наоборот, — рабочий момент больше начального.

Вследствие этого необходимо брать для работы насоса крыльчатый ветряк несколько больших размеров, чтобы он мог при малой скорости ветра преодолеть начальный момент; когда он будет уже в работе, его рабочий момент окажется больше требуемого, и тогда необходимо его регулировать или допускать большее число оборотов.

2. Паровые двигатели.

Паровые машины являются наиболее простыми и надежными двигателями: они хорошо регулируются и допускают как большую недогрузку до нормальной мощности, так и сильную перегрузку.

Недостаток их в том, что они требуют наличия парового котла для добывания пара, а потому установка их занимает много места и должна удовлетворять условиям безопасности в отношении пожара (открытая топка, возможность взрыва парового котла); кроме того, паровая машина является сравнительно тихоходным двигателем, хотя существуют и быстроходные конструкции; в частности паровые турбины — особая конструкция парового двигателя — бывают даже очень быстроходными, давая до 20—30 тысяч оборотов в минуту.

Существенным недостатком паровых машин является плохое использование ими топлива, т. к. при помощи паровой машины только очень незначительная часть энергии, заключающейся в топливе, может быть превращена в механическую работу; даже у очень сильных больших машин в несколько десятков тысяч лошадиных сил, у которых вообще использование тепла происходит лучше, эта часть энергии не превышает $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$. Это значит, что при сжигании 1 кг топлива $\frac{9}{10}$ его пропадает бесполезно, уходя в атмосферу — через стенки топки, дымоходы, паропроводы, цилиндр — в виде тепла, нагревающего окружающий воздух, через дымовую трубу, и главное — выходя из паровой машины в виде пара, уносящего с собой еще очень большое количество тепла.

Только $\frac{1}{10}$ расходуемого топлива дает мощность машине и производит полезную работу.

Понятно, поэтому, столь сильное распространение в последней четверти века двигателей внутреннего сгорания, которые даже при мощностях в 1—2 л. с. используют около двух десятых энергии топлива, а двигатели Дизеля при больших мощностях — даже 0,30—0,35. Но преимущество паровых машин заключается в том, что каждая паровая машина работает при всяком топливе, будь это нефть, солома, дрова и проч., а двигатель внутреннего сгорания может работать только на том топливе, для которого он построен, например газовый двигатель — только на газе, да еще не на всяком, а только на том, для которого он предназначен; если качество газа изменится, то двигатель будет работать хуже или даже совсем не сможет работать.

Паровые машины бывают самых разнообразных видов, но в сельском хозяйстве чаще всего встречаются локомобили, т. е. передвижные установки, включающие и котел, и двигатель. Они применяются и для водоподъемников.

Локомобили изготовлялись на Людиновском заводе следующих размеров и прочих данных:

Таблица 2

Марка	Мощность в л. с.	Число оборотов в мин.	Маховик (размеры в мм)		Расход на 1 л. с. в час			Вес в кг		Габарит длина м
			диаметр	ширина	пара кг	угля кг	дров кг	на под- став- ках	на ко- лесах	
Д-У	25	160	1500	180	13,9	1,95	4,2	5400	6200	3962
Д-Ш	50	150	1700	280	13,9	1,95	4,2	9300	10700	4600

Локомобили удобны тем, что не требуют установки на фундаменты и их можно перемещать на новое место работы.

Передача к рабочей машине с локомобили бывает исключительно ременная. Стационарные паровые машины, т. е. устанавливаемые на специальных фундаментах, тоже передают работу исполнительному механизму преимущественно при помощи ременной передачи, хотя делаются и агрегаты, в которых рабочая машина (чаще всего это бывает динамо-машина и центробежный насос) находится на продолжении рабочего вала паровой машины.

Паровая установка, вследствие опасности представляемой паровым котлом, подлежит надзору, предписывающему ряд требований, которые должны выполняться как при ее установке так и во время работы.

Для водоподъема часто применяются так называемые паровые насосы, представляющие собой соединение паровой машины с поршневым насосом. Цилиндры их расположены по одной прямой линии и имеют общий шток, на одном конце которого ук-

реппен поршень паровой машины, а на другом — поршень или скалка насоса; при этом не получается вращательного движения, а только возвратно-поступательное.

Для более плавной и равномерной работы обыкновенно ставят рядом два таких агрегата, так что получаются как бы две паровых машины и два насоса; но они связаны между собой, и не только конструктивно, т. е. тем, что цилиндры отлиты в один блок, а еще и тем, что при движении одна машина управляет другой: так, когда в одном цилиндре поршень подходит к своему мертвому положению, он открывает

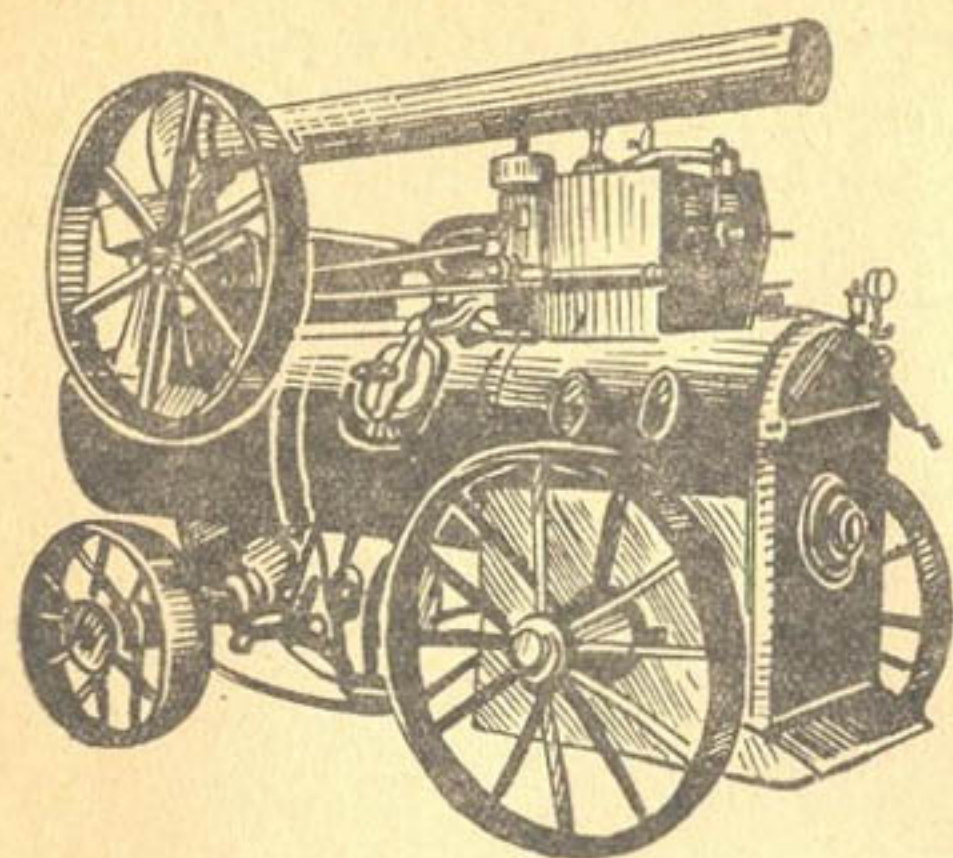


Рис. 17. Локомотив.

впуск пара в другую машину; то же самое делает поршень второй машины для первой.

Эти насосы известны у нас под названием насосов Бортингтона и выполняются заводами „Борец“ в Москве, „Пролетарий“ в Гомеле, заводом им. Фрунзе в Сумах и другими следующих размеров и проч. показателей:

Таблица 3

Производительность м ³ /ч,	Наибольшая высота подъема Н м	Число ходов	Давление пара атм	Г а б а р и т			Вес кг	Диаметр труб	
				длина мм	ширина мм	высота мм		водяных дюйм	паровых дюйм
14,4	120	165	7	1085	420	555	295	2	2/4
30	120	150	7	1250	450	620	500	3	1 1/2
61	200	125	7	1875	940	793	1638	4	2
185	150	90	6	3395	1200	1410	4640	7	3

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.

Двигатели внутреннего сгорания называются так, потому что топливо в них сгорает внутри цилиндра; от горения повышается температура газообразных продуктов горения, а следовательно

но, и давление их, которое и заставляет поршень перемещаться из одного конца цилиндра в другой; движение поршня при помощи штока, шатуна и кривошипа передается валу, на котором сидит маховик, достаточно тяжелый для того, чтобы инерцией сдвигать поршень в обратном направлении.

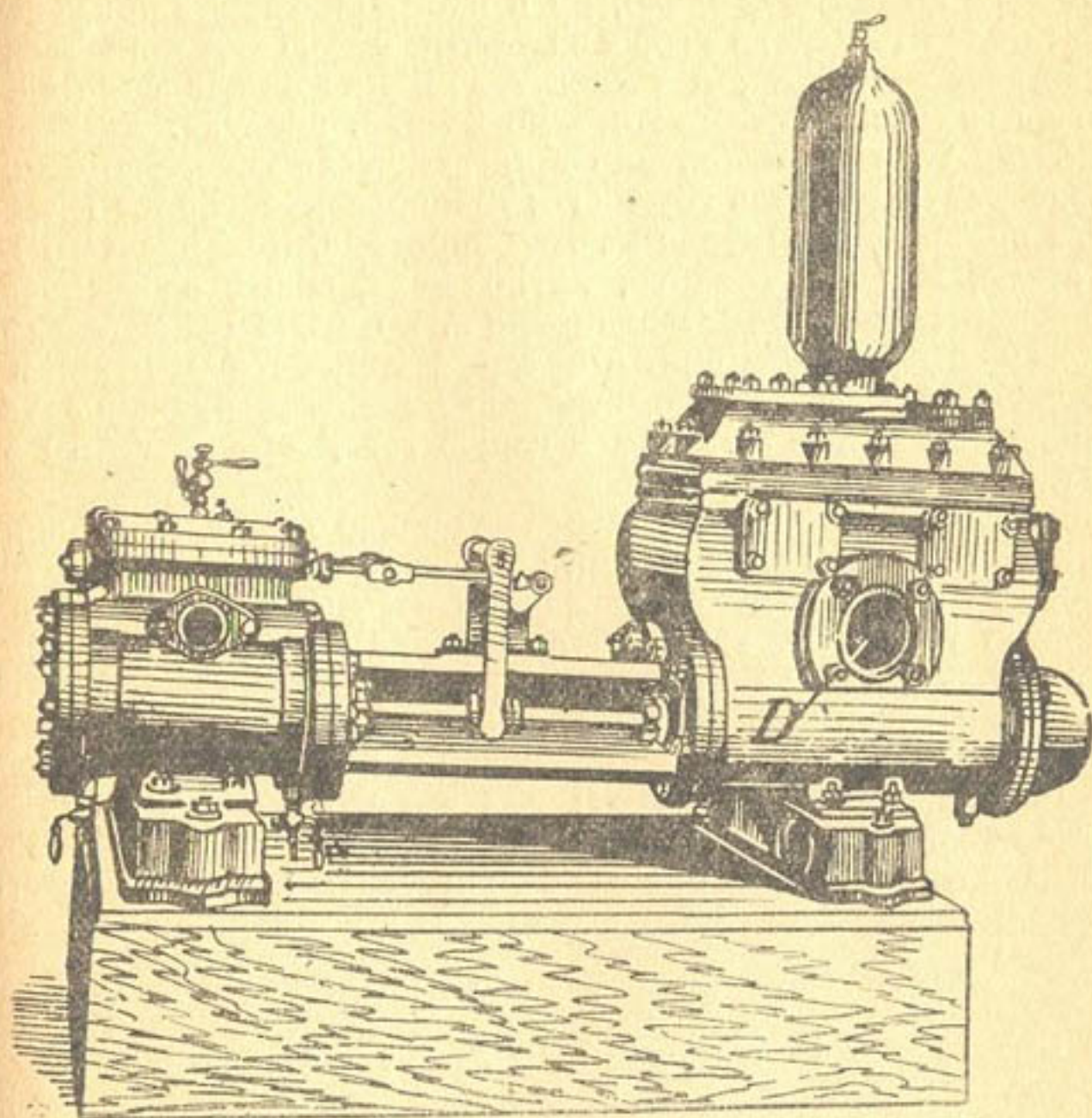


Рис. 18. Паровой насос.

Топливом для двигателя внутреннего сгорания служит либо газ, получающийся на заводе (светильный), при работе домен — доменный, в специальном аппарате — газогенераторе — генераторный, или жидкость, способная гореть и развивать при этом высокую температуру, а именно нефть с ее погонями — бензином, лигроином, керосином, а затем — спирт. Твердое топливо, как уголь и парафин, еще не применяется в широких размерах, так как надежных конструкций двигателей для этого топлива еще не выработано.

Сгорание топлива внутри цилиндра может происходить почти мгновенно, — такие двигатели называются двигателями быстрого сгорания; или же оно происходит в течение некоторого вре-

мени, очень короткого, — тогда двигатель называется двигателем постепенного сгорания; таковы двигатели Дизеля; все бензиновые, газовые, керосиновые двигатели, устанавливаемые на аэропланах, автомобилях, тракторах, относятся к первому виду.

Чтобы произошло горение того или иного топлива в цилиндре, оно должно быть зажжено каким-либо способом. Этих способов существует несколько, но в настоящее время применяется в двигателях быстрого сгорания почти исключительно электрическое воспламенение, а в двигателях Дизеля — воспламенение высокой температурой сжатого до 33 атм. воздуха.

Подача топлива в цилиндр производится разными способами, в зависимости от рода горючего: газообразное топливо засасывается поршнем двигателя из трубопровода, подводящего газ к двигателю; жидкое топливо, легко испаряющееся, как бензин, лигроин, тоже засасывается поршнем, но через особый прибор, называемый карбюратором, в котором жидкость в нужном количестве захватывается быстродвижущейся струей воздуха и превращается таким образом в струю газа, всасываемого в цилиндр.

Более трудно испаряющееся топливо — керосин, спирт — также вводится в цилиндр через карбюратор, но несколько отличного устройства, обеспечивающий насыщение струи воздуха не парами горючего, а его мелко раздробленными частицами; такая смесь обладает свойством взрываться при достаточной температуре; наконец, парафин, распыленный уголь вводятся в цилиндр насильно, путем взбрызгивания насосом или сжатым до большого давления воздухом; для этой цели употребляются особые форсунки и насосы.

В дальнейшем даем описание двигателей внутреннего сгорания, применяемых с целью подъема воды и строящихся на советских заводах.

3. Бензиновые двигатели.

Бензиновый двигатель может быть использован для водоподъемников, применяемых в колхозах. Благодаря автоматически действующему регулятору двигатель сам применяется ко всяким изменениям нагрузок.

Работа обслуживающего персонала сводится только к пуску в ход, и в дальнейшем — к наблюдению за уровнем смазки, горючего и воды в радиаторе.

Габаритный чертеж двигателя Л-6/2.

Характеристика шестисильного бензинового двигателя Л-6/2.

- | | |
|--|----------------|
| 1. Мощность | 6 л. с. |
| 2. Тип — четырехтактный, вертикальный, | |
| 3. Число цилиндров | 2 |
| 4. Диаметр цилиндров | 65 мм. |
| 5. Ход поршня | 90 мм. |
| 6. Число оборотов | 2200 в минуту. |

7. Зажигание — от магнето высокого напряжения через свечу.
8. Карбюратор типа Солекс МН-26.
9. Пуск в ход пусковой рукояткой.
10. Регулировка автоматическим центробежным регулятором.
11. Охлаждение термосифонное. Радиатор — сотовый. Крепление радиатора на кронштейне к верхнему картеру двигателя.
12. Вентилятор двухлопастной, с приводом от шкива на маховике.
13. Топливо — бензин. Расход бензина — 360 г на 1 л. с./ч. Бензиновый бак конструктивно не связан с двигателем. Объем его — 12 л.
14. Крепление двигателя за четыре лапы нижнего картера при помощи болтов.
15. Габаритные размеры: длина — 737 мм с заводной рукояткой и 603 мм без заводной рукоятки. Ширина — 463 мм. Высота — 770 мм.
16. Сцепление: муфта из прорезиненной ткани для непосредственного соединения, или шкив для ремня. Диаметр шкива — 120 мм.
17. Вес двигателя — не более 110 кг.

Заводы СССР до выпуска двигателя Л-6/2 изготавливали бензиновый двигатель Л-6.

Уход и обслуживание его — те же, что и двигателя Л-6/2.

Машиностроительным заводом в г. Киеве выпускается бензиновый двигатель ЛД-6, относящийся к двигателям внутреннего сгорания для легкого топлива с картерной продувкой (зарядкой).

Характеристика двигателя ЛД-6.

1. Мощность 6 эффективных л.с.
2. Число оборотов — 2200 в минуту
3. Число цилиндров 1
4. Расположение цилиндров вертикальное
5. Диаметр 82 мм
6. Ход поршня 82 мм
7. Ширина обода 55 мм
8. Диаметр маховика 275 мм
9. Охлаждение — водяное (радиатор — центробежный насос)
10. Подача топлива — карбюратор Фордзент (или другой системы)
11. Зажигание — магнето высокого напряжения, свечи — с резьбой 18 мм; желательно удлиненные для высоких температур.
12. Регулировка — автоматическая горизонтальным центробежным регулятором (в ведущем шкиве вентилятора), действующим на дроссельную заслонку карбюратора.
13. Пуск в ход — от руки при помощи пусковой рукоятки.
14. Смазка — моторным или автомобильным маслом, подаваемым в двига-

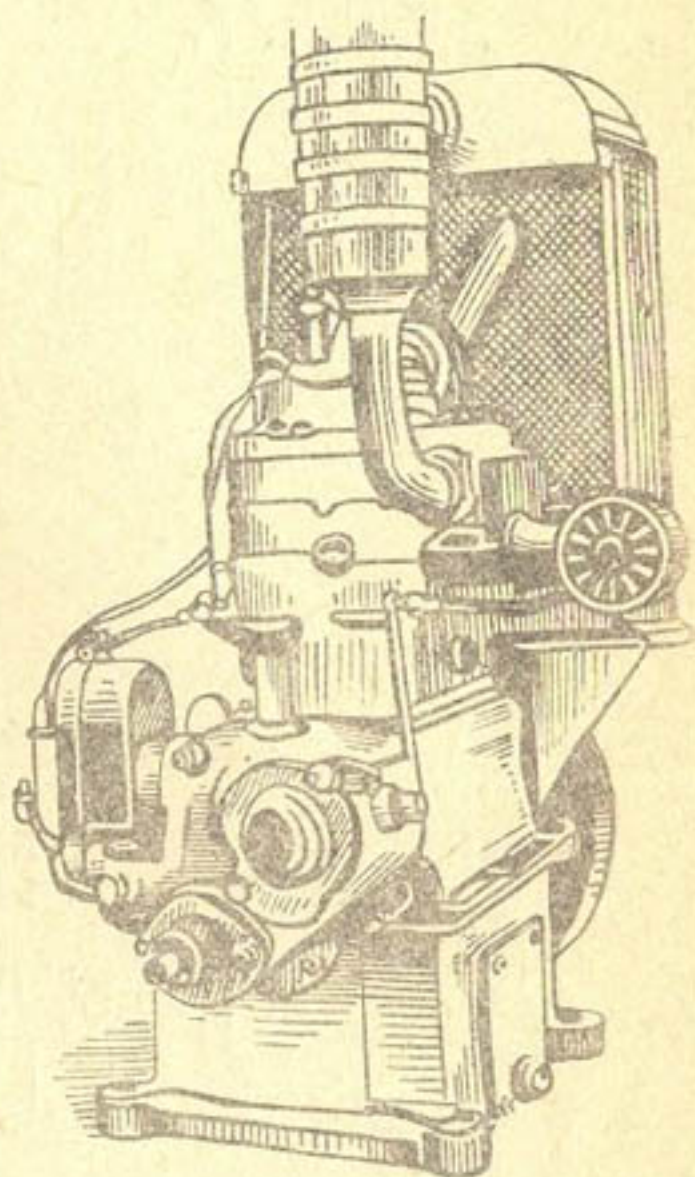


Рис. 19. Бензиновый двигатель Л-6/2.

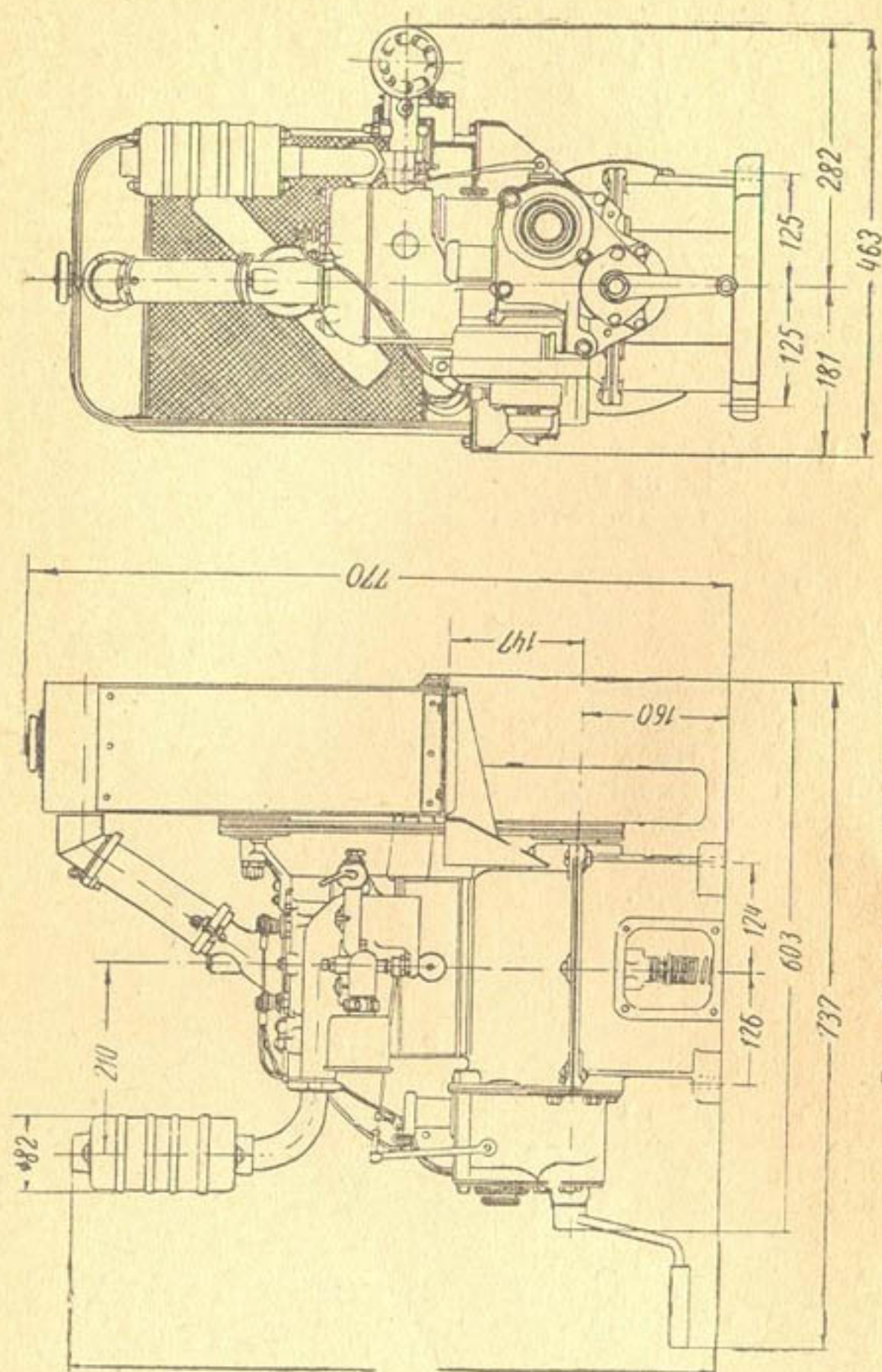


Рис. 20. Габаритный чертёж бензинового двигателя Л-6/2.

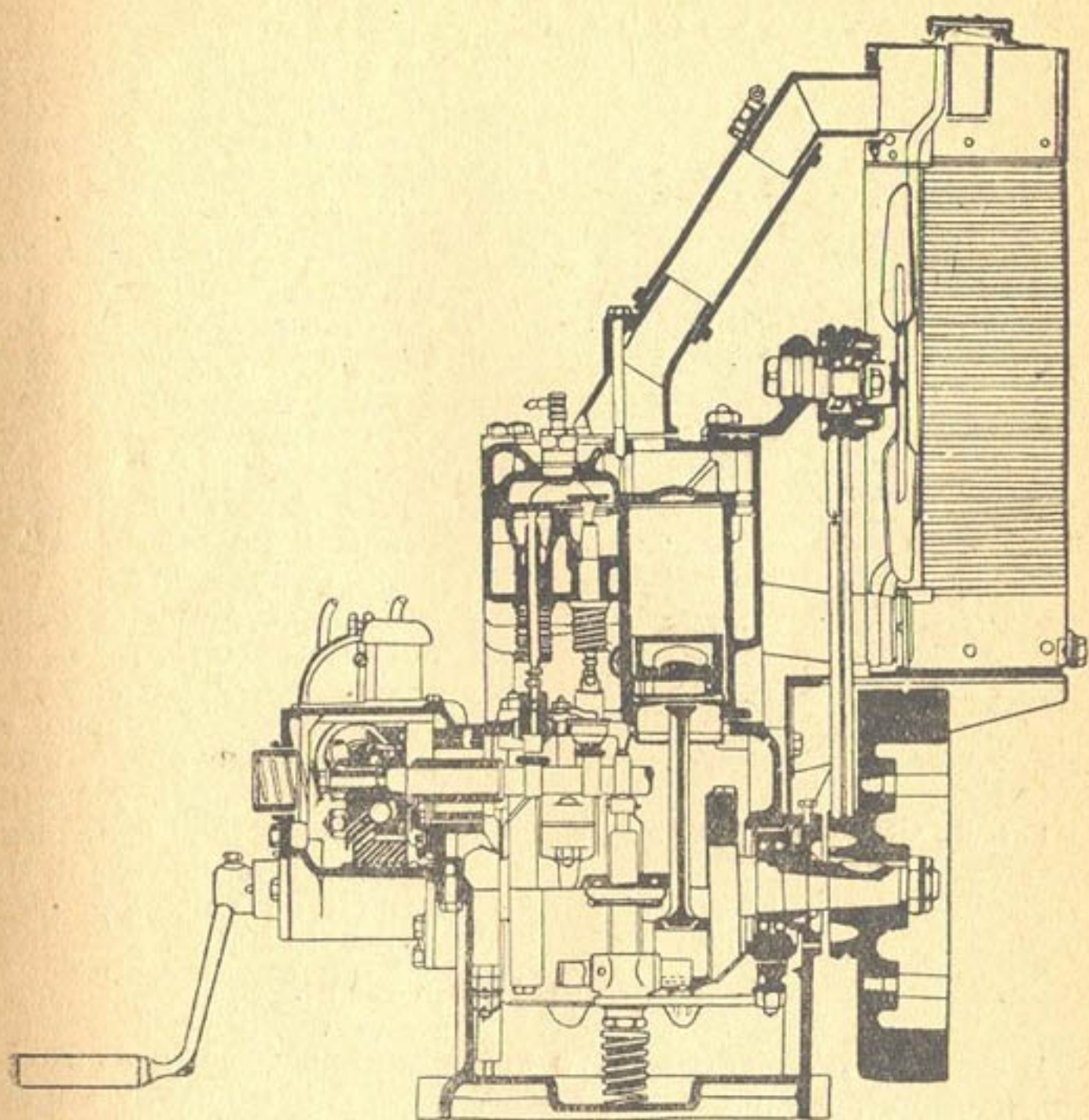


Рис. 21. Продольный разрез бензинового двигателя Л-6/2.

тель вместе с топливом в виде смеси 90 — 93 частей бензина и 10 — 7 частей моторного масла.

15. Топливо — бензин, 2-й сорт. Средний расход горючего — 400 грамм. на лошадиную силу в час.

16. Габарит двигателя: длина — 700 мм, ширина — 430 мм

Высота, включая радиатор 640 мм

Вес, с радиатором, наполненным водой 90 кг.

„ „ „ без воды 83 кг.

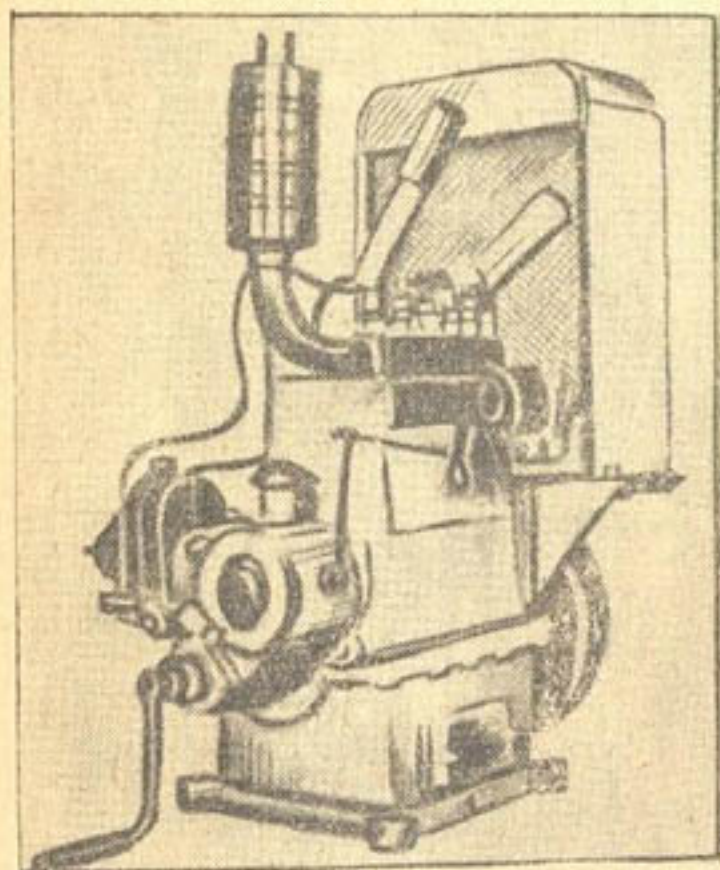


Рис. 22. Общий вид бензинового двигателя Л-6.

Фундамент двигателя должен быть достаточно устойчивым, обеспечивающим правильную работу двигателя.

Двигатель должен быть правильно выцентрирован по отношению к ведомому валу. При установке двигателя необходимо предусмотреть возможность снятия нагрузки при пуске. При установке на жестком основании рекомендуется под фундаментную раму двигателя проложить полосу мягкого картона. Бензиновый бак должен быть установлен несколько выше карбюратора, чтобы обеспечить подачу бензина к карбюратору самотеком. Кроме того, двигатель должен быть защищен от пыли.

4. Нефтяные двигатели.

В сельском хозяйстве часто применяют нефтяные двигатели для молотбы, водоподъема, маслобоек и т. п. и потому эти двигатели производятся заводами различной мощности. Все они — двухтактные, с запальным шаром, отличаются друг от друга незначительными конструктивными особенностями и в главных чертах работают как это видно на рис. 27. Опускаясь вниз под влиянием расширяющихся после взрыва газов, поршень близ нижнего крайнего своего положения открывает своим краем боковое окно в стенке цилиндра с правой стороны, предварительно открыв такое же окно с левой стороны. Это последнее ведет в выхлопную трубу или глушитель, а правое окно сообщается при помощи трубы или канала 4 с кривошипной камерой, которая у этих двигателей должна быть совершенно закрыта и сообщаться с наружным воздухом через всасывающий открывающийся внутрь клапан 3. При движении поршня вверх он производит разреже-

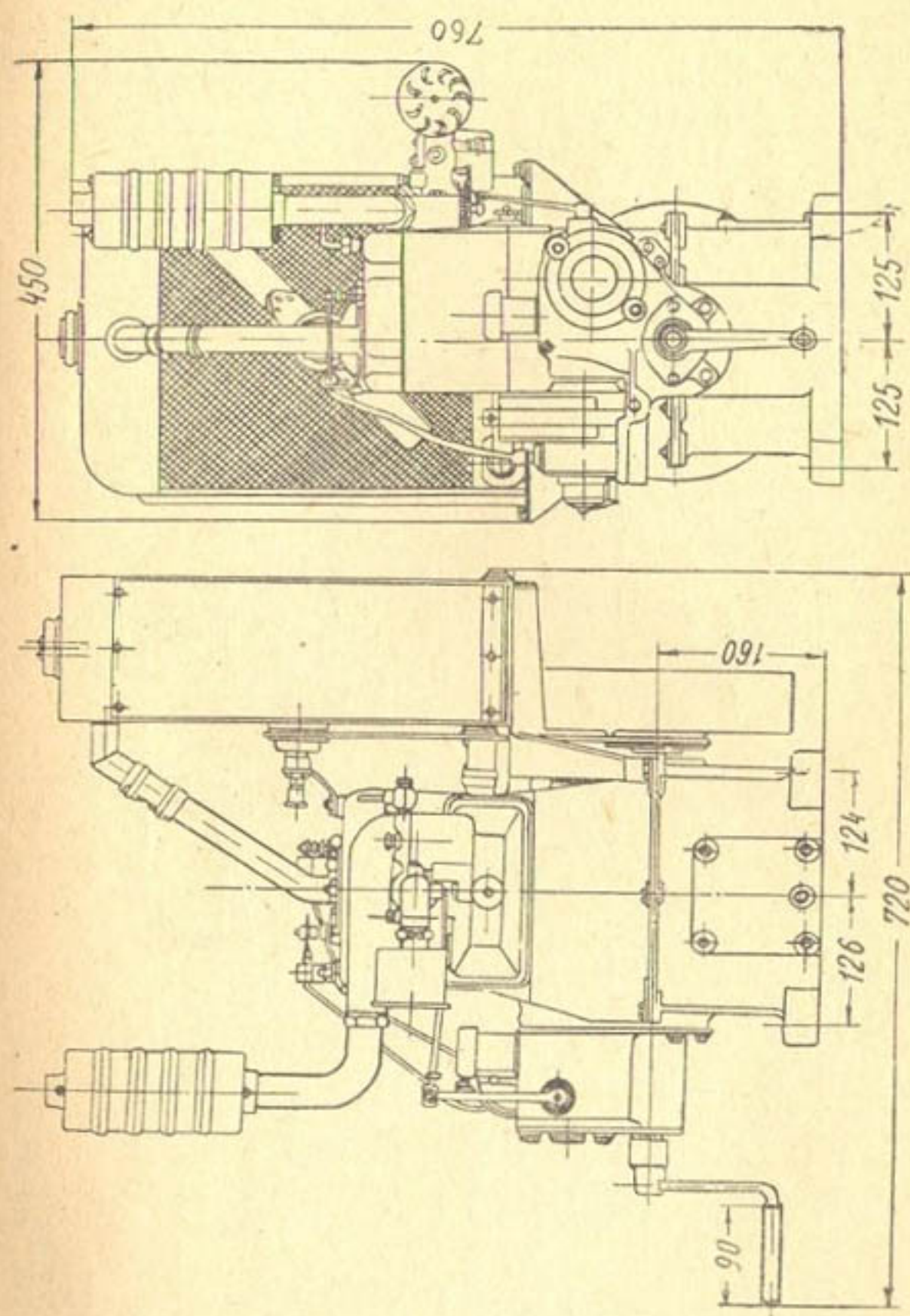


Рис. 23. Габаритный чертеж двигателя Л-6.

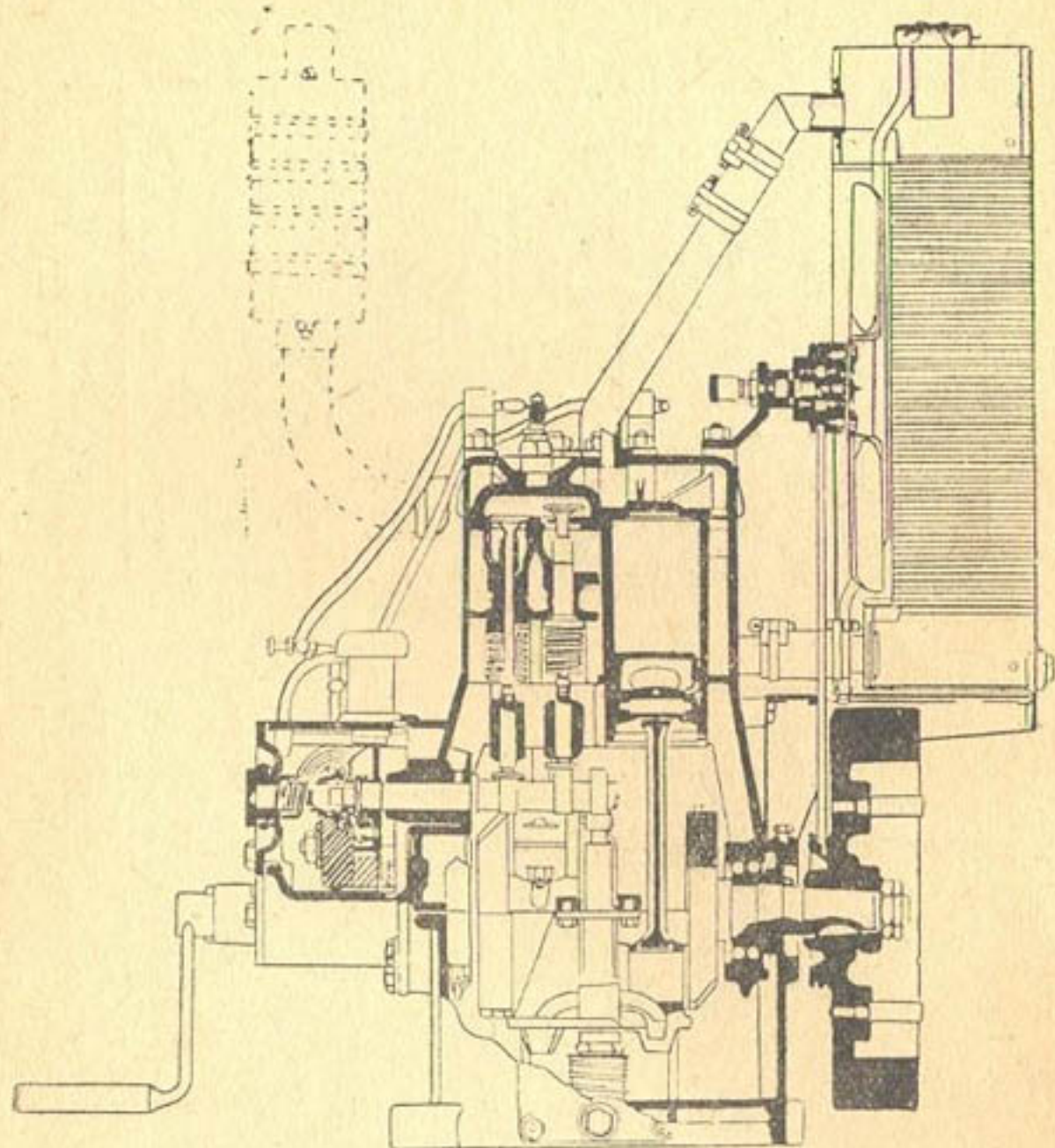


Рис. 24. Продольный разрез двигателя Л-6.

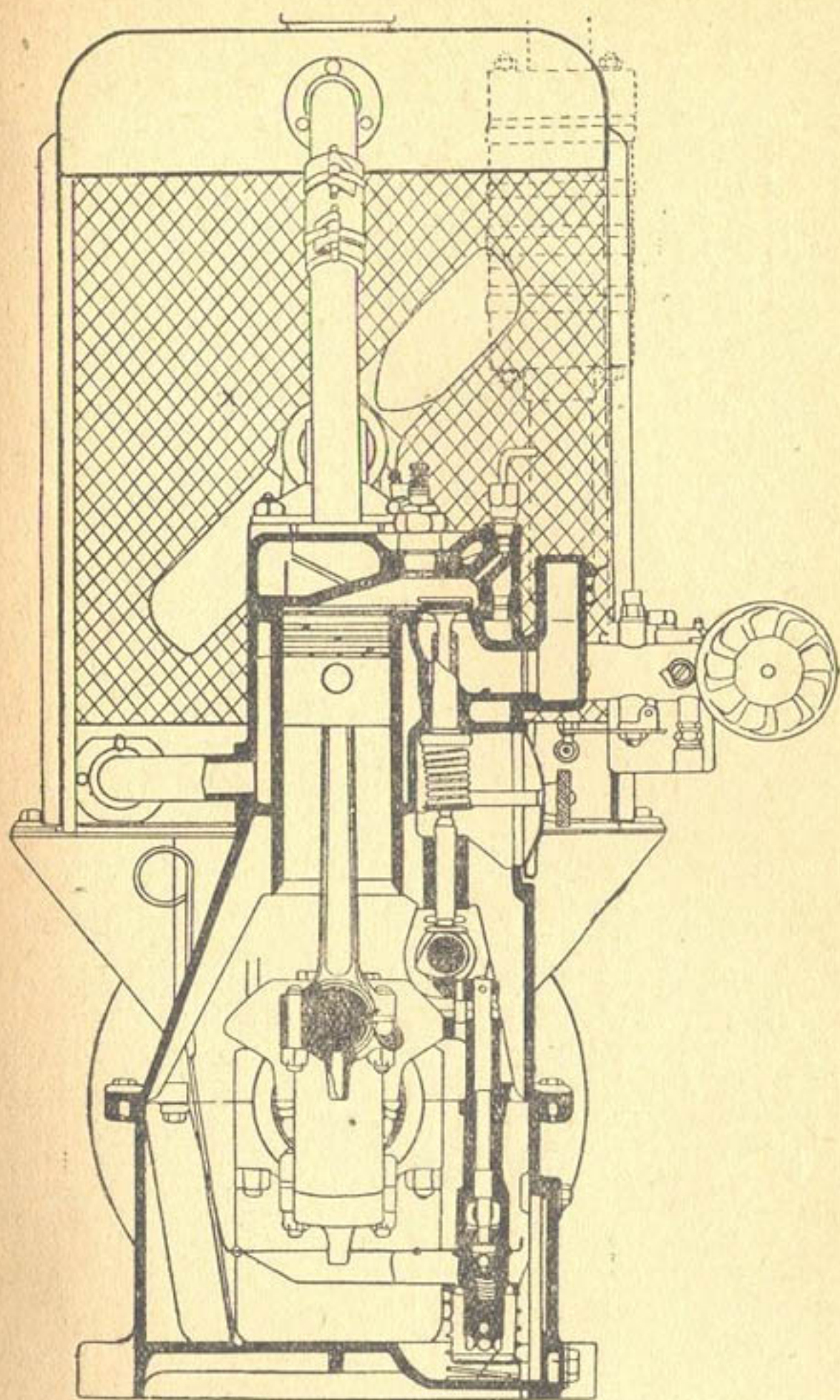


Рис. 25. Общий вид бензинового двигателя ЛД-6.

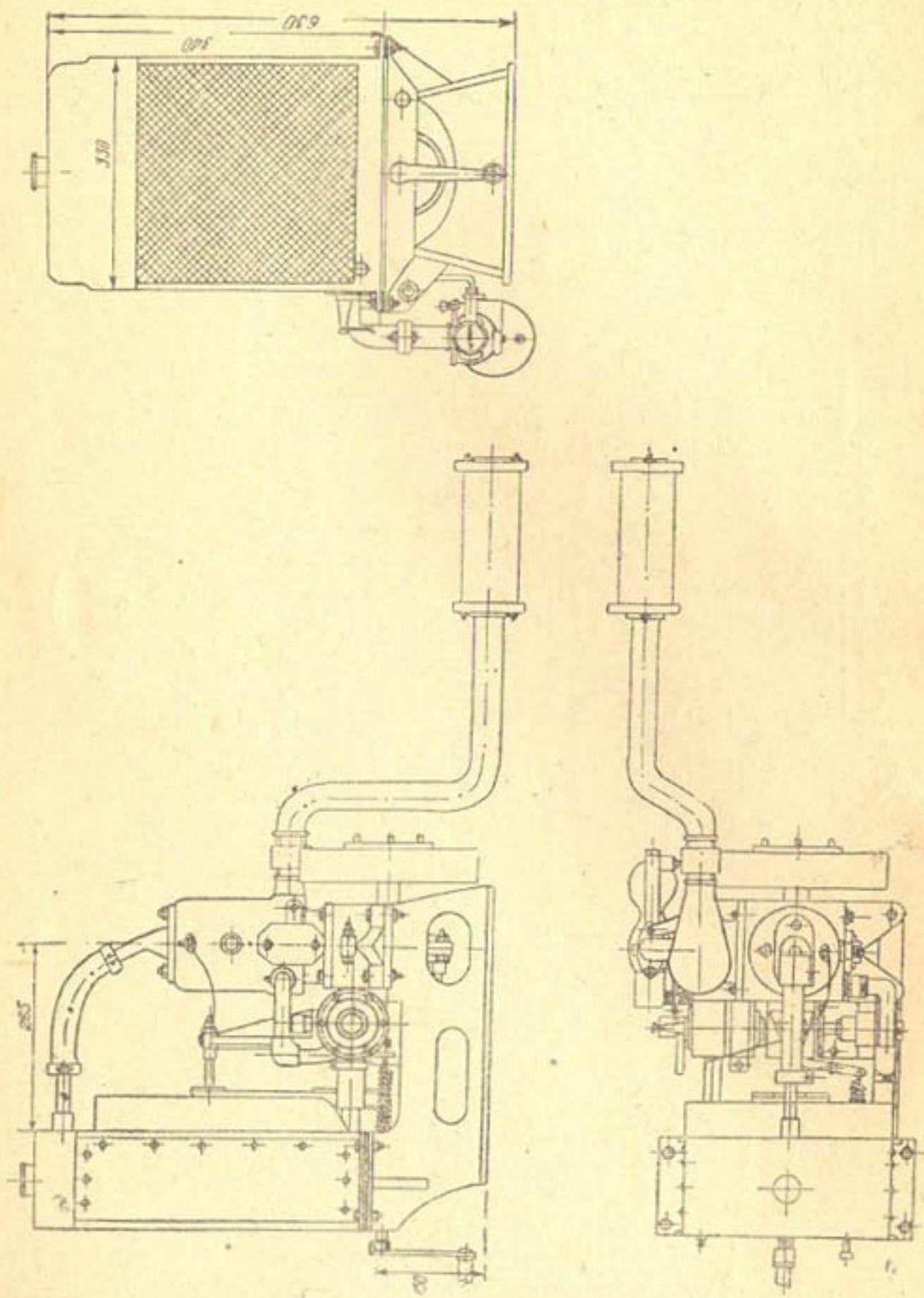


Рис. 26. Вид сбоку двигателя ЛД-6.

ние внутри камеры, вследствие чего наружный воздух входит в нее через клапан. При опускании поршень сжимает воздух, и при открытии окна с правой стороны чистый воздух устремляется через него внутрь цилиндра и своей струей промывает его, заставляя выйти через выхлопное окно 2 все продукты горения и заполняя весь объем цилиндра.

При следующем сейчас же подъеме поршня как правое, так и левое окна перекрываются поршнем, и при дальнейшем его подъеме объем чистого воздуха сжимается и почти целиком вгоняется в запальный шар 5, расположенный в верхней части цилиндра.

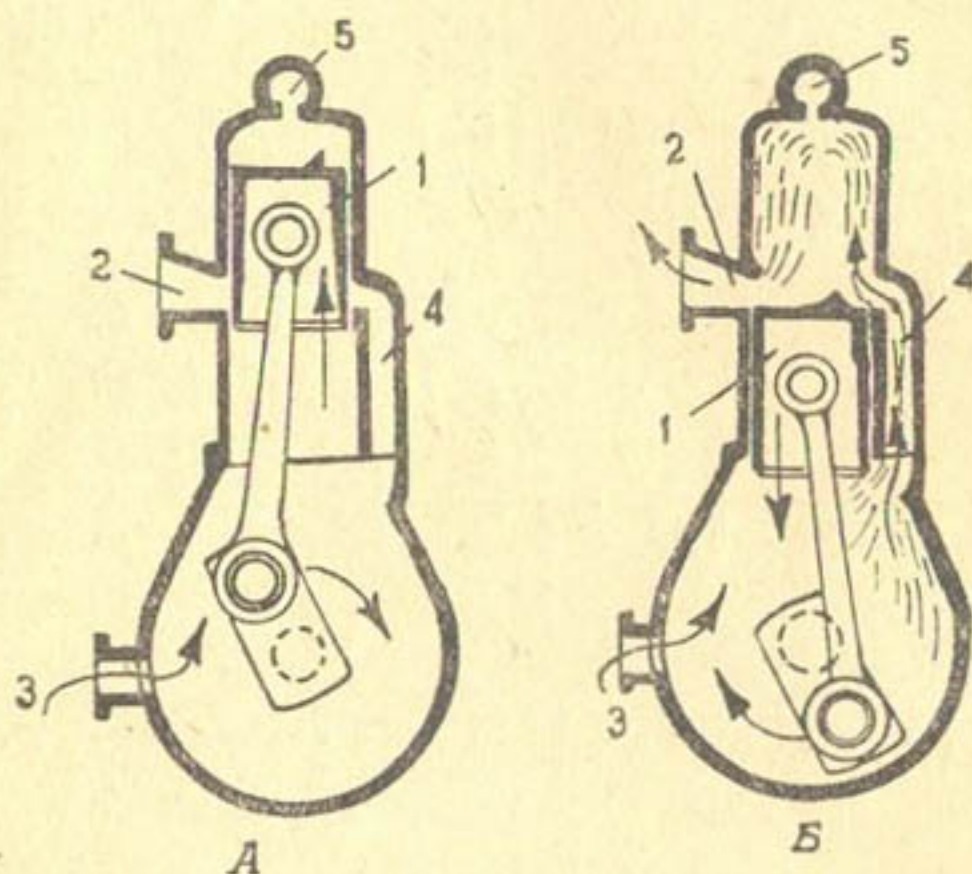


Рис. 27. Работа двухтактного двигателя, А — ход поршня вверх, Б — ход поршня вниз. 1 — цилиндр, 2 — выхлопное окно, 3 — всасывающий клапан, 4 — соединительный канал, 5 — запальный шар.

Запальный шар имеет форму, близкую к шару, и находится в раскаленном состоянии, поддерживаемом высокой температурой взрыва, происходящего в момент наивысшего положения поршня, потому что в этот момент особым насосиком через форсунку внутрь шара впрыскивается заряд нефти, который при соприкосновении с раскаленными стенками шара моментально сгорает в окружающем сжатом воздухе; это сгорание настолько быстро, что его принимают за взрыв; получающееся при этом повышение температуры вызывает сильное увеличение давления продуктов сгорания, которое гонит поршень вниз до положения, при котором открываются сначала левое выхлопное, а затем правое продувочное окно; получается выхлоп и продувка, затем — сжатие, воспламенение, рабочий ход; все эти процессы происходят в течение одного оборота вала или двух ходов поршня вниз и вверх, и потому такие двигатели называются двухтактными.

На рис. 28 представлен разрез, а на рис. 29 — наружный вид двигателя „Коммунист“ Маркштадтского завода республики немцев Поволжья.

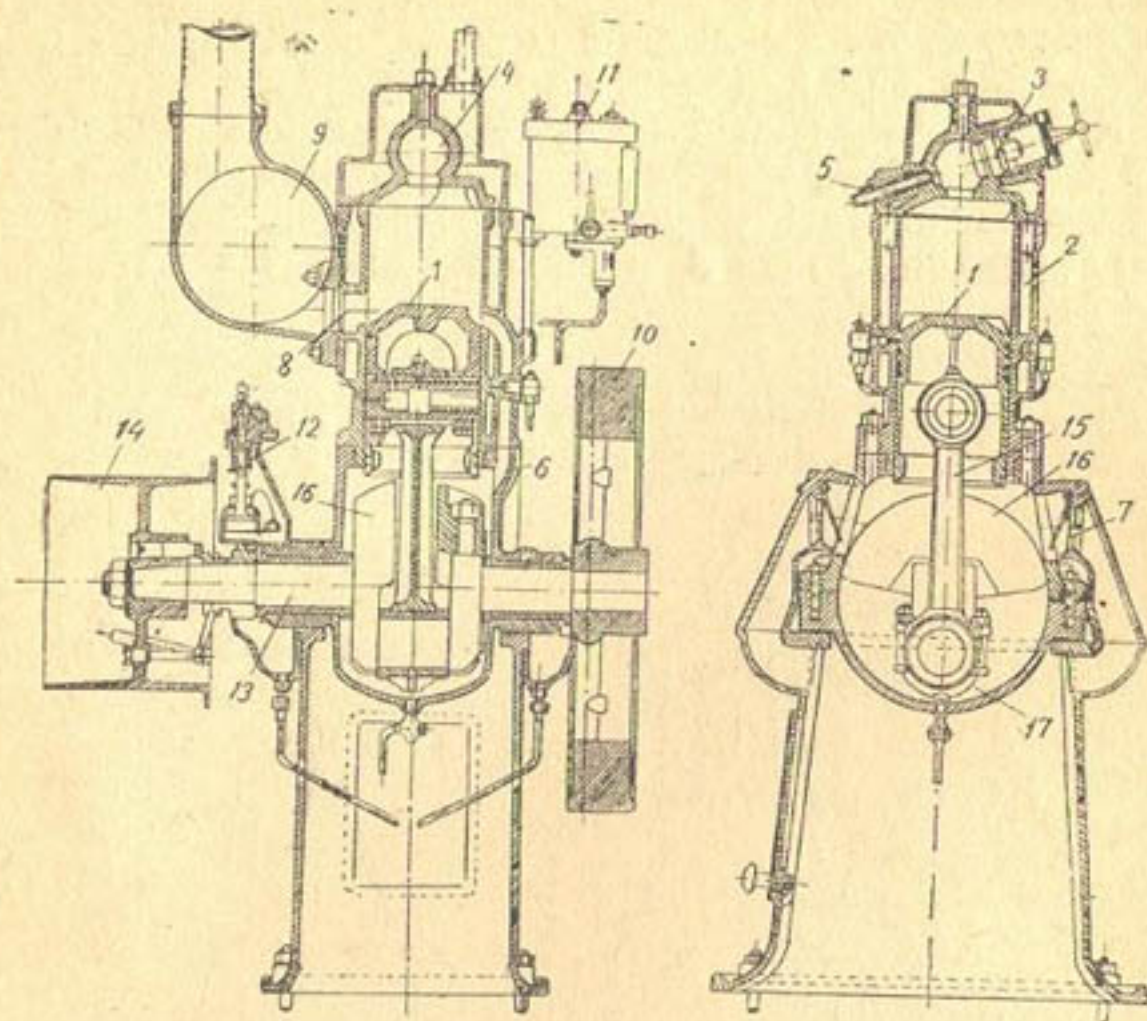


Рис. 28. Разрез нефтяного двигателя „Коммунист“.

Таблица 4.

Завод	Название двигателя	Мощность в л. с.	Примечание
„Красный прогресс“ в Б. Токмаке	„Триумф“	10, 12, 18, 35	вертикальн. горизонт.
„Коммунист“ в Маркштадте	сист. Маминна	12 14	вертикальные судовые
Харьковский паровозостроительный завод им. Коминтерна	„Пионер“	8, 12, 18, 25, 35 и 50	одноцилиндровые двухцилиндровые
Завод им. Ленина в Воронеже	—	от 8 до 100	
„Сотрудник Революции“ в Саратове	„Силач“	от 7 до 45	
Ижорский завод	—	от 8 до 280	вертикальные

Этот двигатель новейшей конструкции строится в 12—26 л. с. стационарного типа, а также на тележке; он делает 650 об/мин., расходует менее 300 г нефти на 1 л. с. в час, 40 г масла и 10—20 л. воды для охлаждения.

Ниже приводится перечень заводов, изготовляющих подобные же двухтактные нефтяные двигатели различных мощностей.

Так как двухтактные нефтяные двигатели расходуют сравнительно много топлива, заводы предпочитают переходить на постройку разных типов двигателей Дизеля, в том числе — и небольших мощностей, применяющихся в сельском хозяйстве.

Вновь построенный завод двигателей им. Сталина в г. Воронеже уже выпускает такие двигатели, характеризующиеся следующими данными (табл. 5).

Как видно из таблицы, эти двигатели значительно экономнее двигателей с запальным шаром; у них запал происходит вследствие сильного сжатия чистого воздуха при ходе поршня вверх. В тот момент, когда сжатие достигает наибольшей величины — 33 атм, причем температура воздуха поднимается до 600—650°, в цилиндр впрыскивается топливо — нефть, соляровое масло в распыленном виде; попадая в среду с высокой температурой, оно загорается, постепенно сгорает и дает толчок поршню. Расход топлива при этом получается процентов на 30 меньше, чем в других двигателях.

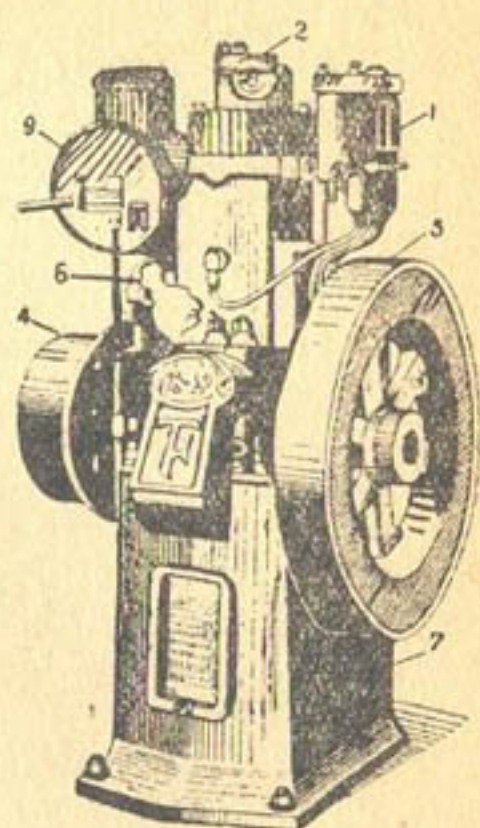


Рис. 29. Вертикальная нефтянка зав. „Коммунист“ (б. „Возрождение“) в 12 л. с. 1—резервуар масленки, 2—головка, 3—глушитель, 4—шкив, 5—маховик, 6—нефтяной насос, 7—фундаментная подставка.

Таблица 5.

Название двигателей	Число цилиндров	Мощность в л. с.	Обороты в мин.	Вес в кг	Расход на л. с. в час		
					нефти в г	масла в г	воды в г
ДД 1 × 25	1	25	430	1850	196		
ДД 2 × 25	2	50	430	2680	196	20	15—20
ДД 1 × 35	1	35	430	1230	196		

5. Электромоторы.

Электромоторы бывают постоянного тока и переменного. Первые конструктивно отличаются тем, что имеют щетки, скользящие по коллектору; в местах соприкосновения во время работы появляется искра.

Постоянный ток подводится к электромотору по двум проводам через реостат: поворачивая его ручку, можно в широких пределах менять число оборотов электромотора, чем достигается возможность преодолевать большие сопротивления при трогании

с места, например тронуть с места вагон трамвая, целый поезд на электрожелезных дорогах, или же поршневой насос, находящийся под полной нагрузкой. Способность электромотора легко менять число оборотов дает возможность легко и быстро регулировать его работу, например усиливать подачу воды насосом или уменьшать ее, смотря по потребности.

Электромоторы постоянного тока изготавливаются на напряжение 110, 220, 440 и 750 вольт от самых малых мощностей и до очень больших в несколько тысяч л. с.

Электромоторы переменного тока прежде всего различаются по числу фаз: бывают моторы однофазные и трехфазные. Чаще всего применяются электромоторы трехфазные; главное свойство их — невозможность регулировки числа оборотов; как при полной нагрузке, так и без нагрузки, они делают одно и то же число оборотов; если нагрузка превзойдет нормальную, мотор сгорает. Изготавливаются и моторы, допускающие незначительное изменение числа оборотов, но так как оно не превосходит 10% от нормального числа оборотов, то и эти так называемые электромоторы с коротко-замкнутым якорем обладают тем недостатком, что не могут стронуть с места полной нагрузки, например поршневого насоса без воздушного колпака, а для применения в таком случае трехфазного или однофазного мотора, его приходится брать с несколько большей мощностью. Моторы переменного тока строятся всяких величин, начиная от совсем маленьких, в 1/10 л. с., и до нескольких сот л. с. напряжением в 120/220 и 220/380 вольт.

ВОДОПОДЪЕМНИКИ.

1. Ячеисто-ленточный водоподъемник.

Описанный выше ячеисто-ленточный водоподъемник системы ЛАГУ при больших глубинах уже не может вращаться вручную, а требует привода от механического двигателя. Его лебедка сконструирована для пользования и при ручном и при механическом подъеме. В случае привода от двигателя вместо рукоятки на вал надевается шкив, а шестерни меняются своими местами: та, что была на главном валу, переставляется на приводной, и обратно.

При такой перестановке приводному валу, на котором находится шкив, можно сообщить около 400 оборотов. При этом производительность водоподъемников № 2 и № 1 значительно увеличивается.

2. Поршневые приводные насосы.

Водоподъемники, приводимые в движение каким-либо двигателем при помощи передачи или непосредственным соединением с двигателем, называются приводными: существует много разных систем их, начиная от приводимых в движение силой

животных водяных колес, норий, чигирей и пр. и кончая насосами внутреннего сгорания.

Некоторые из них, применяемые в настоящее время и изготовляемые нашей промышленностью, описываем ниже.

Поршневые приводные насосы изготовляются заводами „Красный факел“, „Красная Пресня“, „Борец“ в Москве и заводами „Большевик“ в Киеве, „Прогресс“ в Бердичеве.

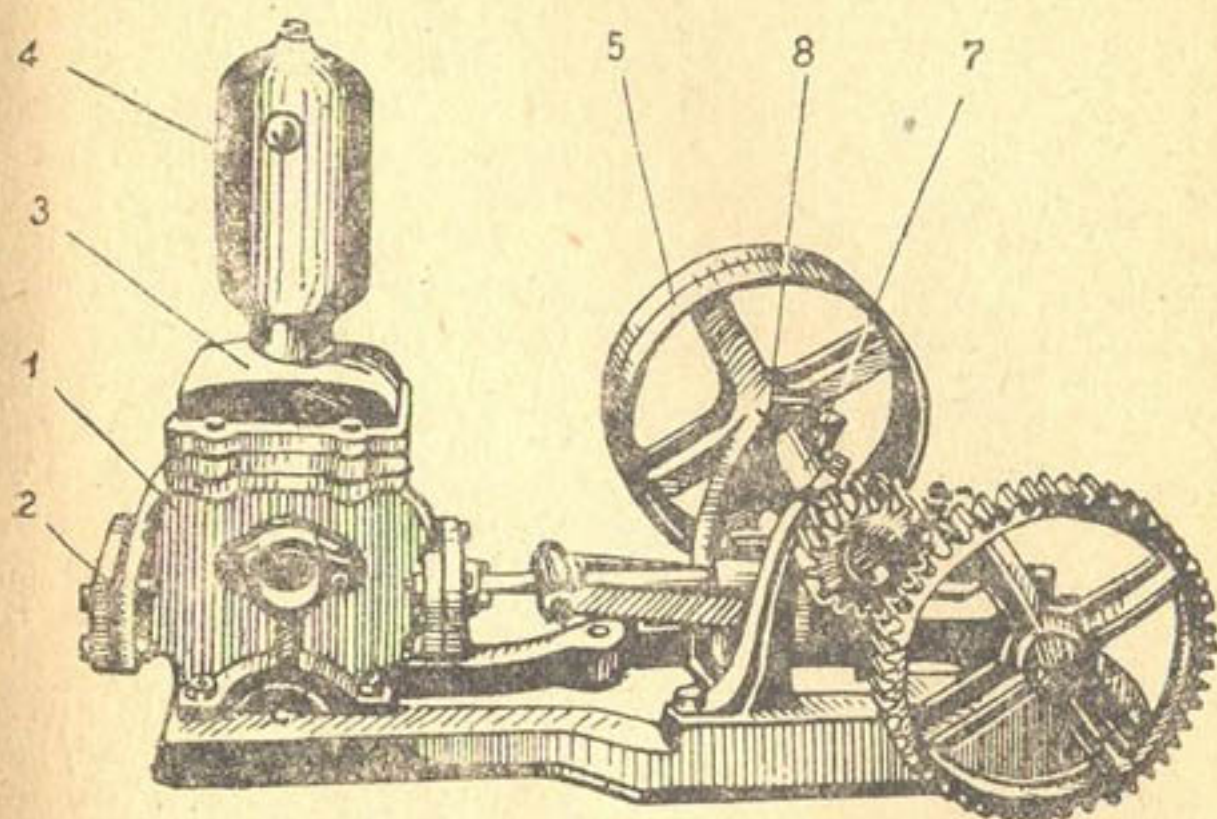


Рис. 30. Горизонтальные калифорнийские зав. „Красный факел“, „Красная Пресня“, Москва.

Для сельскохозяйственного водоснабжения применяются насосы заводов „Красный факел“ и „Борец“ небольшой производительности, характеризующиеся следующими данными:

Таблица 6*

Наименование завода	Произво- дительно- сть м ³ /ч	Высота нагнета- ния м	Число обо- ротов в мин.	Диаметр труб		Диаметр цилин- дра мм	Ход порш- ня мм	Вес кг
				вса- сыв. мм	нагне- тат. мм			
„Красный факел“	3,6	60	50	40	40	75	150	130
„Борец“	27	80	58	100	75	152	255	1190
	51,5	70	58	125	100	203	255	1570

Эти насосы — горизонтальные, двойного действия, одноцилиндровые, с зубчатой передачей к главному валу насоса от шкива, помещающегося на валу, лежащем на станине самого насоса.

Передача — зубчатая, обыкновенно равна 1:3 и 1:4, т. е. число оборотов шкива в 3 или 4 раза больше числа оборотов главного вала.

В последнее время эти насосы начинают получать распространение с приводом от электромотора, устанавливаемого на станине насоса; передача — червячная.

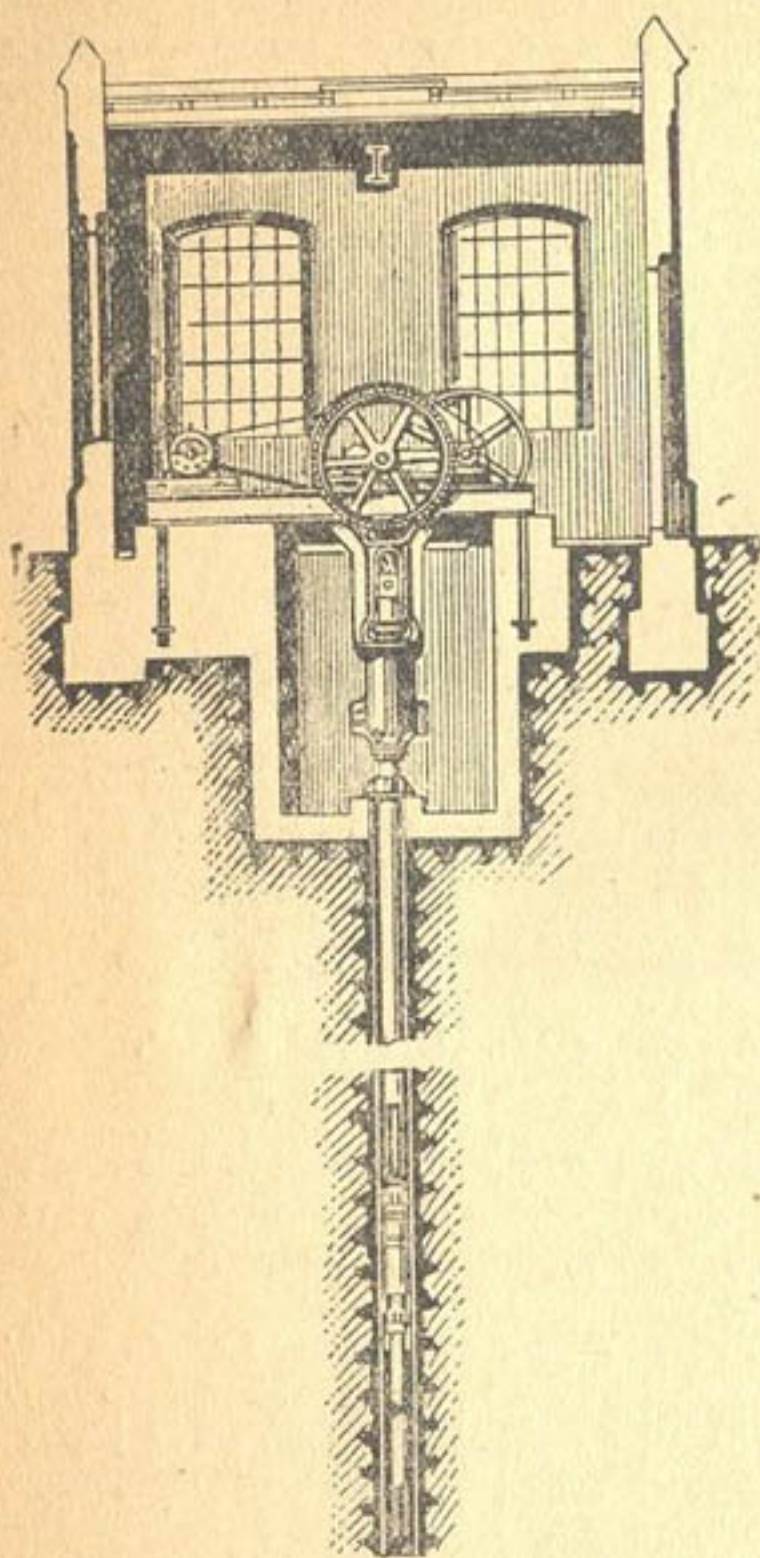


Рис. 31. Водоподъемная станция, оборудованная штанговым насосом с приводом от электромотора.

При необходимости подавать большое количество воды (до $280 \text{ м}^3/\text{час}$) могут быть установлены поршневые двухцилиндровые насосы завода „Борец“, марки П 4—70; но в этих случаях удобнее бывает воспользоваться центробежным насосом.

Вообще поршневые насосы применимы при незначительном количестве подаваемой воды — меньше 4—5 л/сек. ($15 \text{ м}^3/\text{час}$), и большой высоте подачи (больше 25 м). В таких условиях центробежные насосы или совсем не работают или же работа их очень невыгодна.

Для подачи количества воды от 10 до $45 \text{ м}^3/\text{час}$ на высоту до 220 м. Горловский завод изготовляет вертикальные плунжерные (скальчатые) трехцилиндровые насосы простого действия с ременной передачей.

Все эти насосы устанавливаются в машинных помещениях на поверхности земли, при неглубокой воде.

Если воду приходится подавать с глубины, большей 6 м, то поршневой насос должен быть опущен под поверхность земли.

В зависимости от вида колодца — бурового или копаного —

применяются и поршневые насосы соответствующей конструкции. На рис. 31 показана установка на буровом колодце насоса, приводимого в движение при помощи штанг. Штанги получают движение от лебедки, вращаемой электромотором. На рис. 32 показана такая же установка, но с лебедкой несколько другой конструкции, получающей движение от трактора. На рис. 33 показан водоподъемник конструкции ВНИИГИМ для буровых колодцев диаметром в 6 дюймов.

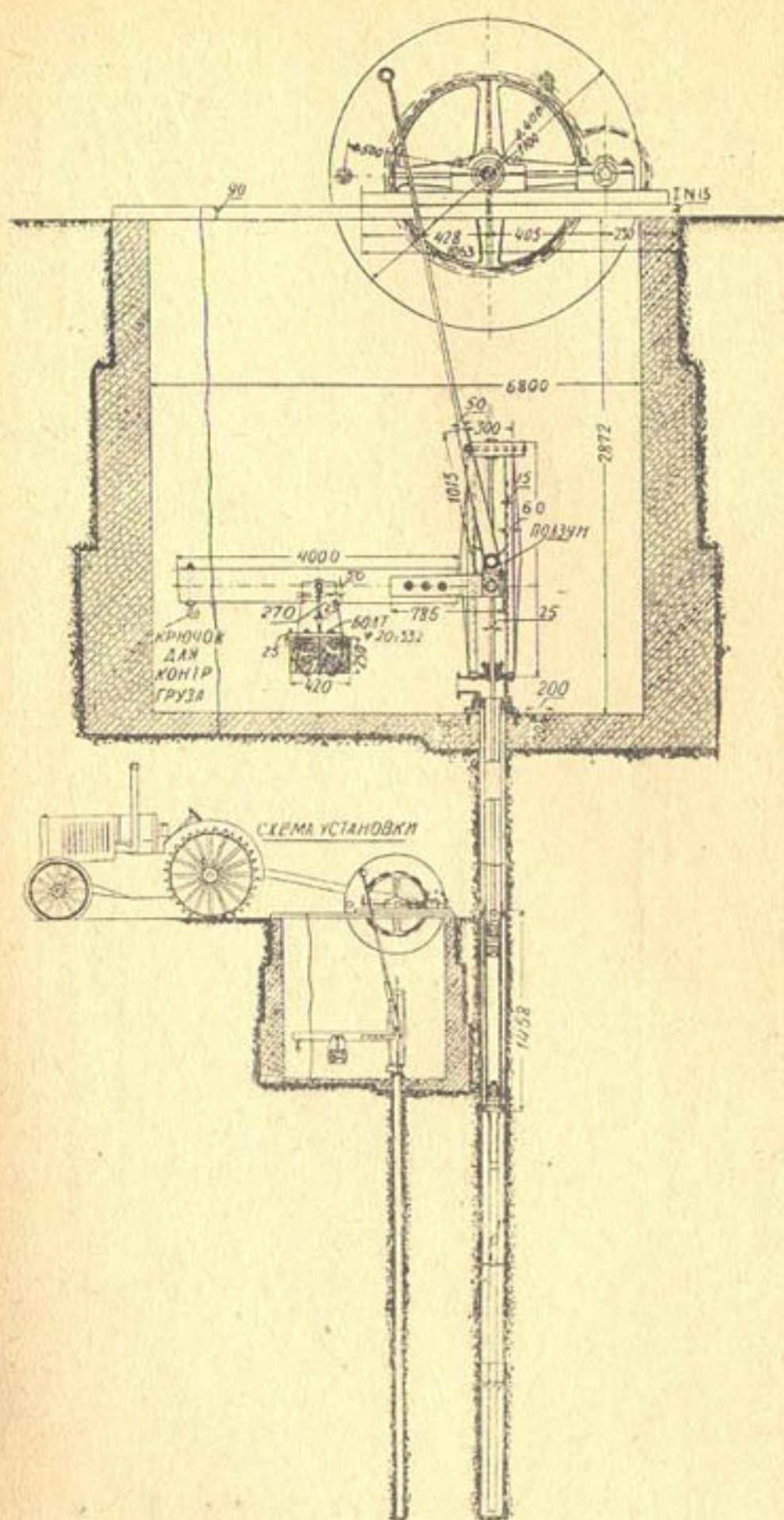
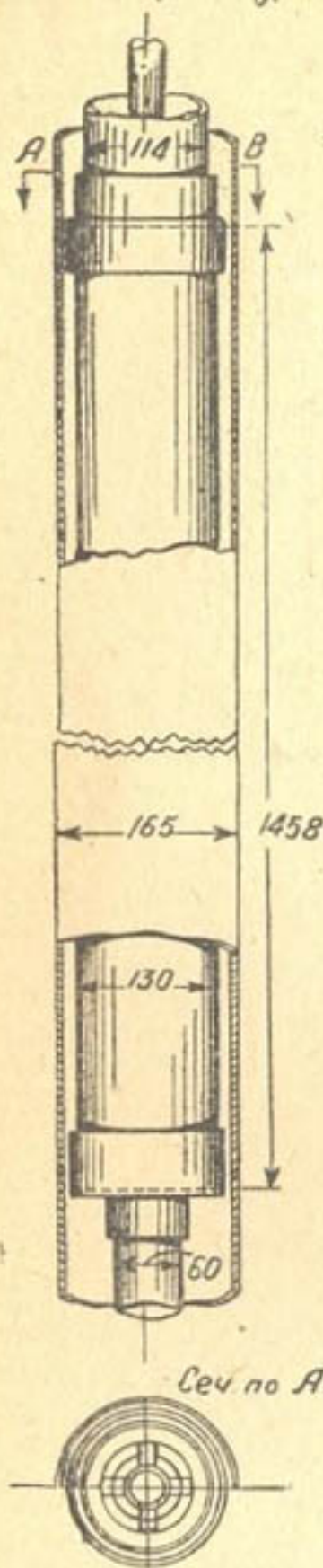
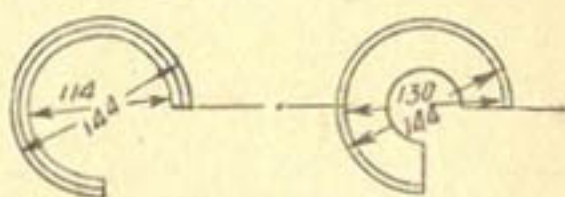
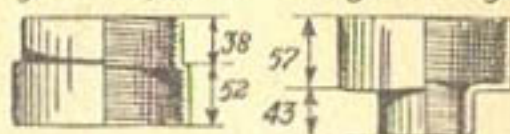


Рис. 32. Водоподъемная глубоководная насосная установка с насосом типа А-5.

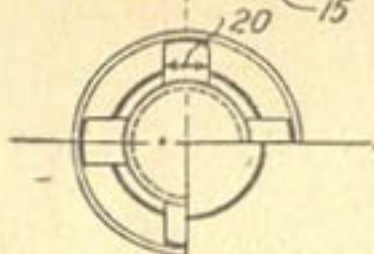
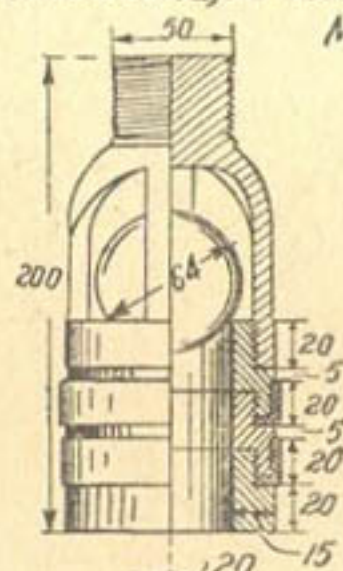
Рабочий цилиндр М: 1/2



Верхняя переходная муфта Нижняя переходная муфта



Всасывающий клапан М: 1/8



Общий вид М: 1/2

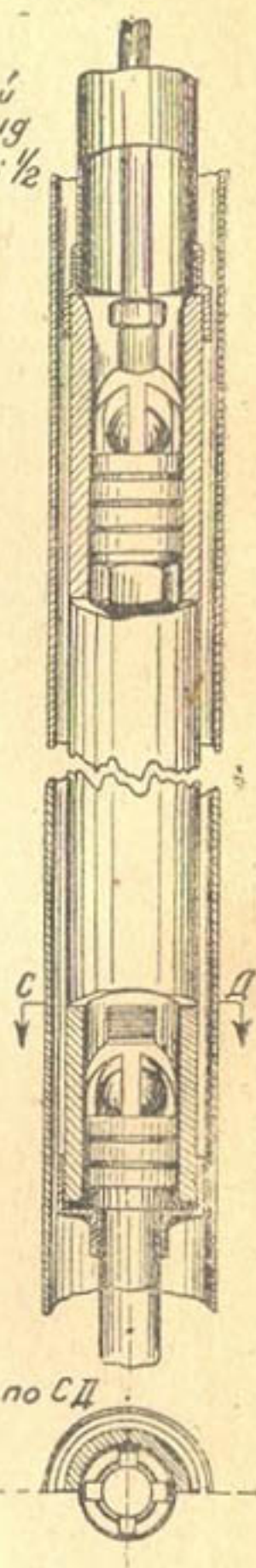


Рис. 33. Поршневой штанговый глубоководный насос простого действия типа А-5.

3. Центробежные насосы.

Центробежные насосы называются так потому, что работа поднятия жидкости происходит у них при помощи центробежной силы; она развивается вследствие быстрого вращения рабочего колеса, являющегося главной частью центробежного насоса. Колесо заставляет также быстро вращаться попавшую на него воду, которая с большой силой выбрасывается из колеса и вытесняет воду из окружающего колеса пространства в подъемную трубу.

На рис. 34 показано устройство центробежного насоса; буквой *K* обозначено колесо, снабженное лопастями; оно заставляет воду двигаться вместе с собой; вода попадает в колесо из всасывающей трубы *T* и выбрасывается в пространство *V*, окружающее колесо и переходящее в напорную трубу.

Для того, чтобы насос начал выбрасывать воду после пуска его в ход, надо, чтобы вода уже находилась в нем и заполняла как кожух насоса, так и его всасывающую, опущенную в воду трубу; с этой целью на конце трубы помещается всасывающий, окруженный сеткой клапан.

Этот клапан позволяет залить перед пуском насос водой, причем вода должна заполнить всю всасывающую трубу и насос до самого верха, т. е. до высоты, при которой она начнет выливаться через лейку; только после заливки водой можно пускать в ход насос — это неудобное свойство центробежного насоса, его недостаток: всегда надо следить за плотностью всасывающего клапана и затрачивать время на заливку, так как оставлять воду в насосе не всегда возможно.

Вторым отличительным свойством центробежного насоса по сравнению с поршневым является зависимость между количеством подаваемой воды и развиваемым насосом напором.

Понятно, что при увеличении числа оборотов увеличиваются количество подаваемой воды и напор; следовательно, для каждого числа оборотов насоса определенной конструкции существует вполне определенный расход и определенный напор, по которым насос и должен быть выбран для определенной работы.

Если бы пожелали, чтобы этот насос подал то же количество на большую высоту, то для этого надо было бы увеличить число оборотов насоса; но при увеличении числа оборотов возрастает и количество подаваемой воды, при желании сохранить прежнее ее количество следует прикрывать задвижку на нагнетательной трубе; этим создается сопротивление движению воды, но работа насоса становится неэкономной, так как он требует большей мощности, чем при нормально открытой задвижке.

Для экономной работы необходимо подбирать насос, не нуждающийся в регулировке.

Подбор насоса надо производить по каталогу, обращая внимание на количество подаваемой воды, напор и число оборотов,

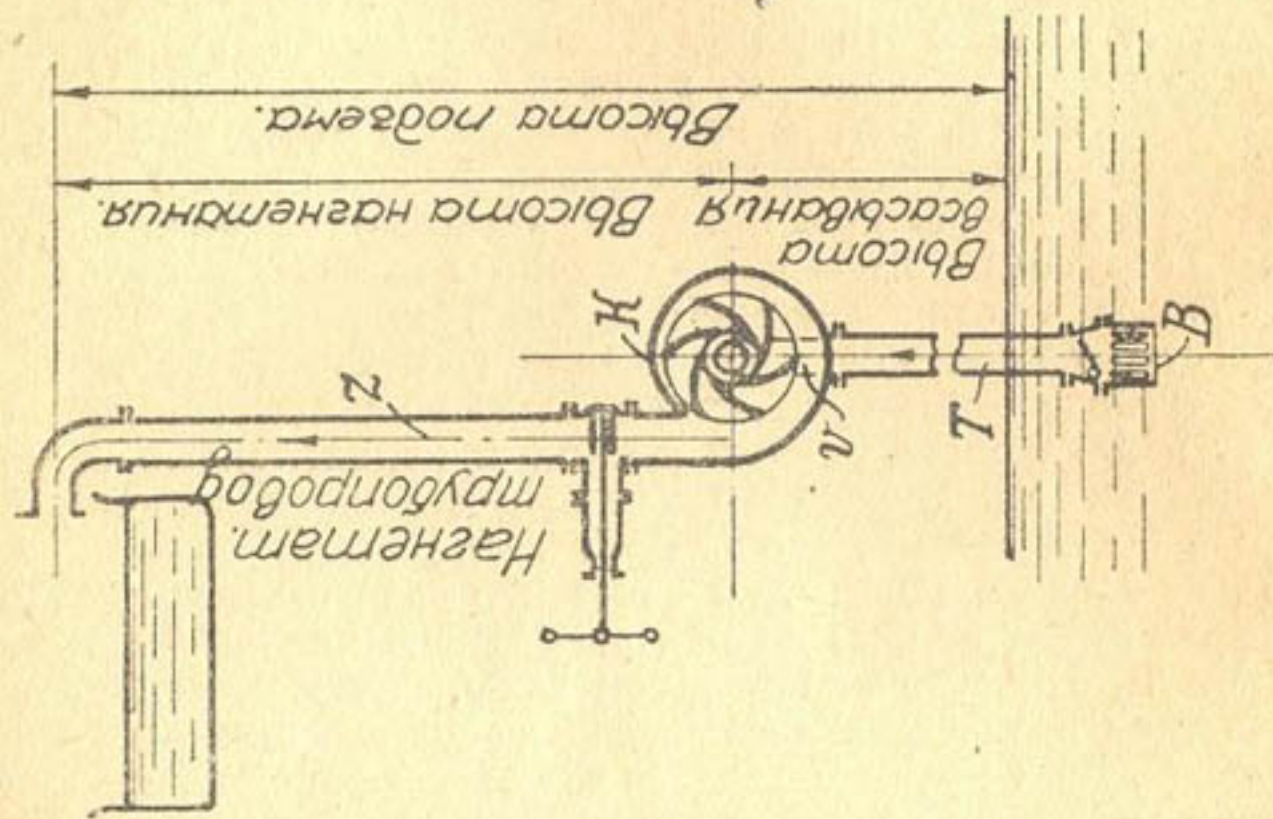


Рис. 34. Центробежный насос.

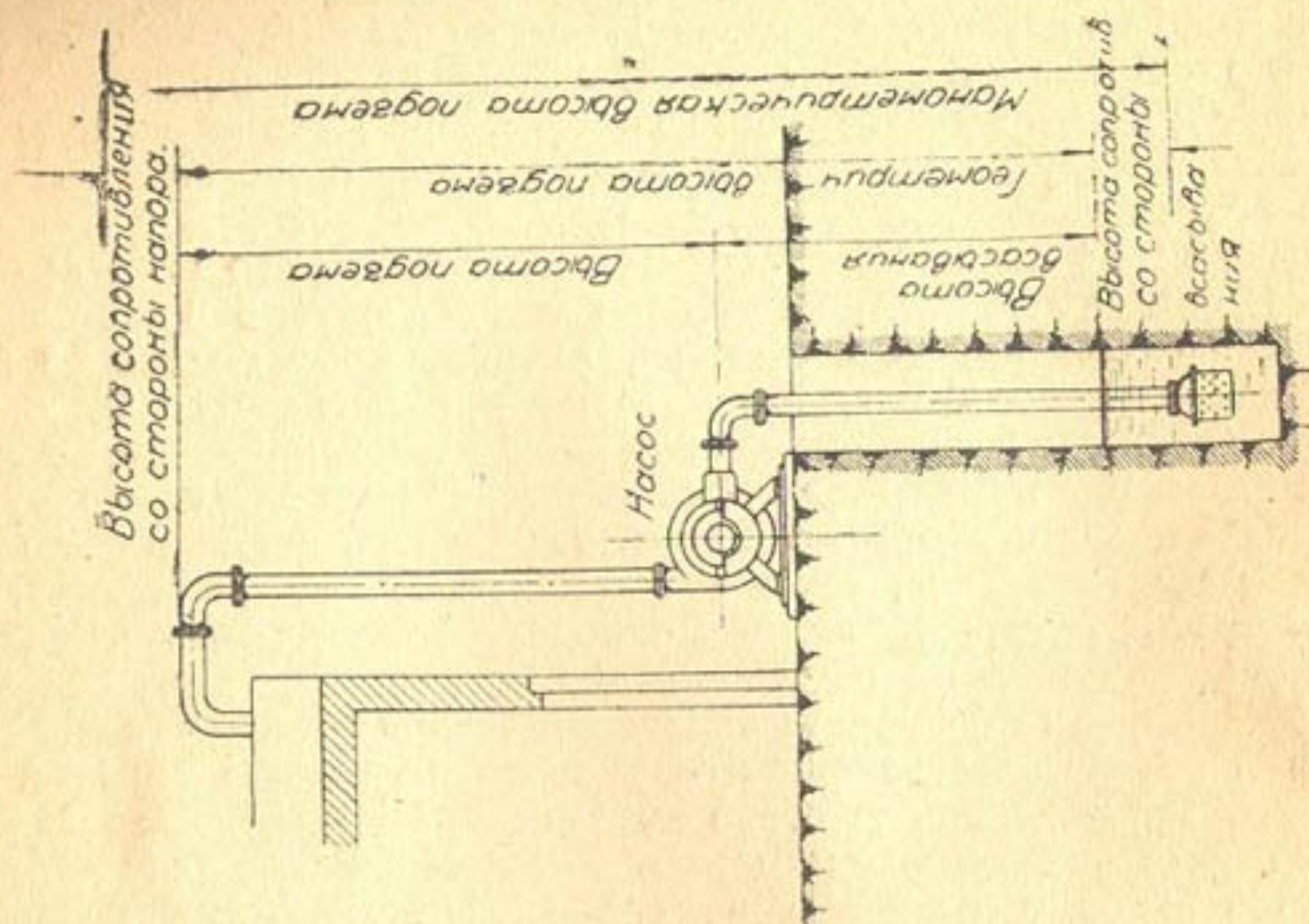


Рис. 35. Схема насосной установки.

если подходящего насоса в каталоге не имеется, то приходится выбирать наиболее близкий к имеющимся условиям — больший по расходу и меньший по напору; тогда, прикрывая задвижку при том же числе оборотов, можно получить требуемое количество воды и увеличенный напор.

Если же разница напоров велика, то приходится изменять число оборотов насоса против указанного в каталоге; при этом надо иметь в виду, что в настоящее время насосы выполняются с числом оборотов, соответствующим числу оборотов электродвигателей, т. е. 750, 960, 1450, 3000 и т. д. и, если насос приводится в движение электродвигателем, то изменение числа оборотов не всегда возможно.

В этом свойстве центробежных насосов заключается трудность их подбора и недостаток по сравнению с поршневыми; очень часты случаи, когда центробежный насос или не работает совсем, или работает скверно — не подает нужного количества воды, расходует большую мощность и т. д. Поэтому, хотя на первый взгляд центробежный насос

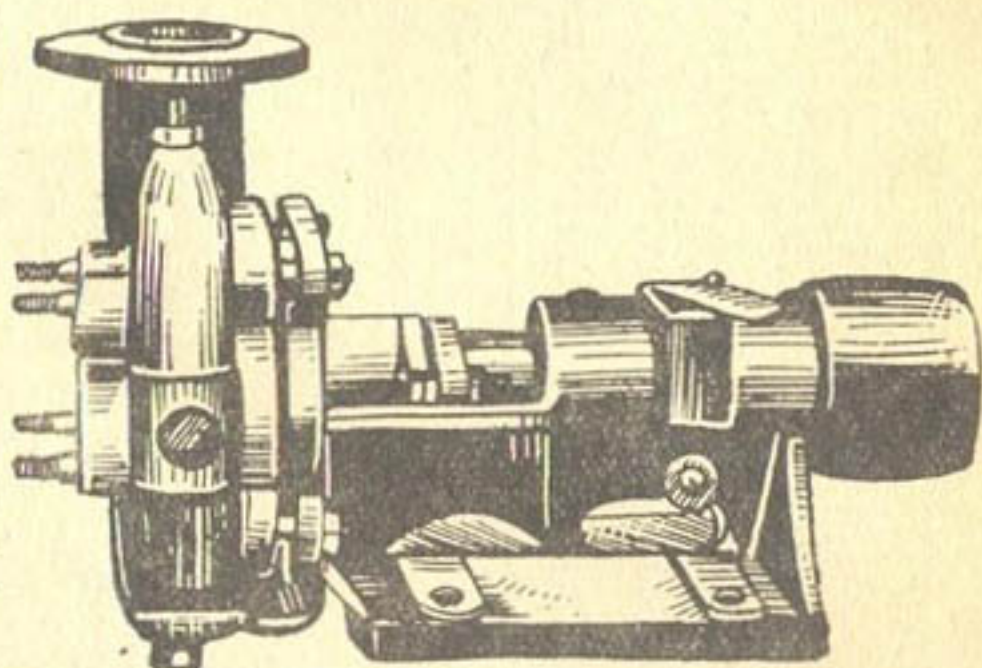


Рис. 36. Центробежный одноколесный насос с одним шкивом или с муфтой.

представляет очень простую машину, выбор его требует известных знаний и для рациональной установки желательно участие специалиста.

Центробежные насосы изготавливаются многими заводами, и дать подробный каталог выпускаемых насосов довольно затруднительно; можно только сказать, что центробежные насосы изготавливаются на всевозможные случаи, могущие встретиться при подаче воды; они делаются как для небольших, от 4 л/сек. ($15 \text{ м}^3/\text{ч}$), так и для очень больших количеств поднимаемой воды — до $25 \text{ м}^3/\text{с}$ ($90\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$); высота подъема для центробежных насосов также возможна очень большая; насосы, предназначенные для водоотлива из шахт, выполнялись для напоров до 1000 м. Для больших напоров насосы выполняются с большим числом рабочих колес (до 12), заключенных в один кожух; получается как-бы несколько насосов, подающих воду от одного к другому. Такие насосы называются многоколесными или многокамерными насосами высокого давления. Насосы низкого давления, наоборот, имеют только одно рабочее колесо. Необходимой принадлежностью установки центробежного насо-

са является всасывающий клапан и регулирующая задвижка; первый устанавливается на нижнем конце всасывающей трубы, а вторая — на нижнем конце нагнетательной трубы.

4. Эрлифты.

С внедрением трубчатых колодцев в сельское хозяйство и с развитием глубоководных скважин особенно остро выдвигается вопрос об использовании таких водоподъемников, которые не зависимо от высоты уровня, глубины колодца и его диаметра давали бы возможность извлечь наибольшее количество жидкости. Одним из таких водоподъемников, удовлетворяющим в не-

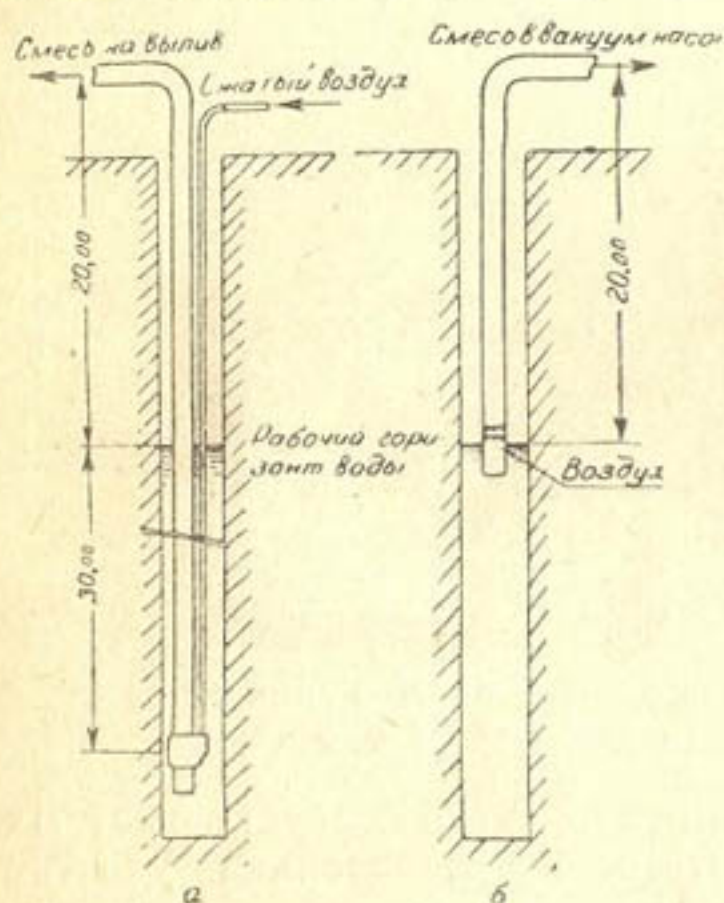


Рис. 37. а) Схема нагнетательного эрлифта, б) Схема всасывающего эрлифта.

которых случаях всем условиям эксплуатации скважин, является так называемый воздушный подъемник или эрлифт. Так как подъем жидкости из скважин с большой глубины наиболее надежно в техническом и наиболее дешево в экономическом отношении осуществляется именно эрлифтом, то в социалистическом сельском хозяйстве эрлифты должны быть более широко распространены.

Впуск воздуха в подъемную трубу эрлифта может быть произведен двумя способами, а потому, очевидно, и конструкции, применяемые для этих двух способов, будут разные; мы отличаем эрлифт нагнетательный, в котором воздух вводится в сжа-

том виде в нижний конец подъемной трубы, и эрлифт всасывающий, в котором всасывание воздуха в нижний конец трубы происходит вследствие искусственно создаваемого над другим концом трубы вакуума.

Действие нагнетательного эрлифта основано на образовании разных удельных весов жидкости в сообщающихся трубах путем введения в трубу сжатого воздуха; в этом случае воздух необходимо сжать до давления, господствующего в воздушном насадке, через который он проникает в жидкость, уменьшая ее удельный вес, и вызывая этим подъем смеси.

Действие всасывающего эрлифта основано на введении воздуха (путем создания вакуума над уровнем воды в подъемной трубе) в нижнюю часть подъемной трубы через от-

верстия, которые должны быть расположены выше уровня жидкости в колодце.

Благодаря разрежению, создаваемому насосом, воздух проникает в трубу и смешивается с водой. Так как удельный вес смеси воздуха с водой меньше удельного веса воды, то эта смесь давлением атмосферы поднимается во всасывающей трубе на высоту, соответствующую разности удельных весов смеси и чистой воды.

Всасывающий эрлифт с ручным подъемом, изображенный на рис. 38, предназначается для подъема жидкости до высоты $H = 20$ м.

А. Всасывающие эрлифты.

Водоподъемная установка состоит из: 1) рабочего механизма — в данном случае ручного поршневого насоса типа А-3; 2) подъемной трубы; 3) воздушного насадка.

При подъеме небольшого количества воды установка с всасывающим эрлифтом получается очень простой.

Ручная водоподъемная установка может дать при работе одного человека и подъеме на высоту $H = 20$ м 6 л/мин при 30 двойных ходах поршня. Если рукоятку насоса качает один человек, вода без затруднений через 10 сек. поднимается на высоту 20 м и большими порциями выливается непосредственно через насос в резервуар. При таких установках насос одновременно подает воздух и воду, а потому размеры его должны быть больше. Очевидно, между высотой всасывания и количеством поднимаемой воды существует определенная зависимость, величина которой легко высчитывается теоретически, однако не вполне соответствует действительности, вследствие чего ее приходится находить опытом.

Для подъема жидкости на высоту, превышающую 20 м, применяется ступенчатая подача, т. е. последовательное соединение при помощи герметического резервуара-воздухоотделителя двух и большего числа подъемных труб, подающих жидкость каждая на высоту $H = 20$ м в следующий резервуар-воздухоотделитель,

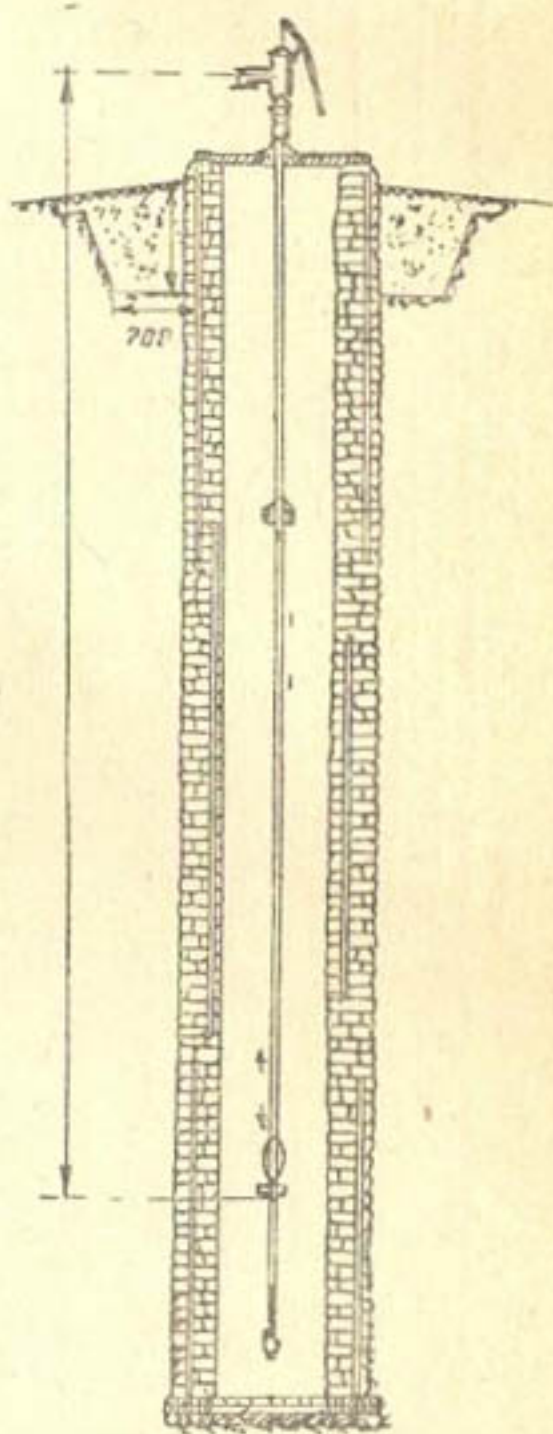


Рис. 38. Водоподъемная установка всасывающего эрлифта глубиной до 20 м.

причем откачивание воздуха из всех воздухоотделителей производится одним вакуум-насосом. Конструкция, изображенная на рис. 39, была разработана применительно к буровому колодцу

диаметром в 6 дюймов для подачи воды на любую высоту в количестве около 2 л/сек. Конструкция состоит из сосудов плоской формы длиной в 135, шириной в 50 и высотой в 400 мм каждый. Таким образом, объем сосуда равен $V=2,5$ л. У сосуда с одной стороны имеются два отверстия с газовой резьбой для ввинчивания подъемной и сифонной труб диаметром в $1\frac{1}{2}$ дюйма, а с другой стороны — одно меньшее отверстие для ввинчивания воздушной трубы диаметром в $\frac{1}{2}$ дюйма (рис. 40).

Сосуды соединены отрезками труб в $1\frac{1}{2}$ дюйма и представляют собой всасывающий эрлифт, который может состоять из одной или нескольких ступеней.

При нижней ступени нужен только один сосуд; он располагается наверху, и из него откачивается воздух по $\frac{1}{2}$ " трубе; по одной нижней $1\frac{1}{2}$ " трубе поступает смесь, а по другой — спускается чистая вода. У многоступенчатого эрлифта каждая ступень, следующая за нижней, включает в себя два сосуда: верхний, из которого воздух удаляется вакуум-насосом, и нижний, в который по сифонной трубе из верхнего сосуда сливается чистая вода, а по $\frac{1}{2}$ " трубе входит наружный воздух для насыщения восходящего столба жидкости следующей ступени. Для этого в малое отверстие сосуда, повернутого так, что-

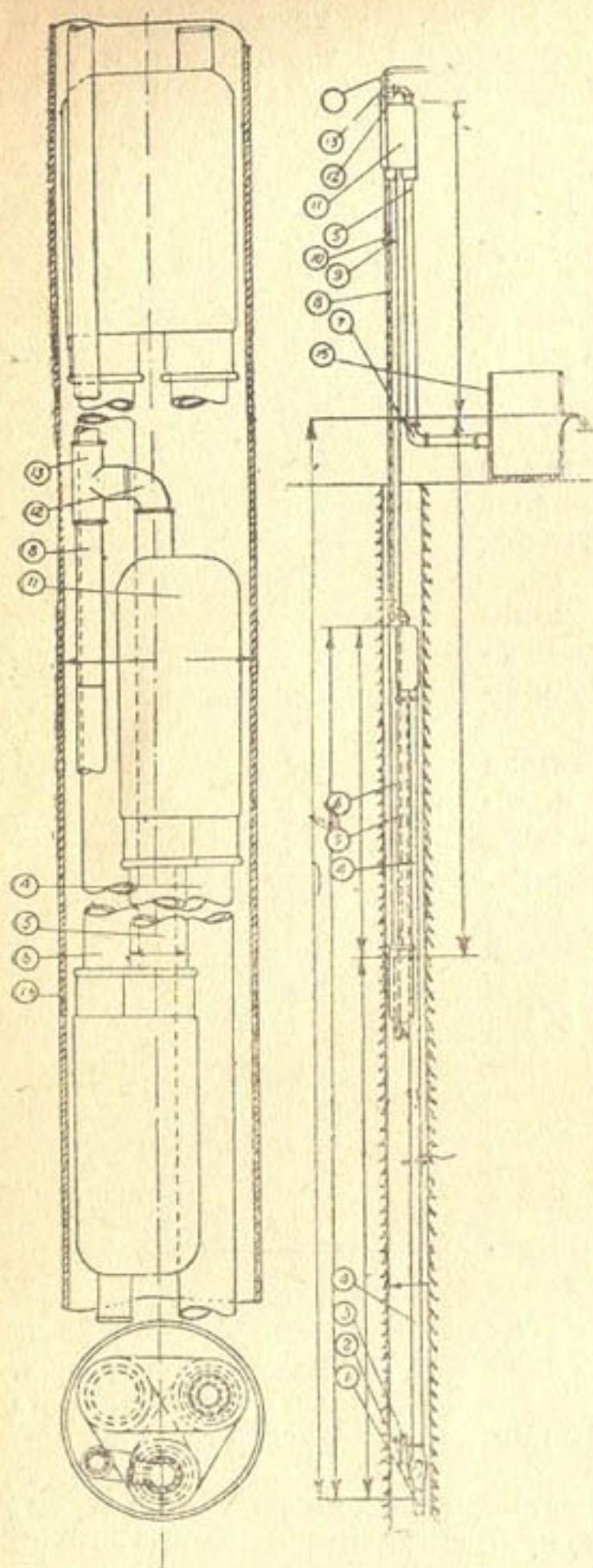


Рис. 39. Всасывающий двухступенчатый эрлифт сист. Алексеева.

бы большие отверстия находились сверху, а малое — снизу, ввертывается трубка с распылителем на внутреннем и с регулирующим краном на наружном концах, причем распылитель должен находиться в самом устье начинающейся над ним восходящей 1½-дюймовой трубы.

В нижней ступени всасывающего эрлифта, несколько выше уровня жидкости, ввинчивается в подъемную трубу воздушный насадок 2 (рис. 39), через который воздух впускается в подъемную трубу при помощи полушарового сопла с 1-мм отверстиями, разбивающего струи на отдельные пузырьки возможно меньшего размера. В месте ввода сопла насадок (рис. 41) имеет расширение, необходимое для создания лучшего прохода воды. Таким образом, в разработанной конструкции одна и та же деталь служит двум целям, чем достигается дешевизна аппарата и возможность быстрого и легкого его изготовления.

На рис. 42 представлена подземная водоподъемная установка, оборудованная всасывающим эрлифтом. Помещение, в котором установлено оборудование, находится под землей, и поэтому наземных неудобств не имеет.

Помещение может быть устроено из любого материала. На рис. 42 показана бетонная шахта, сообщающаяся с поверхностью при помощи люка; помимо люка, устраивается специальное герметически закрываемое отверстие. Размеры последнего позволяют в случае ремонта поднять агрегат из шахты и сменить оборудование из подземного помещения. Кроме того, это отверстие может быть использовано и для дневного освещения шахты. Для циркуляции воздуха в шахте и в скважине устанавливается сообщающийся с поверхностью фильтр. В случае отравления воздуха веществом, вредным для человеческого организма, рас-

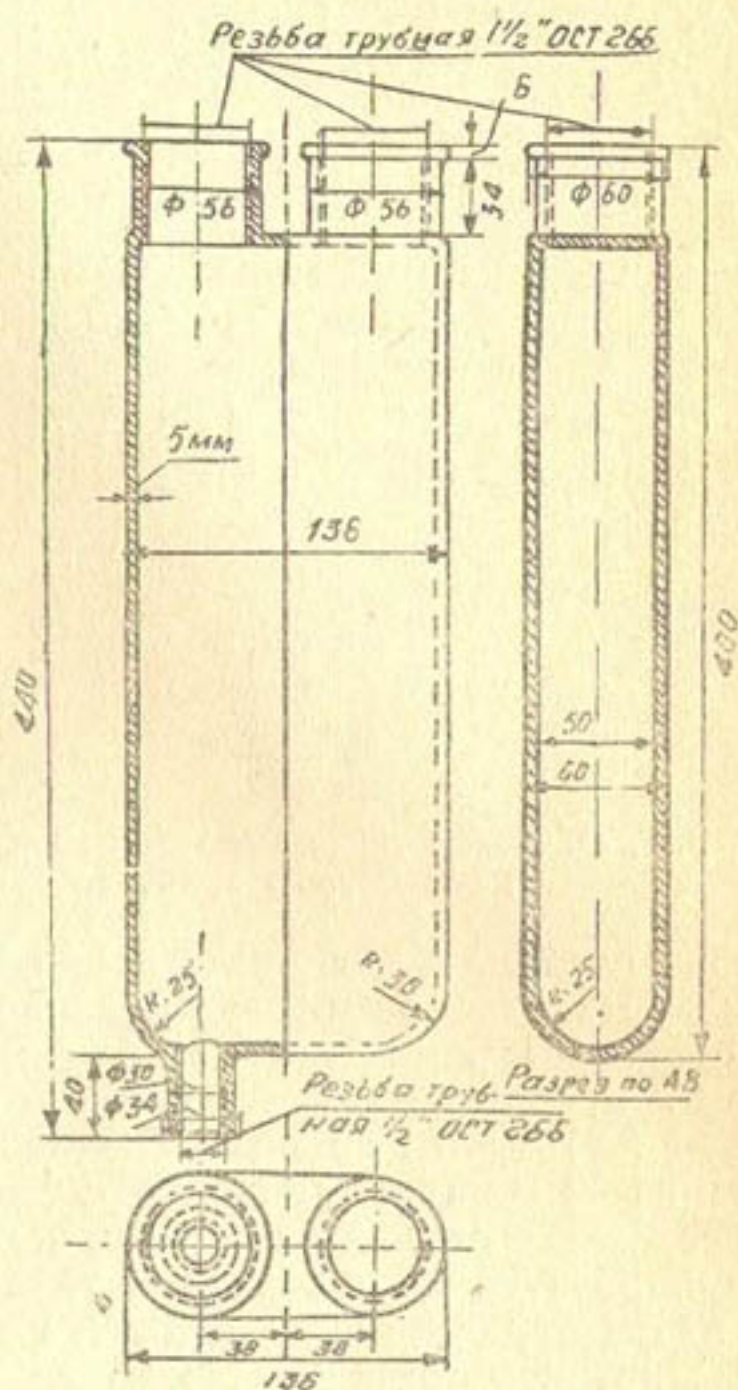


Рис. 40. Конструкция воздухоотделителя всасывающего эрлифта.

смотренная выше установка такого водоподъемника может работать даже и в зараженной зоне. Достигается это довольно просто. Достаточно плотно закрыть люки, и воздух помещения может быть легко заменен чистым воздухом, получаемым из зараженной атмосферы через специально устроенный фильтр.

Надземная решетка предохраняет фильтр от разрушения, могущего произойти от повозки, машины и т. д. Вода, поднятая всасывающим эрлифтом, отводится по трубе в сбросной резервуар. Изображенной на рис. 42 установкой можно всасывать воду с глубины 20 м с производительностью около 1 л в секунду.

На рис. 43 изображена насосная станция 1 и 2 подъема, оборудованная трехступенчатым всасывающим эрлифтом и применяемая во всех без исключения случаях подъема жидкости с боль-

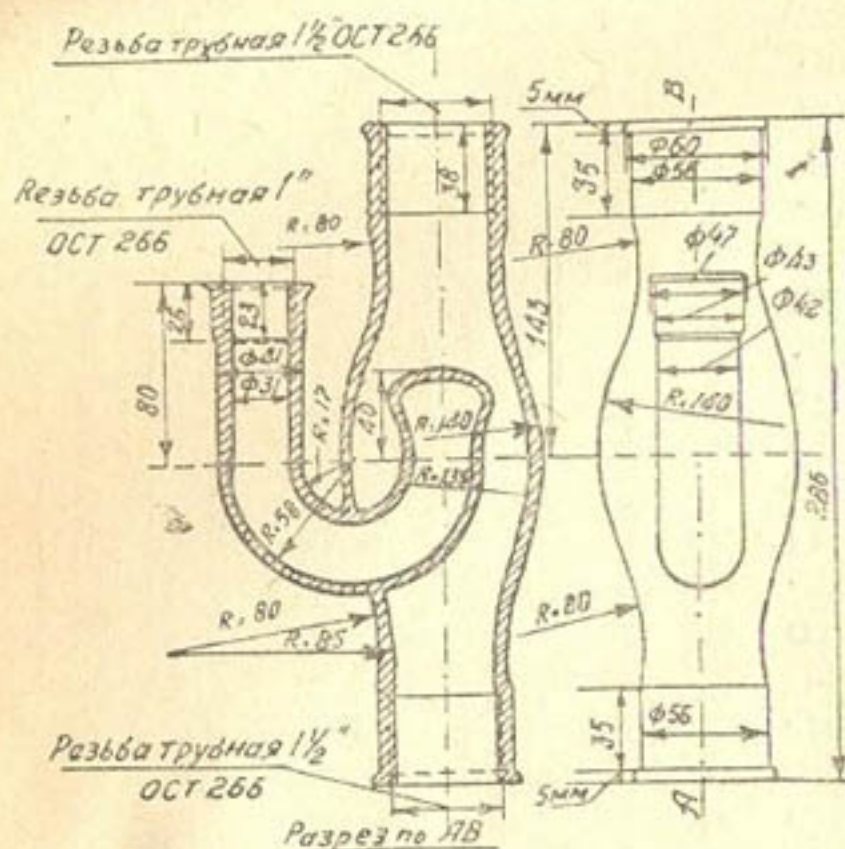


Рис. 41. Конструкция воздушного насадка всасывающего эрлифта.

ших глубин, в том числе и для шахтных колодцев.

Трехступенчатый всасывающий эрлифт установлен так, что высота подъема $H=39$ м разбивается на 3 части по 15 м, и в этих местах устанавливаются воздухоотделители, верхние (воздушные) трубы которых соединены с вакуум-насосом. Вакуум-насос одновременно отсасывает воздух из системы труб всех трех ступеней; тотчас же жидкость вместе с воздухом поднимается по подъемной трубе в воздухоотделитель. В нем воздух отделяется от жидкости и отсасывается вакуум-насосом, а жидкость стекает вниз по трубе и, попадая в воздушный насадок, смешивается с воздухом. Таким образом и происходит ярусный подъем жидкости. Весь монтаж всасывающего эрлифта нужно производить на поверхности и секциями опускать в колодец.

На рис. 44, 45, 46 показана передвижная водоподъемная установка, оборудованная всасывающим эрлифтом. Летом 1937 г. она была установлена во дворе Дегунинской школы Лихоборского сельсовета Московской области. Установка поднимала воду из колодца с глубины 15 м и состояла из резинового шланга 2" диам., снабженного наконечником из 2" железной трубы с небольшими отверстиями, которые могут быть прикрыты муфтой, наворачивающейся на трубу; другой конец шланга присоединен

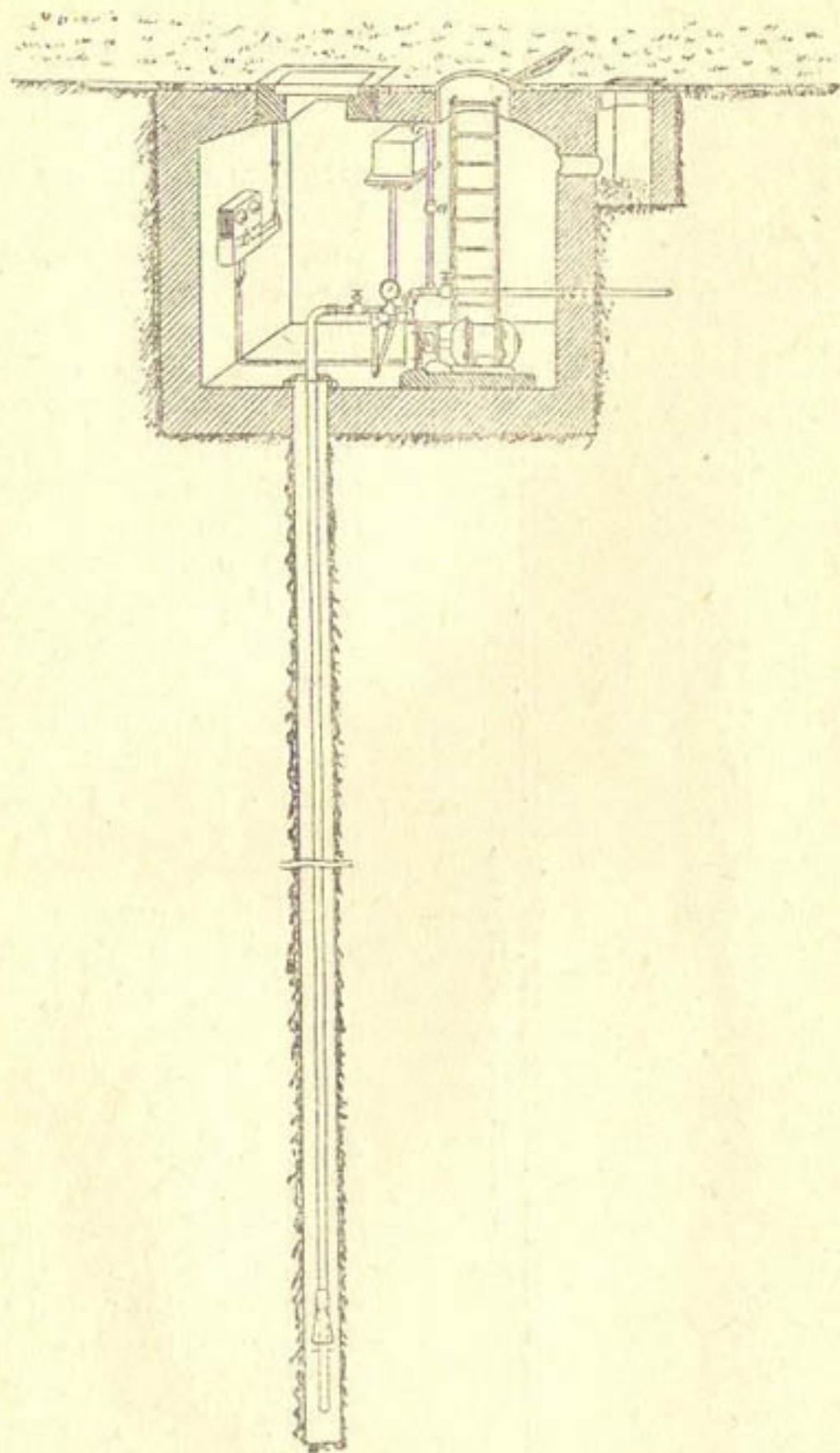


Рис. 42. Водоподъемная установка с всасывающим эрлифтом сист. Алексеева.

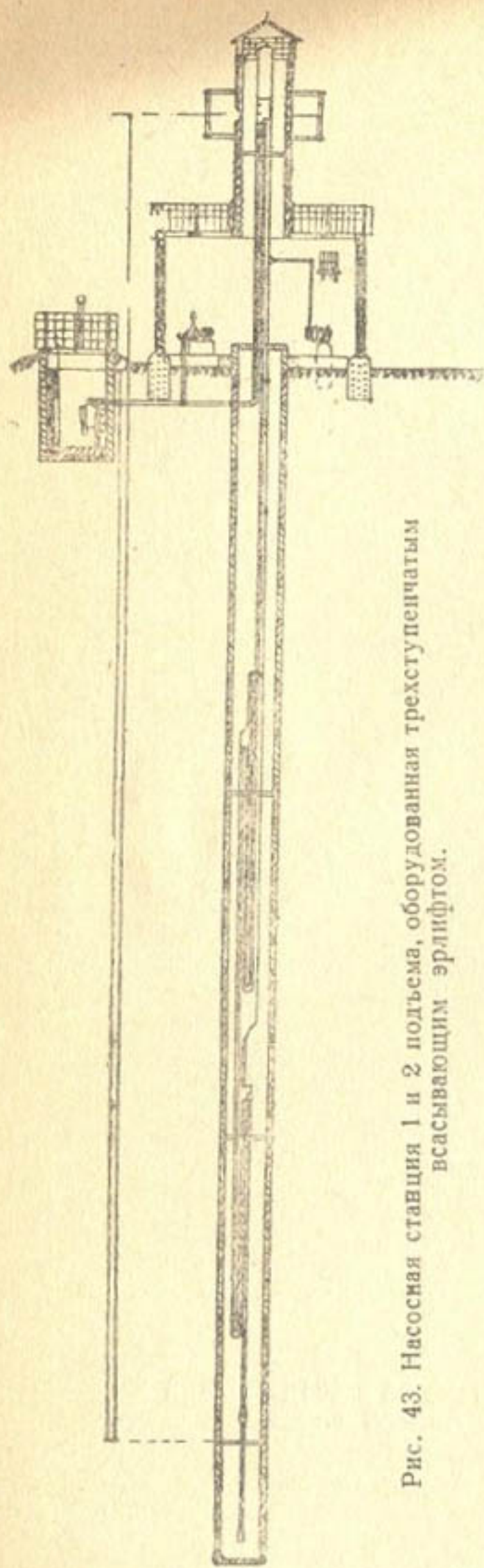


Рис. 43. Насосная станция 1 и 2 подъема, оборудованная трехступенчатым всасывающим эрлифтом.

к водокольцевому насосу марки РМК-1, приводимому во вращение бензиновым мотором марки Л-6 мощностью в 6 л. с.; этот агрегат установлен на двухколесной тележке, на которую укладывается и шланг, служащий собственно водоподъемником. Тележка с собранным агрегатом легко может быть прицеплена к автомобилю, трактору и т. п. Таким образом, всю водоподъемную установку легко подвезти к любому водоисточнику и быстро пустить в ход, так как для этого требуется только опустить наконечник в воду. При отвесном направлении шланга после пуска мотора через одну или $1\frac{1}{2}$ минуты вода начинает вытекать из напорного шланга, причем количество подаваемой воды зависит от глубины, и в данной установке оно равнялось около 1,5 л. с., а мотор работал далеко не полным газом.

Передвижная установка, изображенная на рис. 46, наиболее подходит для таких сельскохозяйственных условий, при которых вода может потребоваться в течение одного сезона. Создавать на колодцах постоянные установки, которые бездействовали бы в продолжение $\frac{3}{4}$ года, конечно, не имеет смысла; гораздо удобнее и выгоднее обходиться передвижной установкой, и наиболее удобной, компактной и надежной является именно такая, как описано выше, так как она одинаково годна как для подачи воды из шахтных колодцев, так и из буровых, не требует никакого оборудования колодцев, быстро

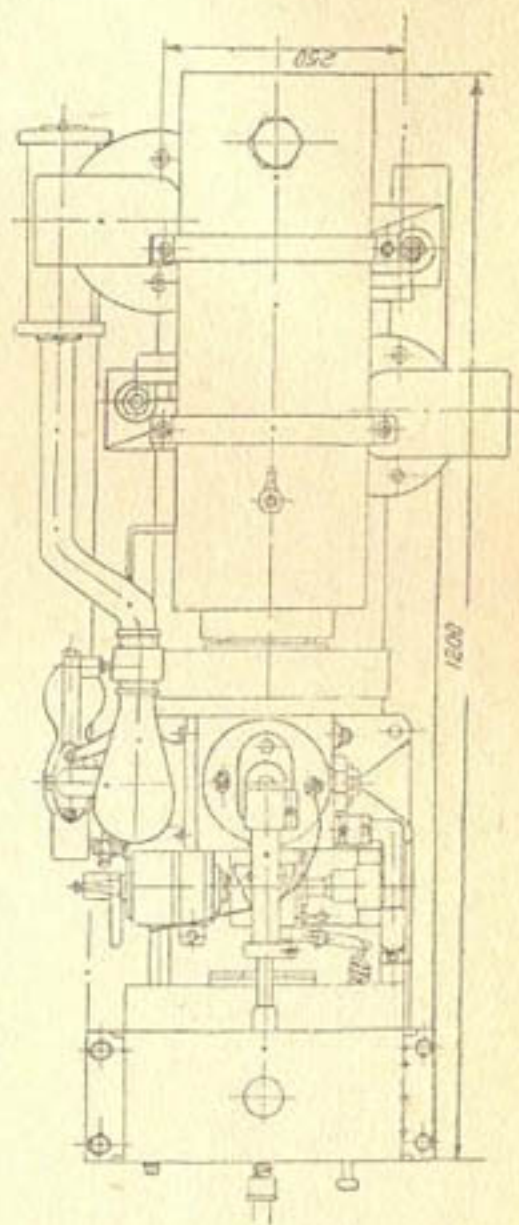
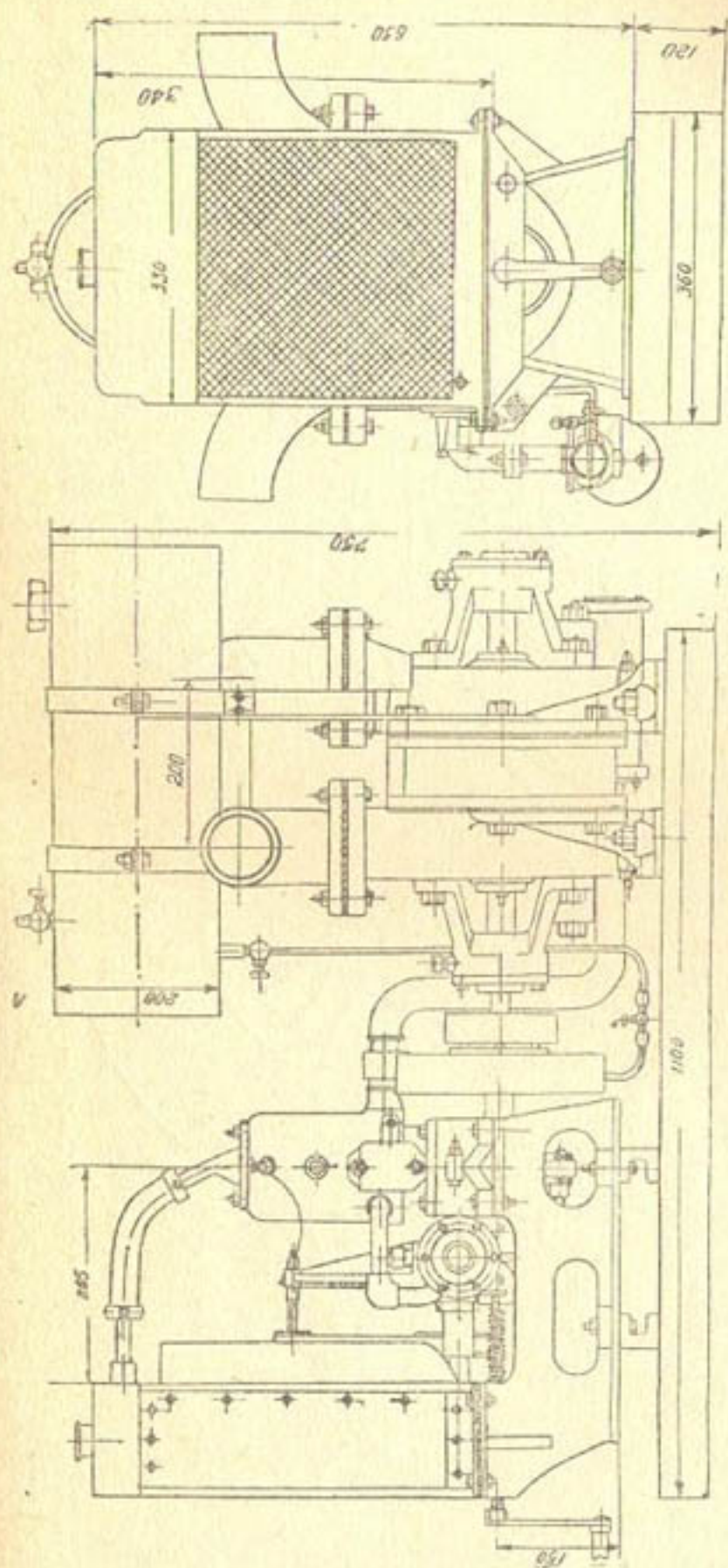


Рис. 44. Передвижной всасывающий эрлифт сист. Алексеева,

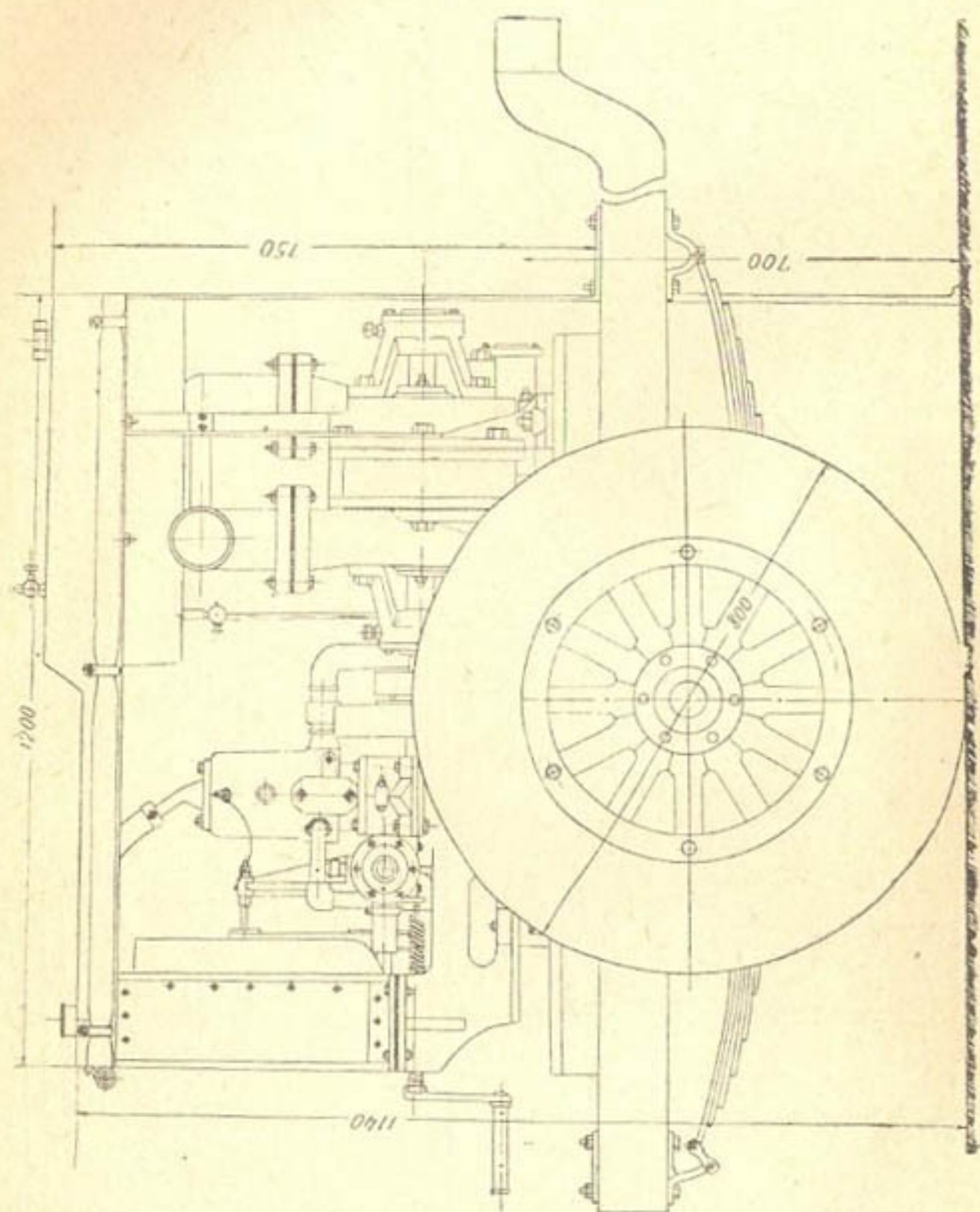


Рис. 45. Передвижной всасывающий эрифт сист. Алексеева. Общий вид.

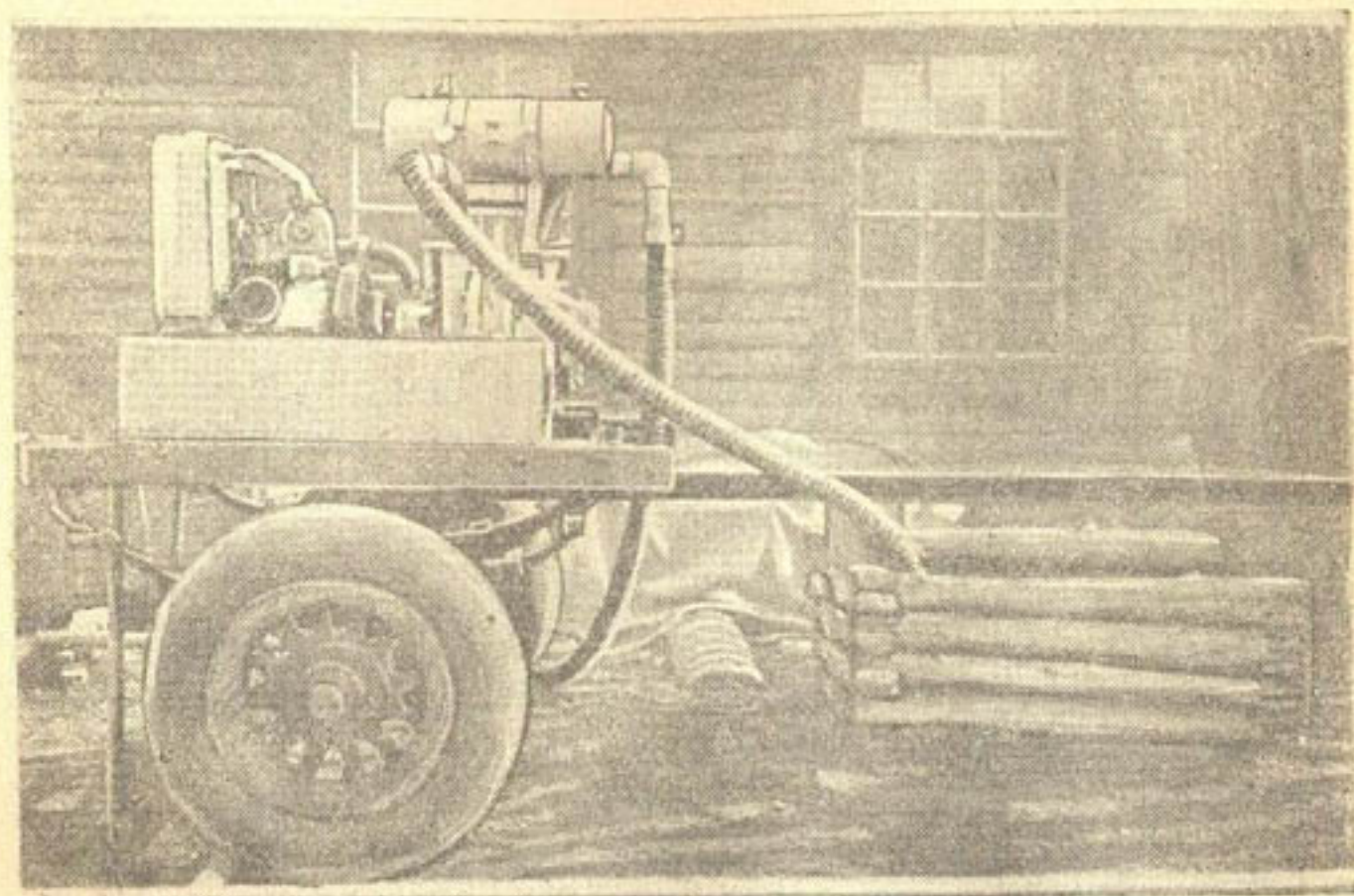


Рис. 46. Передвижной всасывающий эрлифт сист. Алексеева.

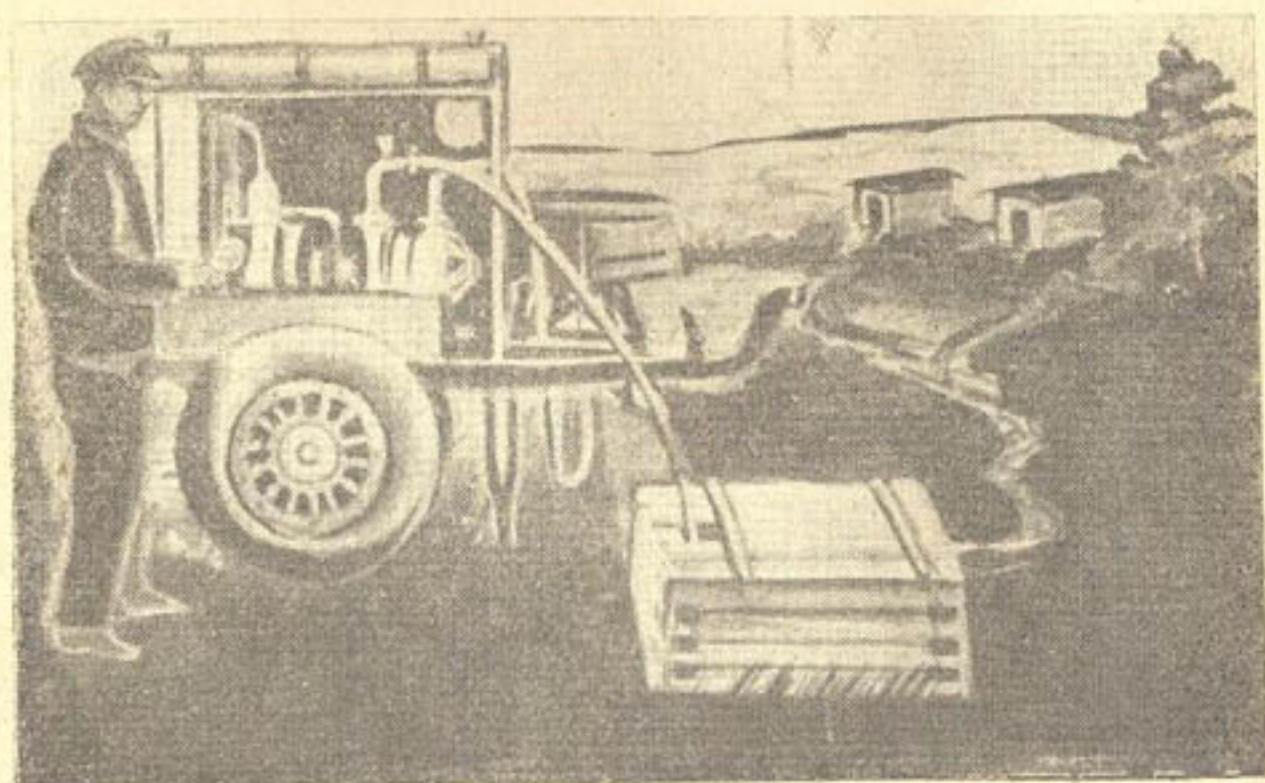


Рис. 47. Передвижная водоподъемная установка с всасывающим эрлифтом сист. Алексеева.

устанавливается и легко может быть приспособлена к самым разнообразным высотам подъема.

При этом двигатель работает постоянной мощностью, а количество воды, подаваемой эрлифтом, меняется в зависимости от высоты, на которую ее приходится всасывать из колодца; при многоступенчатом всасывающем эрлифте высота всасывания одной ступенью достигает 20—25 м, что в большинстве случаев бывает достаточно для обслуживания всех колодцев района.

Недостаток всасывающего эрлифта заключается в плохом к. п. д., но если учесть экономическую сторону установки—ее стоимость, содержание, ремонт, амортизацию и проч., то окажется, что несмотря на большой расход энергии, стоимость единицы поднятой эрлифтом воды не много отличается от стоимости воды, поднятой водоподъемником, славящимся хорошим коэффициентом полезного действия.

Для отсасывания воздуха из всей системы труб всасывающего эрлифта можно применять насосы, способные производить разрежение (поршневой насос, эжектор, коловратный, вакуум-насос и т. д.).

Вакуум-насосы разделяются на поршневые и ротационные. Высота вакуума, достигаемая этими насосами, доходит до 70 см ртутного столба; они могут работать и с повышенным давлением нагнетания (до 1,2 атм.).

В настоящее время распространены водокольцевые вакуум-насосы типа Эльмо и РМК.

Заводом им. Фрунзе (г. Сумы) производятся ротационные вакуум-насосы марки РМК.

Схема работы ротационного вакуум-насоса марки РМК изображена на рис. 49.

Рабочее колесо с лопатками вставлено эксцентрично в цилиндрический корпус насоса. До определенного уровня насос заполняется водой из бака или водопровода.

При вращении колеса образуется водяное кольцо, которое вследствие эксцентричности ограничивает ячейки между отдельными лопастями. При первой половине оборота вала эти ячейки увеличиваются, и через отверстия 3 засасывается воздух. При второй половине оборота объем ячеек уменьшается, воздух сжимается и выталкивается через нагнетательное отверстие 4. Эта схема обеспечивает весьма равномерное отсасывание воздуха. Благодаря отсутствию клапанов и распределительных механизмов эти вакуум-насосы очень просты и занимают мало места. Ввиду того, что величина разрежения, даваемого насосом, зависит от температуры рабочей воды, следует извне подводить к насосу свежую воду возможно более низкой температуры.

Метод подъема воды при помощи всасывающего эрлифта имеет большие преимущества по сравнению с другими методами, хотя и не лишен известных недостатков. В колодце при применении всасывающего эрлифта отсутствуют подвижные части или изнашивающиеся поверхности, и следовательно, стоимость ухода и ремонта его весьма незначительна.

При наличии большого количества колодцев с разными глубинами, разбросанных на большом участке и оборудованных всасывающими эрлифтами, обслуживать их возможно из центральной установки, производящей нужный вакуум. Такая централизация машин значительно снижает эксплуатационные расходы по сравнению с независимыми установками у каждого колодца (что необходимо в случае применения центробежных или поршневых насосов).

Глубина слоя воды в колодце не имеет никакого значения для подъема ее всасывающим эрлифтом.

В районах Советского Союза с глубоким залеганием воды и очень небольшим ее слоем применение всасывающего эрлифта будет особенно эффективно. Простой и надежный в работе, удобный в обслуживании, всасывающий эрлифт дает полную возможность использования его в глубоких колодцах. Всасывающий эрлифт может при небольших затратах на его сооружение

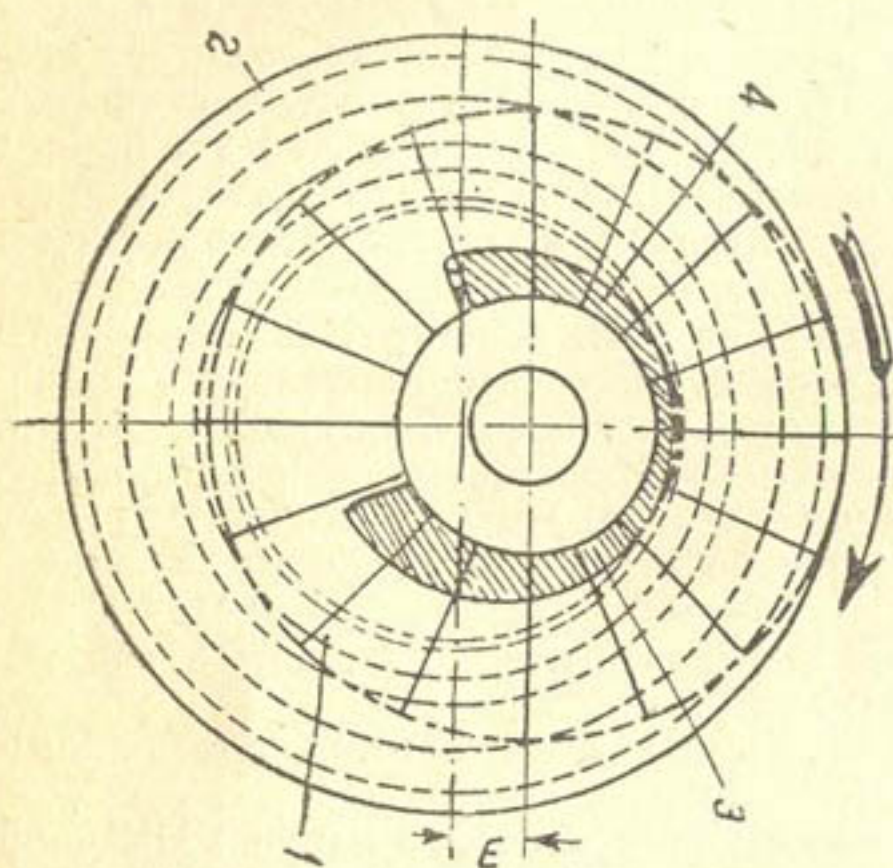


Рис. 49. Схема работы ротационного вакуум-насоса.

и эксплуатацию обеспечить почти автоматическое водоснабжение из колодца целого колхоза, совхоза, машинно-тракторной станции. Вполне возможно применение ветряных двигателей для приведения в действие поршневых вакуум-насосов, обеспечивающих более высокий коэффициент полезного действия установки.

Вода, поднимаемая всасывающим эрлифтом при работе ветряка, собирается в достаточно емком резервуаре, откуда расходуеться по мере надобности. При одноступенчатом всасывающем эрлифте можно в случае необходимости всасывать воздух и воду (эмульсию) непосредственно в водокольцевой вакуум-насос типа Эльмо и нагнетать поднятую воду в запасный резервуар. Всасывающий эрлифт может откачать все содержимое колодца, вследствие чего он пригоден при испытании колодца и во время производства работ.

Удобство такого водоподъемника заключается в том, что можно легко и быстро опускать его в колодец и, кроме того, применять для подъемных труб гибкие штанги.

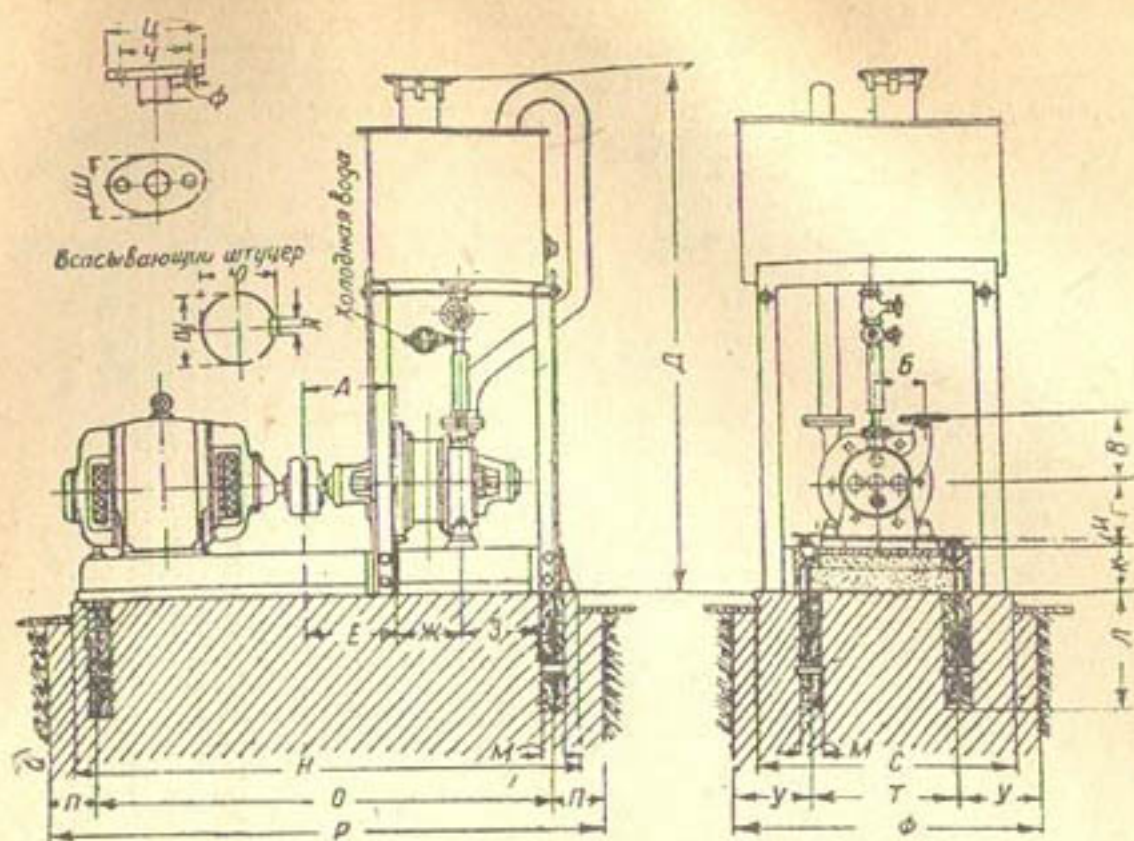


Рис. 50. Установка ротационного вакуум-насоса марки РМК 100 × 80.

Б. Нагнетательные эрлифты.

В современных условиях подъем жидкости при помощи сжатого воздуха производится главным образом тремя способами:

а) воздушная труба располагается рядом с подъемной трубой (системы Фризеля и Полэ). Конструкция аппарата Фризеля довольно распространена в водоснабжении в США, а в нефтяном хозяйстве при подъеме жидкости из глубоких скважин чаще применяется конструкция Юлиуса Полэ;

б) воздушная труба помещается внутри подъемной трубы, т. е. концентрически; в этом случае через центральную трубу поступает сжатый воздух, а эмульсия поднимается по кольцеобразному пространству между двух труб. Такая система носит название „центральной системы“.

в) центрально-расположенная труба является подъемной трубой, по которой поднимается эмульсия, а сжатый воздух поступает в кольцеобразное пространство между двумя концентрически поставленными трубами; это системы Бейкена и Сандерса.

Подъем жидкости по способу б экономически выгоднее способа в, потому что в случае б нужна только воздушная труба, а в качестве подъемных труб используются обсадные трубы колодца; особенно высокий эффект получается при неглубоких скважинах; здесь достигается дешевая стоимость оборудования, простота и быстрота монтажа. Система в распространена исключительно на нефтяных промыслах Советского Союза, благодаря тому, что при ней не происходит быстрого стирания (большим

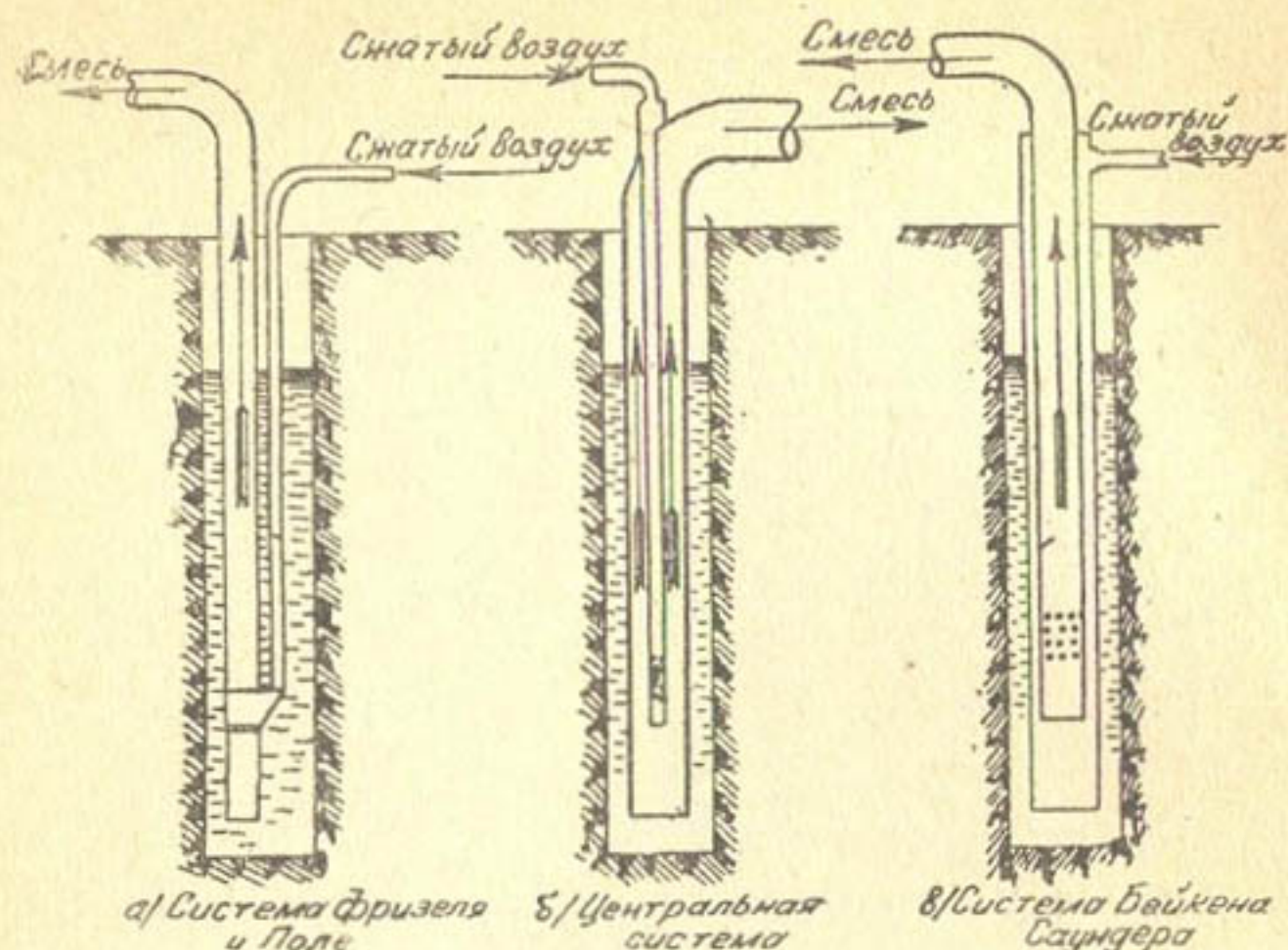


Рис. 51. Схема расположения труб нагнетательных эрлифтов.

количеством песка, находящегося в поднятой жидкости) соединительных муфт, приводящего к обрыву труб, характерному для других систем.

Но способ б, вследствие наличия воздушной трубы внутри потока эмульсии, уменьшает гидравлический радиус сечения потока, из-за чего увеличиваются потери на трение и уменьшается коэффициент полезного действия эрлифта. Для скважин большого диаметра способ а имеет ряд преимуществ по сравнению с другими, благодаря гибкости, простоте, удобству и т. п. Ниже приводятся данные для подбора нагнетательных эрлифтов.

Таблица опытных данных, рекомендуемых Сулливаном:

Таблица 7

1. Высота подъема в м	15	30	60	90	120
2. Процент погружения	65—70	55—65	50—55	45—50	40—45
3. Количество поднимаемой воды л/мин. на 1 см ² сечения трубы	15—17,5	15	10,3—12	9—10,3	9
4. Количество поступающего воздуха на 1 объем воды	2—1,8	3,6—2,9	5,85—5,35	8,6—7,9	11,2—10,5

Трубы для нагнетательных эрлифтов по схеме а рекомендует-ся брать по опытным данным Сулливана:

Таблица 8.

Диаметр подъемной тру- бы в мм	Диаметр воз- душной трубы в мм	Количество поднимаемой воды в л/сек.	Величина диа- метра обсад- ных труб в мм
40	12	1—2	100
50	12—20	2—3	100
63	20—25	3—4,5	150
75	25—30	6—9	150
88	25—30	9—12	200
100	30—38	12—18	200
113	38	18—21	200
125	38—50	21—30	250
150	50—63	30—45	300
175	50—63	45—60	350
220	63—75	60—75	350
250	63—88	75—120	
300	88—100	120—180	

При расположении воздушной трубы внутри подъемной по схеме б рекомендуются следующие данные Сулливана:

Таблица 9.

Диаметр подъемной тру- бы в мм	Диаметр воз- душной трубы в мм	Производитель- ность в л/сек.	Минимальный диаметр обса- дных труб в мм
52	12,5	2—3	75
63	20	3—4,5	100
75	25	4,5—6	100
88	25	6—9	125
100	30	9—12	150
113	30	12—15	150
125	38	12—18	175
150	50	18—27	200
175	63	27—36	225
200	75	36—48	250
300	100	90—110	350
350	100	140—165	450

На рис. 52 схематично показана водоподъемная установка, оборудованная нагнетательным эрлифтом.

Для получения сжатого воздуха, необходимого для работы нагнетательного эрлифта, применяются компрессоры всех видов и типов.

Одним из наиболее серьезных недостатков нагнетательного эрлифта является глубина погружения, необходимая для надлежащей работы. Эта глубина составляет в среднем около 75%, а часто бывает равной 100% и больше высоты подъема; поэтому часто требуется для достаточного погружения воздушного

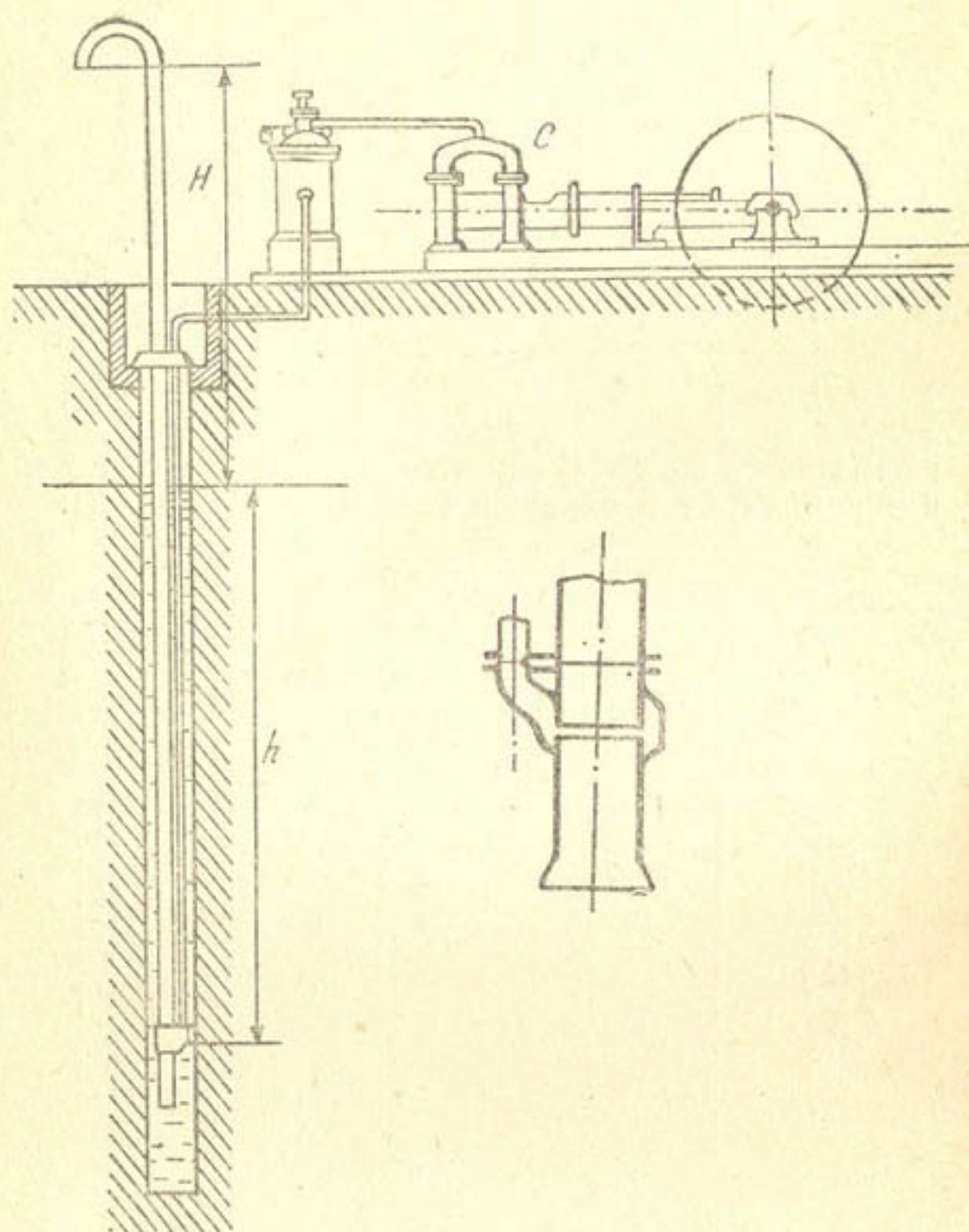


Рис. 52. Схема водоподъемной установки, оборудованной нагнетательным эрлифтом.

Насадка эрлифта в воду дополнительное по сравнению с другими водоподъемниками углубление скважины. Невозможность подачи воды нагнетательным эрлифтом непосредственно в сеть и невыгодность подачи выше поверхности земли в водонапорный бак вызывает необходимость в насосах второго подъема. Действительный коэффициент полезного действия откачки при помощи эрлифта невысок (20—30%), и, следовательно, эрлифт требует большого расхода энергии.

Преимущество нагнетательного эрлифта по сравнению с центробежными насосами заключается в том, что его коэффициент полезного действия увеличивается по мере того как поднимается температура воды, в то время как при центробежном насосе наблюдается обратное.

Эрлифт обладает большим преимуществом при некоторых видах работы, так как весь механизм его находится на поверхности. При таких обстоятельствах центробежные насосы обошлись бы слишком дорого, так как вследствие свойственной им небольшой высоты всасывания их пришлось бы устанавливать под землей. Большое количество колодцев и эрлифтов, разбросанных на большом участке, может приводиться в движение из центральной компрессорной установки. Такая централизация машин снижает себестоимость по сравнению с отдельными самостоятельными установками, помещаемыми у каждого колодца и необходимыми в случаях применения центробежных или других насосов.

Эрлифты поднимают одинаково легко жидкости различной плотности и различной температуры.

Благодаря отсутствию подвижных частей, эрлифт особенно удобен для откачки сточных вод, жидкостей, содержащих песок, и др. Простота монтажа, демонтажа и вообще всего устройства нагнетательного эрлифта обуславливает продолжительную и непрерывную работу его без ремонта.

Водоподъемная установка, оборудованная эрлифтом, может быть легко автоматизирована и управляема на значительном расстоянии.

III. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОДОПОДЪЕМ.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТАРАНЫ.

Гидравлический таран, изобретенный в конце XVIII века (1795 г.) французом Монгольфьером (знаменитым изобретателем воздушного шара), представляет собой водоподъемник, действующий ударом воды.

На рис. 53 представлена схема таранной установки. Устройство гидравлического тарана состоит из напорного резервуара *l*, питательной трубы *L*, ударного клапана *P*, нагнетательного клапана *S*, воздушного колпака *W* и нагнетательной трубы *M*.

Действие гидравлического тарана происходит следующим образом: когда таран не работает, ударный клапан *P* под дав-

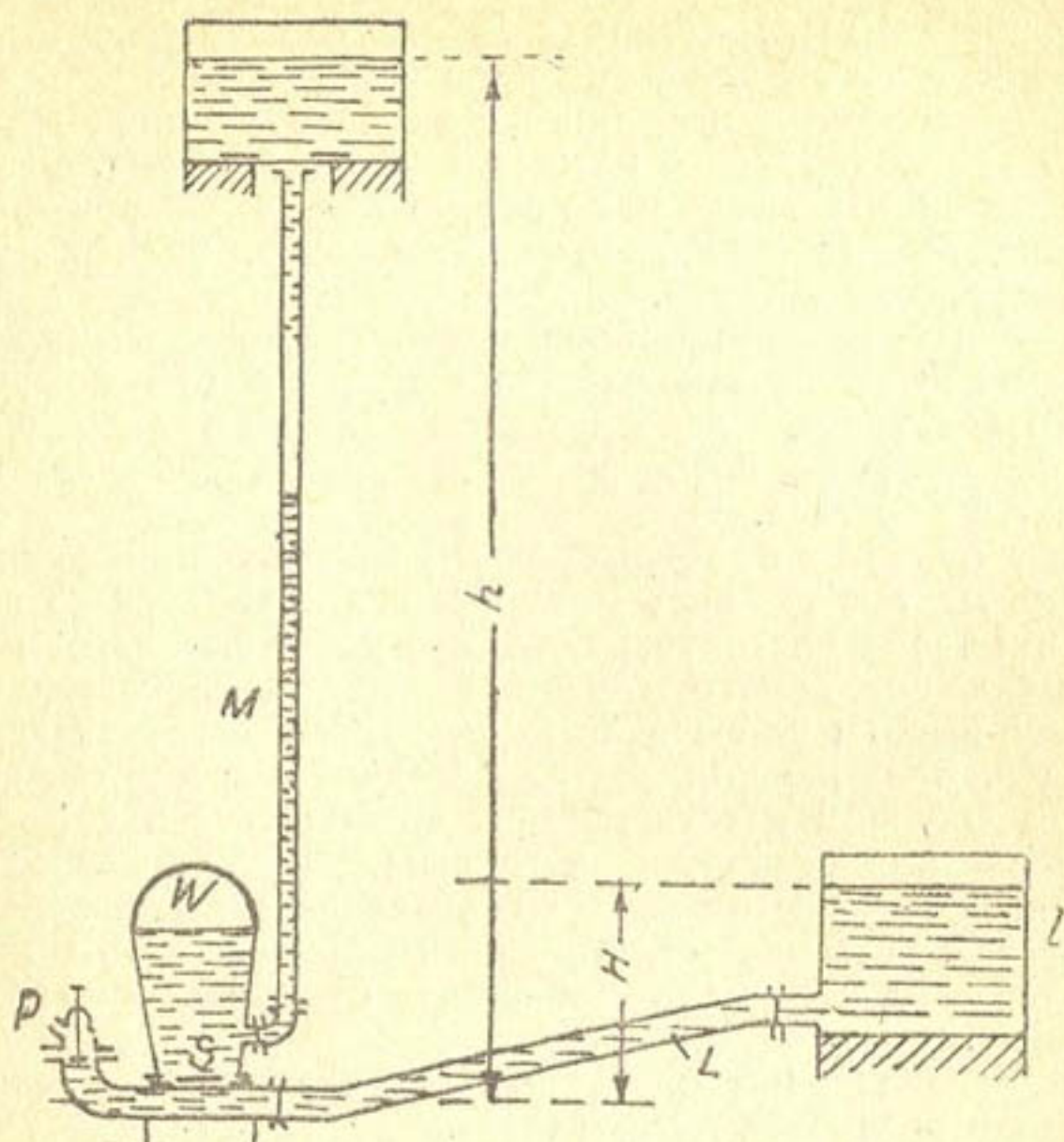


Рис. 53. Схема установки гидравлического тарана.

лением воды находится в закрытом состоянии; при пуске в работу тарана необходимо нажать рукой на клапан P , и как только вода начнет вытекать, предоставить его самому себе.

Клапан P устроен так, что при определенной скорости движения воды он поднимается водой. При подъеме клапана выходное отверстие быстро закрывается, получается гидравлический удар и повышение давления; от этого поднимается клапан S , вода поступает в воздушный резервуар, сжимает в нем воздух и вступает в нагнетательную трубу. После окончания удара давление уменьшается, ударный клапан в силу собственного веса падает и открывает проход для нового количества вытекающей воды; снова получается удар, и весь процесс повторяется.

Таким образом, во время действия тарана происходит чередование работы: то потеря воды через ударный клапан, то, при закрытии его, поднятие ее в нагнетательной трубе.

Закрывание и открывание клапана происходит автоматически. Число ударов клапана — от 50 до 100 в минуту. Длина и диаметр трубопровода должны быть такими, чтобы напор был не меньше 1 и не больше 15 м; при меньшем напоре гидравлический таран не может работать, а при большем напоре (> 15 м)

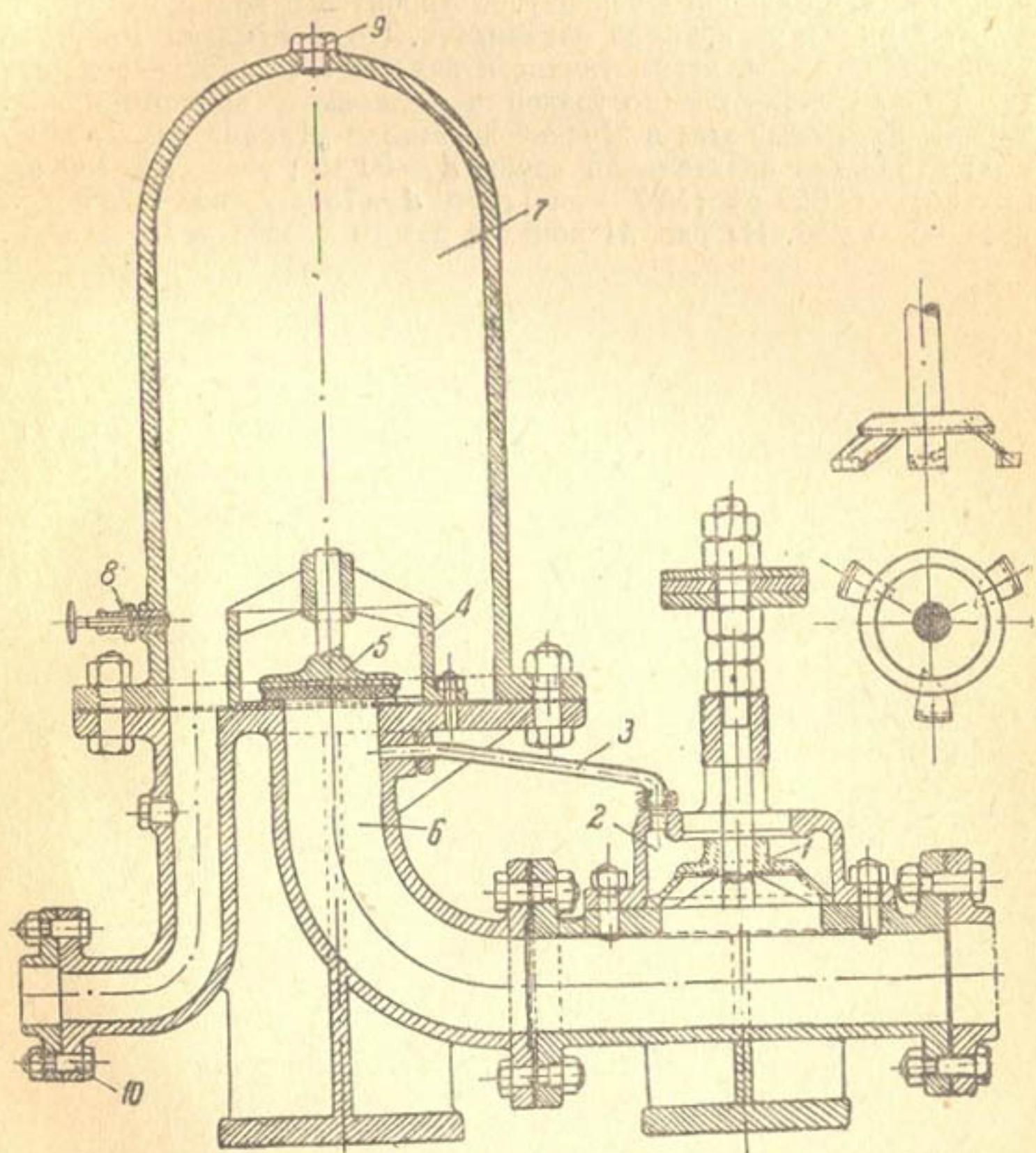


Рис. 54. Разрез гидравлического тарана.

таран может быть разрушен гидравлическим ударом. Гидравлические тараны выгодны там, где имеется большой избыток воды. Недостатком тарана является сотрясение, сопровождающее удар клапанов о седла; вследствие сотрясения клапаны изнашиваются и расстраивается вся машина — это особенно сильно сказывается в таранах больших размеров. Кроме того, часть воздуха из воздушного резервуара уносится с водой, и его приходится время от времени накачивать. Но благодаря простоте устройства тарана, автоматичности действия (отсутствие двигателя) таран очень распространен в колхозном водоснабжении. Тараны изготавливаются в Москве на заводе „Таран“ двух размеров: № 5 — для питательной трубы $d = 50$ мм; вес его — 130 кг, стоимость — 650 руб; № 7 — для труб $d = 75$ мм, вес — 235 кг., цена — 900 руб. На рис. 54 показан разрез тарана этого завода.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение.	3
I. Ручной водоподъем	4
1. Деревянные насосы	5
2. Насос типа „Нортон“.	7
3. Бесштанговый насос системы Кузнецова.	14
4. Крыльчатые насосы.	17
5. Ячеисто-ленточные водоподъемники.	19
II. Механический водоподъем.	20
Двигатели.	
1. Ветродвигатели	22
2. Паровые двигатели.	26
Двигатели внутреннего сгорания.	
3. Бензиновые двигатели	30
4. Нефтяные двигатели.	34
5. Электромоторы	41
Водоподъемники.	
1. Ячеисто-ленточный водоподъемник.	42
2. Поршневые приводные насосы.	42
3. Центробежные насосы.	47
4. Эрлифты.	50
А. Всасывающие эрлифты.	51
Б. Нагнетательные эрлифты.	63
III. Автоматический водоподъем.	67
Гидравлические тараны.	—