

Доцент И. С. ВОЛКОВ

# МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*Издание второе,  
исправленное и дополненное*

Рекомендовано Главным управлением пожарной охраны  
в качестве учебного пособия для пожарно-технических  
учебных заведений

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва

1948

Ленинград

Мощность, затрачиваемая на валу двигателя для наката лестницы:

$$N = \frac{M_{тр} n_6}{71\,620 \eta^3} = \frac{0,1 GD_6 n l_1}{71\,620 \times 0,95^4} = \frac{GD_6 n}{14\,000\,000} \text{ л. с.}$$

где  $n$  — число оборотов двигателя.

## § 82. Механическая съёмная пожарная лестница „Метц“

В механической лестнице „Метц“ (фиг. 352) полностью механизированы операции наката и спуска лестницы с автомобиля и установка ее в боевое положение.

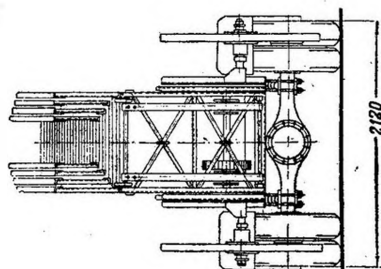
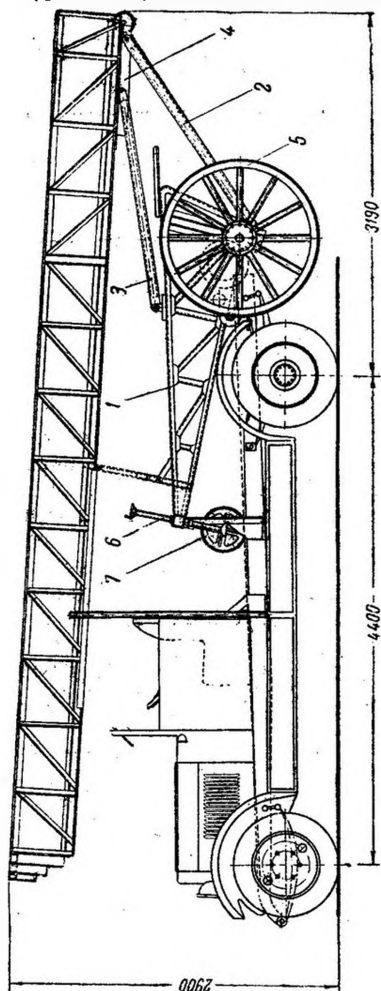
Все эти операции производит одноцилиндровый четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, укрепленный на опорной раме.

1. Колена лестницы сварные из уголкового стали. К внутренней стороне каждой фермы на расстоянии 7—8 см от нижнего пояса параллельно ему приварены стальные полосы Z-образного сечения. Эти полосы служат направляющими для роликов вышележащего колена и увеличивают жесткость колена.

Кроме того, каждое колено в плоскости нижнего пояса ферм имеет диагональное крепление. Ступени лестницы также изготовлены из уголкового стали.

На фиг. 353 показан замыкатель в пяти положениях. Внутри коробки 1, закрываемой крышкой, имеются три оси 2, 3 и 4. На оси 2 насажен бронзовый ролик 5, на оси 3 — стальной замыкатель 6 и на оси 4 — бронзовый отражатель 7. Кроме того, на оси 8 замыкателя 6 насажен отбрасыватель 9. Пружина 10, выпрямляясь, стремится повернуть отражатель 7 по часовой стрелке, но этому мешают ролик 5 и отбрасыватель 9; последний при помощи особой пружины фиксируется в определенном положении. Так как ось отбрасывателя сидит на замыкателе 6, то в результате взаимодействия трех деталей: ролика 5, отражателя 7, отбрасывателя 9 и пружин замыкатель 6 будет поворачиваться против часовой стрелки до тех пор, пока не упрется в выступ 11 (исходное положение Г).

При выдвигании лестницы нижний конец отбрасывателя, соприкасаясь со ступенью, поворачивается против направления



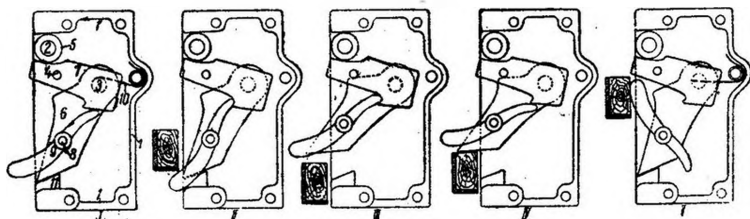
Фиг. 352. Механическая съёмная лестница „Метц“.

вращения часовой стрелки, верхний же конец, скользя по отражателю, попадает в выемку (II).

Когда отбрасыватель пройдет ступень, пружина 10, давя на отражатель 7, заставит замыкатель 6 поворачиваться по направлению вращения часовой стрелки, так что пята его выдвинется из коробки (III).

Если лестницу сдвигать, то замыкатель сядет на ступень, а ее реакция заставит отражатель 7 повернуться против часовой стрелки; при этом отбрасыватель 9 выйдет из выемки отражателя 7 (IV).

При сдвигании лестницы ее необходимо сначала выдвинуть настолько, чтобы замыкатель 6 мог сойти со ступени; после этого отбрасывателем 9 он будет снова введен в коробку до упора пятой в прилив II (V).



Фиг. 353. Замыкатели лестницы.

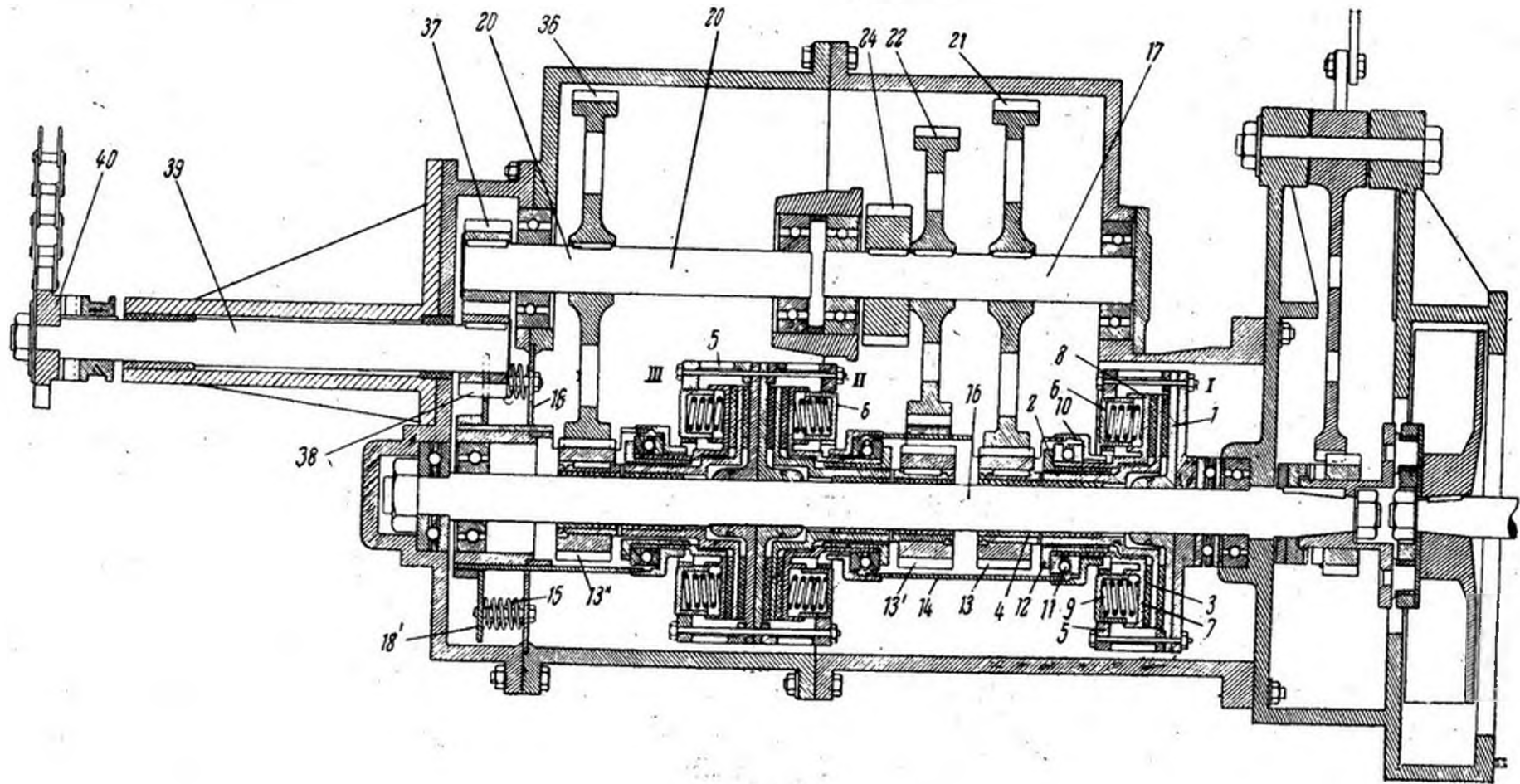
2. Опорная база лестницы состоит из опорной рамы 1, двух шатунов 2 и 3, каретки 4, пары колес 5, пары домкратных штырей 6 и ролика 7 (см. фиг. 352). Опорная рама состоит из двух треугольных параллельных ферм, выполненных из уголкового стали и связанных по верхнему и нижнему поясу поперечными и диагональными связями.

Шатуны изготовлены из швеллерной стали и состоят из двух ветвей, связанных поперечными и диагональными связями. Каретка изготовлена из уголкового стали. Соединение шатунов 2 и 3 с опорной рамой 1 и кареткой 4 с точки зрения кинематики представляет собой шарнирный четырехзвенный механизм. Каретка соединяется с первым коленом при помощи обхватывающих скоб, допускающих их относительное перемещение.

3. Башенный механизм, приводящий лестницу в боевое положение, вместе с двигателем крепится в пространстве между фермами опорной рамы. Этот механизм состоит из главного вала, коробки передач и ряда деталей, осуществляющих отдельные движения; главный вал и коробка передач заключены в картер (фиг. 354 и 355).

На главном валу, служащим продолжением вала двигателя, насажены три одинаковых механизма сцепления I, II и III подъема, опускания и выдвигания (сдвигание происходит под действием собственного веса). Рассмотрим механизм сцепления подъема: ведущий диск 1 жестко насажен на главном валу 16. На валу имеется муфта сцепления 2 с ведомым дисковым фланцем 3, к которому с обеих сторон прикреплены фибровые обкладки: между валом и муфтой находится бронзовый вкладыш 4. На муфте 2 закинена шестерня 13, сцепленная с шестерней 21 коробки передач.

К ведущему диску 1 приболчен барабан 5, имеющий в центре круговой вырез для пропуска муфты, а по периферии — восемь симметрично расположенных отверстий; в четыре из них ввинчены стальные стаканчики 6. Между дисковым фланцем и барабаном помещен бронзовый диск 7, имеющий четыре стаканчика 8, в которые входят стаканчики 6, чем осуществляется постоянное сцепление диска 7 с барабаном 5. Внутри стаканчиков помещены пружины 9, которые обжимают ведомый дисковый фланец 3 муфты сцепления между ведущим диском 1 и



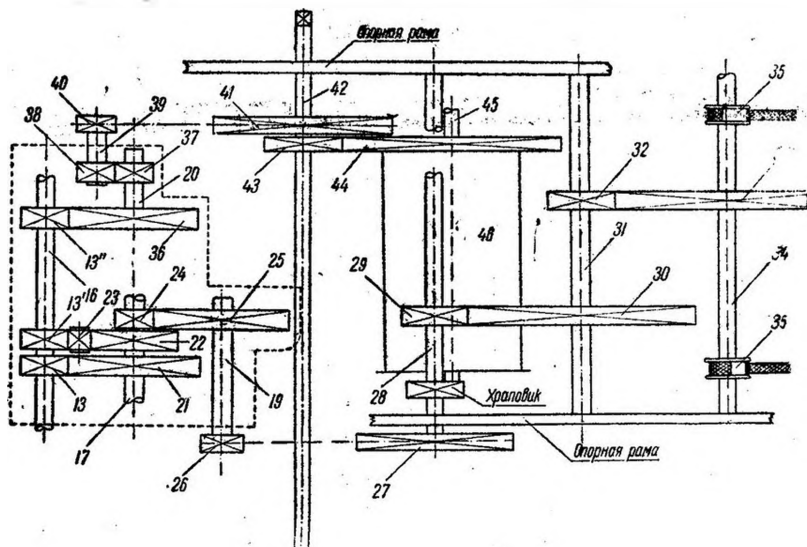
Фиг. 354. Коробка передач лестницы.

диском 7, благодаря чему крутящий момент с вала 16 через ведущий диск 1 передается ведомому дисковому фланцу 3 муфты сцепления 2 и далее через шестерню 13 — механизму подъема.

На муфту диска 7 свободно надет фитинг 10, а в него вставлен упорный шариковый подшипник 11, который фиксируется буксой 12.

Фитинги механизмов сцепления подъема 1 и опускания 11 свинчены стальной трубой 14. На поверхности трубы имеются окна против шестерен 13 и 13', и окно для помещения конца рычага подъема и опускания. Аналогичная труба имеется на механизме сцепления выдвигания.

Включение и выключение механизмов сцепления подъема и опускания производится перемещением трубы 14 в ту или иную сторону при помощи рычага. Включение и выключение механизма сцепления выдвигания III производится пружинами 15. Эти пружины, упирающиеся одним концом в неподвижный диск 18, а другим в подвижной диск 18',



Фиг. 355. Схема механизмов подъема и выдвигания лестницы.

уравновешивают пружины механизма сцепления III. В механизмах сцепления I и II пружины взаимно уравновешивают друг друга.

В картере коробки передач, кроме главного вала 16, помещены два исполнительных вала подъема и опускания 17 и выдвигания 20 и соответственно им два промежуточных вала 19 и 39; последние выходят наружу и оканчиваются цепными звездочками.

Исполнительный вал 17 соединен с главным валом 16 при помощи зубчатой передачи 13—21 ( $i=1:3$ ), осуществляющей подъем, и передачи 13'—22 ( $i=2:5$ ), осуществляющей опускание. В последнем случае для сохранения одинакового направления вращения валов 16 и 17 между шестернями 13' и 22 имеется паразитная шестерня 23. Далее вал 17 через зубчатую передачу—24—25 ( $i=1:3$ ) соединяется с валом 19, который через цепную передачу 26—27 ( $i=2:7$ ) связан с валом 28. Вал 28 через зубчатую передачу 29—30 ( $i=1:4$ ) соединяется с валом 31, последний через зубчатую передачу 32—33 ( $i=1:4$ )—с грузовым валом 34. На валу 34 заклинены два барабана (бобины) 35, на которые при подъеме лестницы навиваются два стальные плоские канаты. Канаты

состоят из 40 стренг по 7 проволочек в каждой. Стренги переплетены и прошиты проволокой.

При такой конструкции каната уменьшается его напряжение на изгиб, что позволяет брать барабан меньшего диаметра. В связи с этим весь механизм подъема получается более легким, а двигатель может иметь меньшую мощность. Однако быстрый износ плоских канатов заставил отказаться от них и перейти на круглые.

Кроме привода от двигателя, подъем лестницы может совершаться вручную, для чего на вал 28 надеваются рукоятки.

Рассмотрим механизм выдвигания колен лестницы. Главный вал 16 через зубчатую передачу 13<sup>и</sup>—36 ( $i = 1:3$ ) соединяется с исполнительным валом 20, а последний через зубчатую передачу 37—38 ( $i = 1:1$ )—с валом 39. Вал 39 через цепную передачу 40—41 ( $i = 1:4$ ) соединен с валом 42, который через зубчатую передачу 43—44 ( $i = 1:3$ ) соединен с грузовым валом 45. На последнем заклинен барабан 46, на который при выдвигании лестницы навивается канат. Сдвигание колен лестницы производится под действием собственного веса, при чем скорость сдвигания регулируется шестеренчатым масляным тормозом, насаженным на вал 42.

Кроме привода от двигателя, выдвигание лестницы может производиться вручную, для чего на вал 42 надеваются рукоятки.

Боковой наклон лестницы осуществляется следующим образом. Правая на ходу опорная рама соединена с осью колес шарнирно, а левая — при помощи винтовой пары (домкрат). Вращая винт в ту или иную сторону, поднимают или опускают левую ферму и тем самым выравнивают боковой наклон лестницы.

Накат лестницы на автомобиль производится следующим образом (фиг. 356). Для поддержания и закрепления лестницы во время перевозки на середине рамы автомобиля установлены два кронштейна 55, а на конце рамы — два зевобразных захвата 56. Лестницу подкатывают на колесах к автомобилю, спускают ее нижний конец на землю и в таком положении накатывают до тех пор, пока ролики 57 не войдут в зевобразные захваты 56. Затем лестницу при помощи двигателя (включением подъема) или вручную (работой вала 28) перемещают по каретке до тех пор, пока центр тяжести лестницы не переместится за шарнир поворота. После этого лестница опустится на перекладину передних кронштейнов 58, а колеса несколько приподнимутся над землей.

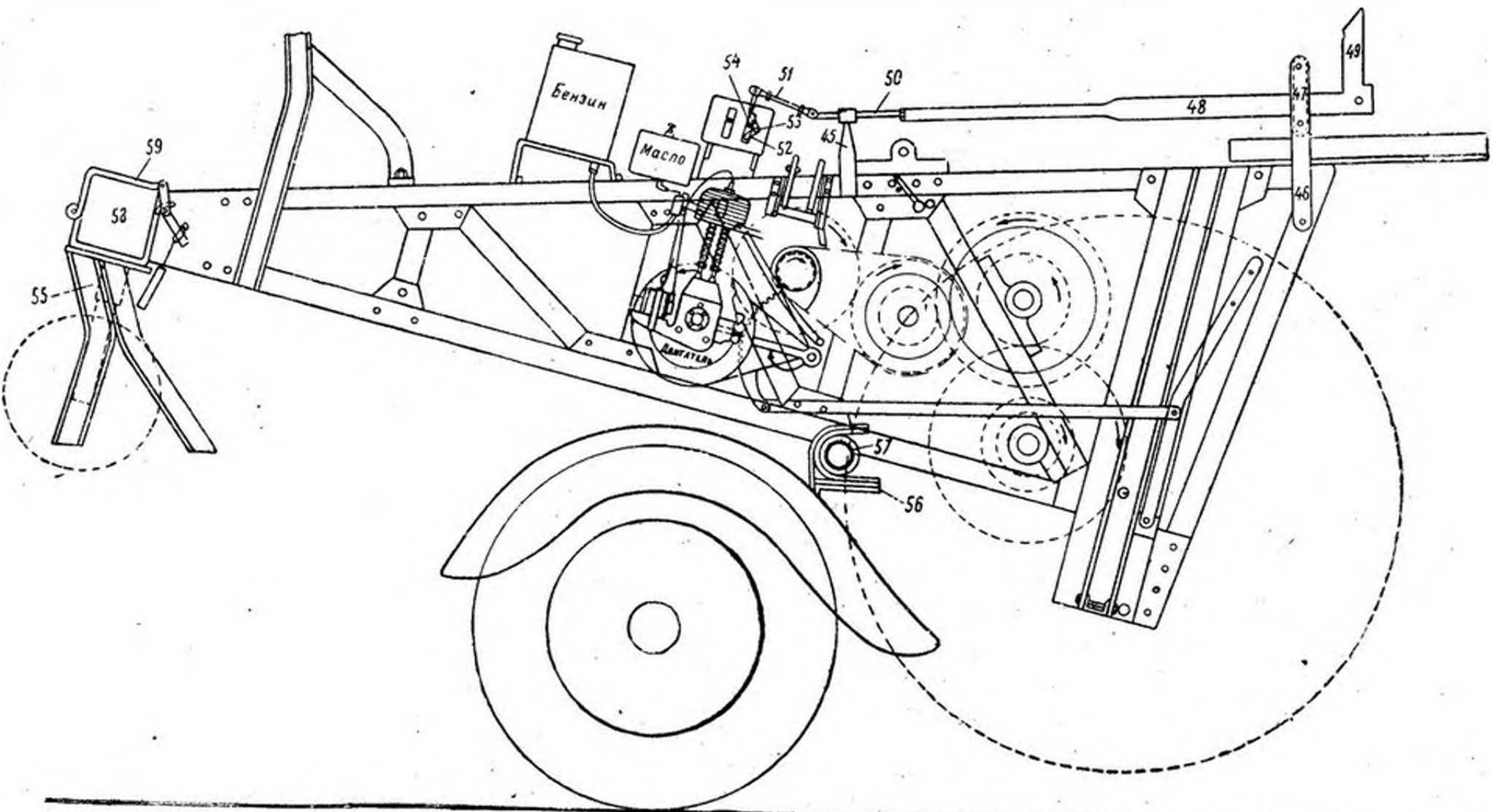
Спуск лестницы с автомобиля производят в обратном порядке: освобождают обхватывающие скобы 59 и поднимают за верхний конец лестницу так, чтобы она стала на свои колеса; затем включают механизм опускания и перемещают лестницу по каретке вниз доотказа. Таким образом, лестница будет спущена на землю и ее можно будет отводить вручную к месту установки.

Все движения при установке лестницы в боевой вид в конечных положениях выключаются при помощи автоматических выключателей.

Эти автоматы приходят в действие в следующие моменты:

- 1) когда лестница при движении по каретке опорной рамы уравновесилась над шарниром поворота;
- 2) когда лестница при обратном движении по каретке достигла положения, при котором производится подъем;
- 3) когда лестница поднята под углом 75° к основанию;
- 4) когда лестница выдвинута на максимальную длину.

Движение лестницы по каретке в ту или другую сторону при ее накате и спуске, а также подъем и опускание лестницы, сопровождаются навиванием и развиванием каната с барабана. Это дало возможность для всех указанных операций иметь один общий автомат. Его устанавливают на левой ферме опорной рамы на двух стойках 45 и 46 (см. фиг. 356).



Фиг. 356. Механизм наката и спуска лестницы.

В верхнем конце стойки 46 на планке 47 (показана пунктиром) шарнирно подвешена пластинка 48. На одном конце пластинки имеется упор 49, на другом конце она переходит в круглую штангу. Следующими звеньями являются штанги 50 и 51 и кривой рычаг 52, подвешенный шарнирно в точке 53 в коробке рычагов управления.

При спуске лестницы с автомобиля она в конечном положении воздействует на упор автомата 49; при этом рычаг 52 повернется по часовой стрелке, надавит на рычаг 54 и переведет его в нейтральное положение, чем и выключит сцепление I.

Накат лестницы на автомобиль ограничивается тем же автоматом, при этом рычаг 52 повернется против часовой стрелки, воздействует на рычаг 54 и также выключит сцепление II.

Автомат, ограничивающий выдвигание колен лестницы, представляет собой гайку, которая, перемещаясь по нарезанной части вала 42 (см. фиг. 355), воздействует в конечном положении через систему рычагов на рычаг выдвигания и выключает механизм сцепления III.

Запуск двигателя в ход производится особой рукояткой через зубчатый сектор и шестерню на валу двигателя.

4. Элементы расчета башенного механизма механической лестницы. Определим мощность, затрачиваемую на подъем лестницы.

Полное передаточное отношение между главным валом 16 и валом барабана 34 (см. фиг. 355):

$$i = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{2}{7} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{504}.$$

$$\text{Число оборотов вала барабана } n_6 = ni = \frac{n}{504}.$$

Грузовой момент на барабане  $M_{гр} = T \frac{D_6}{2}$ , где  $T$  — натяжение двух канатов подъема.

Мощность, затрачиваемая на главном валу 16:

$$N = \frac{M_{гр} n_6}{71\,620 \eta^5} = \frac{TD_6 n}{71\,620 \times 0,95^5 \times 504 \times 2} = \frac{TD_6 n}{56\,000\,000} \text{ л. с.}$$

Полное передаточное отношение между валом рукоятки 28 и валом барабана 34

$$i = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}.$$

Рабочий момент на валу рукоятки:

$$M_p = \frac{M_{гр} i}{\eta^2} = \frac{TD_6}{0,95^2 \times 16 \times 2} = \frac{TD_6}{28,9}.$$

Усилие на рукоятках при длине их  $l = 35$  см.

$$P = \frac{M_p}{2l} = \frac{TD_6}{2020} \text{ кг.}$$

Определим мощность, затрачиваемую на выдвигание лестницы. Полное передаточное отношение между главным валом 16 и валом барабана 45:

$$i = \frac{1}{3} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{36}.$$

Мощность на главном валу 16:

$$N = \frac{T_1 D_6 n}{71\,620 \times 0,944 \times 36 \times 2} \approx \frac{T_1 D_6 n}{4\,200\,000} \text{ л. с.}$$

При ручном выдвигании полное передаточное отношение между валом барабана 45 и валом рукоятки 42:

$$i = \frac{1}{3}.$$



Усилие на рукоятках при длине их  $l = 35$  см:

$$P = \frac{M_{\text{раб}}}{2l} = \frac{M_{\text{гр}} i}{2l \eta} = \frac{T_1 D_6}{2 \times 2 \times 35 \times 0,95 \times 3} \approx \frac{T_1 D_6}{400}.$$

Определим мощность, необходимую для наката лестницы на автомобиль.

Наибольшая мощность будет затрачиваться в момент начала наката (фиг. 357). После того как ролики рамы войдут в зевобразные захваты, включается механизм подъема, и лестница будет перемещаться по каретке.

Вес лестницы разложим на две составляющие:

$G_1 = G \sin 25^\circ = 0,422 G$  — направлена вдоль лестницы;

$G_2 = G \cos 25^\circ = 0,906 G$  — направлена перпендикулярно длине лестницы и создает силу трения:

$$F = k G_2 = 0,025 \cdot 0,906 G = 0,0226 G.$$

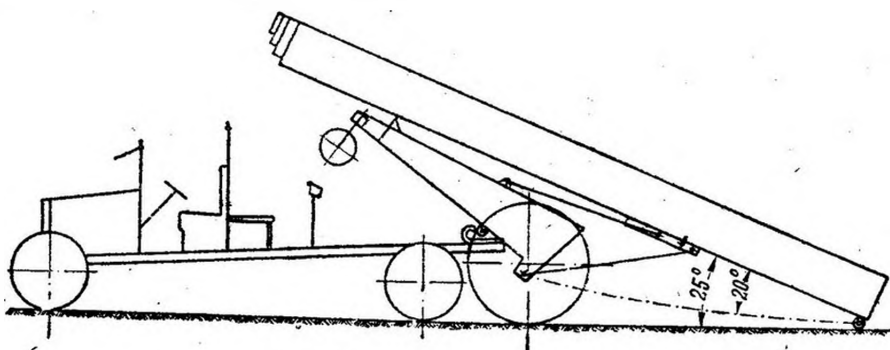
Полное натяжение канатов:

$$T = \frac{G_1 + F}{\cos 20^\circ} = \frac{0,422 G + 0,0226 G}{0,836} = 0,532 G.$$

Мощность на главном валу:

$$N = \frac{T D_6 n}{56\,000\,000} = \frac{0,532 G D_6 n}{56\,000\,000} = \frac{G D_6 n}{105\,000\,000}.$$

При спуске лестницы с автомобиля включается механизм опускания, и тогда колена лестницы будут медленно скользить вниз по каретке.



Фиг. 357. Схема механизма наката.

Чтобы лестница под действием собственного веса скользила, угол наклона колена с горизонтом должен быть больше угла трения:  $\alpha > \varphi$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\mu_1 r + \mu_2}{R}, \quad (33)$$

где:  $\mu_1$  — коэффициент трения скольжения оси ролика;

$r$  — радиус оси ролика;

$\mu_2$  — коэффициент трения качения ролика;

$R$  — радиус ролика.

## ГЛАВА XVII

### МЕХАНИЧЕСКИЕ НЕСЪЕМНЫЕ ПОЖАРНЫЕ ЛЕСТНИЦЫ

Механические лестницы с конной тягой и ручными лебедками, применявшиеся до внедрения автомобиля в пожарную технику, требовали затраты большого количества времени и человеческой силы на их перевозку и установку в боевое положение. Этим же недостатком, правда в меньшей степени, страдают и механические лестницы, съемные с автомобиля.