

Инж. И. С. ВОЛКОВ

МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

УТВЕРЖДЕНО

*Всесоюзным Комитетом по делам высшей школы при СНК СССР
в качестве учебника для факультета инженеров
противопожарной обороны*

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАРКОМХОЗА РСФСР
ЛЕНИНГРАД 1941 МОСКВА

Грузовой момент на грузовом валу 3

$$M_{гр} = 2T \cdot \frac{D_6}{2} = 0,1GD_6$$

Мощность, затрачиваемая на валу двигателя для наката лестницы

$$N = \frac{M_{гр} n_6}{71\,620 \gamma^4} = \frac{0,1GD_6 n i_1}{71\,620 \cdot 0,95^4} = \frac{GD_6 n}{14\,000\,000} \text{ л. с.}$$

где n — число оборотов двигателя.

§ 89. Стальная автомеханическая лестница съёмная с автомобиля системы «Мец»

Предыдущие лестницы приводятся в боевой вид (подъем, выдвигание, боковой наклон) вручную, что снижает тактические качества. Стремление

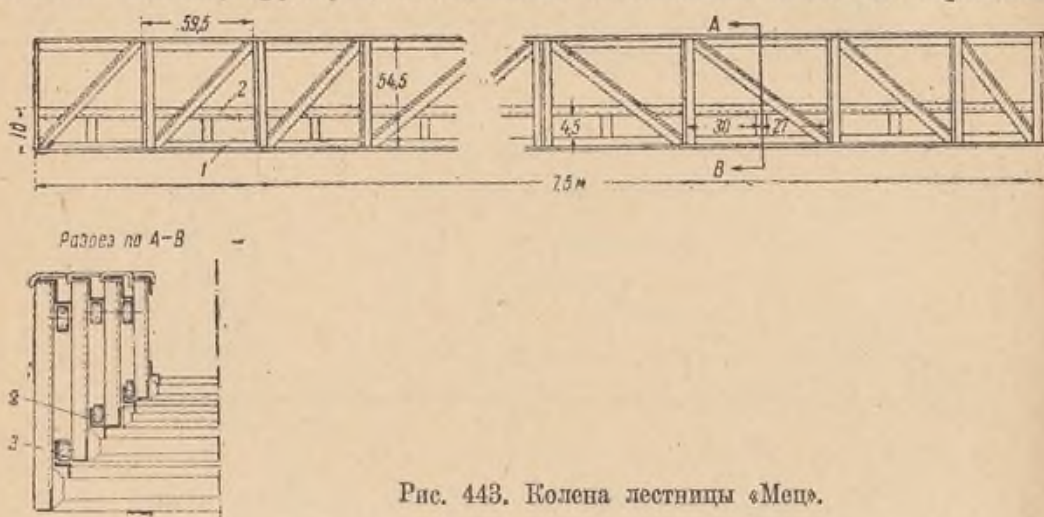


Рис. 443. Колена лестницы «Мец».

полностью механизировать как операцию наката и спуска лестницы с автомобиля, так и установку ее в боевой вид нашло свое отражение в автомеханической лестнице системы «Мец» (рис. 442, см. вклейку в конце книги). Здесь специальный одноцилиндровый четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, укрепленный на опорной раме, производит все операции по накату, спуску и установке лестницы в боевой вид.

1. Колена лестницы изготовлены из уголкового стали помощью сварки отдельных элементов (рис. 443). К внутренней стороне каждой фермы колена на расстоянии 7—8 см от нижнего пояса 1 параллельно ему приварены стальные полосы 2 зетообразного сечения. Назначение этих полос, во-первых, служить направляющими для роликов 3 вышележащего колена, а во-вторых, усиливать жесткость колена.

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

На рис. 444 изображен 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 7 и на оси 4 бронзовый отражатель 8. Кроме того, на оси 9 замыкателя 7 насажен отбрасыватель 6.

Пружина 10, выпрямляясь, стремится повернуть отражатель 8 по часовой стрелке, но этому мешают, во-первых, ролик 5, а во-вторых, отбрасыватель 6; последний помощью особой пружины фиксируется в определенном положении. Так как ось отбрасывателя сидит на замыкателе 7, то в результате взаимодействия трех деталей: ролика 5, отражателя 8, отбрасывателя 6 и пружин, замыкатель 7 будет поворачиваться против часовой стрелки до тех пор, пока не упрется в выступ 11 (исходное положение I).

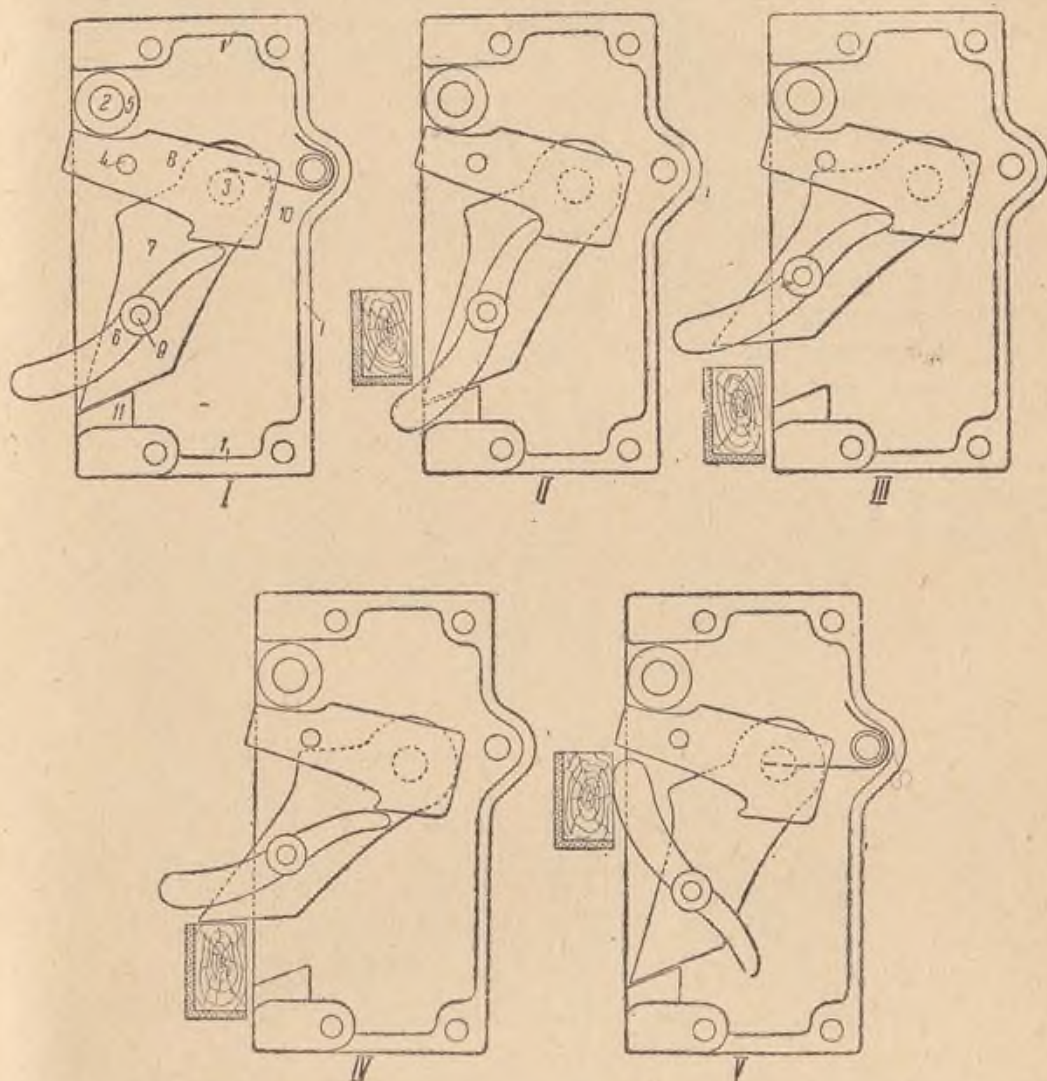


Рис. 444. Замыкатели лестницы «Мец».

При выдвигании лестницы нижний конец отбрасывателя, соприкасаясь со ступенью, поворачивается против часовой стрелки, верхний же конец, скользя по отражателю, попадает в выемку (II).

Когда отбрасыватель пройдет ступень, то пружина 10, давя на отражатель 8, заставит замыкатель 7 поворачиваться по часовой стрелке так, что пята его выдвинется из коробки (III).

Если теперь лестницу сдвигать, то замыкатель сядет на ступень, а реакция последней заставит отражатель 8 повернуться против часовой стрелки; при этом отбрасыватель 6 выйдет из выемки отражателя 8 (IV).

При сдвигании лестницы ее необходимо выдвигать, но настолько, чтобы замыкатель 7 мог сойти со ступени и тогда отбрасывателем 6 он будет снова введен в коробку до упора пятой в прилив II (V).

2. Опорная база лестницы состоит из опорной рамы 1, двух шатунов 2 и 3, каретки 4, одной пары колес 5 и ролика 6 (рис. 445). Опорная рама состоит из двух треугольных, параллельных между собой, ферм, составленных из уголкового стали и связанных между собой по верхнему и нижнему поясу поперечными и диагональными связями.

Каждый из шатунов изготовлен из швеллерной стали и состоит из двух ветвей, связанных между собой при помощи поперечных и диагональных связей. Каретка изготовлена из уголкового стали. Соединение шатунов 2 и 3 с опорной рамой 1 и кареткой 4 шарнирное и с точки зрения кинематики представляет собой шарнирный четырехзвенный механизм. Сочленение каретки с первым колесом 7 осуществляется помощью обхватывающих скоб, допускающих их относительное перемещение.



Рис. 445. Схема опорной базы лестницы «Мец».

На рис. 445 дана схема трех положений лестницы в процессе ее подъема, а также кривая изменения положения центра тяжести лестницы при ее подъеме, которая показывает, что центр тяжести лестницы никогда не выходит за пределы опорной базы.

3. Башенный механизм, приводящий лестницу в боевой вид, вместе с двигателем крепится в пространстве между фермами опорной рамы. Этот механизм является сложным и состоит из главного вала, коробки передач и ряда механизмов, осуществляющих отдельные движения, причем главный вал и коробка передач заключены в картер (рис. 446 и 447).

На главном валу 16, являющемся продолжением вала двигателя, насажены три одинаковых механизма сцепления I, II и III подъема, опускания и выдвигания (сдвигание происходит под действием собственного веса).

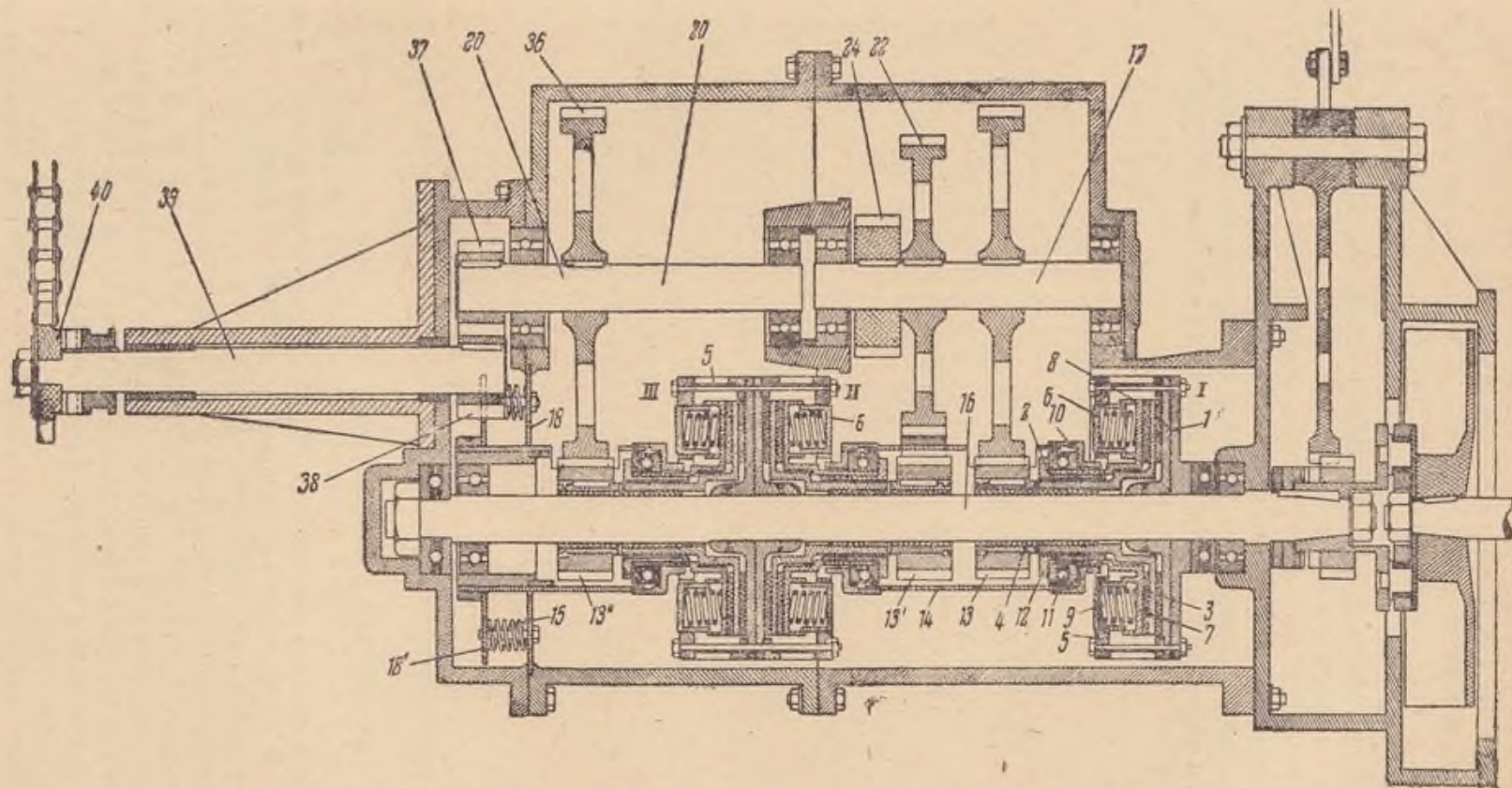


Рис. 446, Коробка передач лестницы «Мез».

Рассмотрим механизм сцепления подъема: 1 — ведущий диск сцепления, жестко насаженный на валу 16; 2 — муфта сцепления с ведомым дисковым фланцем 3, к которому с обеих сторон приклепаны фибровые обкладки; 4 — бронзовый вкладыш между валом и муфтой. На муфте 2 заклинена шестерня 13, сцепленная с шестерней коробки передач.

К ведущему диску 1 приболчен барабан 5, имеющий с правой стороны круговой вырез для пропуска муфты, а с левой 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, несколько большего диаметра, чем стаканчики 6, причем последние входят в первые, чем и осуществляют постоянное сцепление диска 7 с барабаном 5. Внутри стаканчиков помещены пружины 9, ко-

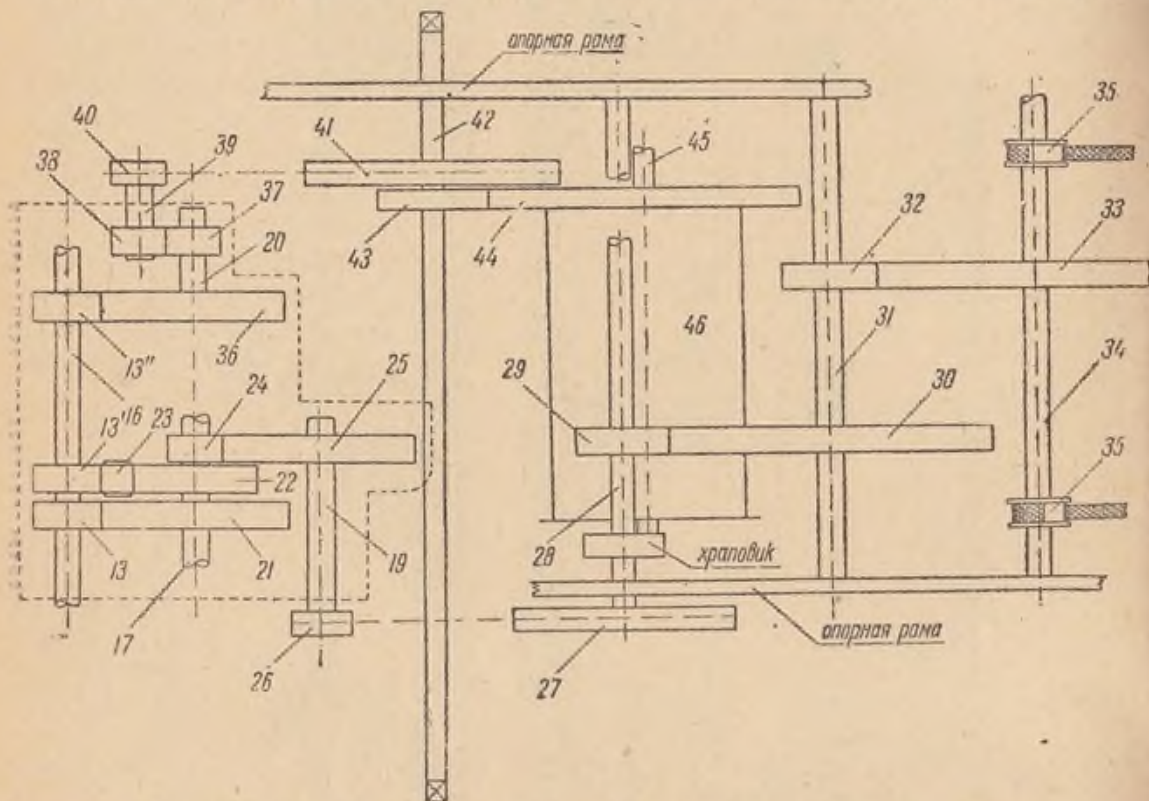


Рис. 447. Схема механизмов подъема и выдвигания лестницы «Мец».

торые обжимают ведомый дисковый фланец 3 муфты сцепления между ведущим диском 1 и 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 I и опускания II соединены между собой стальной трубой 14 при помощи винтовой нарезки. На поверхности трубы имеются окна против шестерен 13 и окно для помещения конца рычага подъема и наклона. Аналогичная труба имеется и на механизме сцепления выдвигания.

При работе двигателя вал 16 вращается, но шестерни 13 и 13' (подъема и опускания) не вращаются, а следовательно и лестница остается в покое.

Выключение механизмов сцепления подъема или опускания производится перемещением трубы 14 в ту или иную сторону при помощи рычага. Включение механизма сцепления выдвижения III производится пружинами 15, упирающимися одним концом в неподвижный диск 18, а другим в подвижной диск 18'.

В картере коробки передач, кроме главного вала 16, помещены еще два исполнительных вала подъема и опускания 17 и выдвижения 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. Затем вал 19 через цепную передачу 26—27 ($i = 2 : 7$) соединяется с валом 28. Затем вал 28 через зубчатую передачу 29—30 ($i = 1 : 4$) соединяется с валом 31 и, наконец, последний через зубчатую передачу 32—33 ($i = 1 : 4$) соединяется с грузовым валом 34. На валу 34 заклинены два барабана (бобины) 35, на которые при подъеме лестницы навиваются стальные плоские канаты. Этот канат состоит из 40 стренг по 7 проволок в каждой. Стренги между собой переплетены и прошиты проволокой.

При такой конструкции каната уменьшается изгиб его, что дает возможность брать барабан меньшего диаметра. В связи с этим весь механизм подъема получается более легким, а двигатель потребуется менее мощным. Однако, быстрый износ плоских канатов заставил отказаться от них и перейти на круглые канаты.

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

Теперь рассмотрим механизм выдвижения колен лестницы. Главный вал 16 через зубчатую передачу 13'—36 ($i = 1 : 3$) соединяется с исполнительным валом 20. Далее вал 20 через зубчатую передачу 37—38 ($i = 1 : 1$) соединен с валом 39. Затем вал 39 через цепную передачу 40—41 ($i = 1 : 4$) соединен с валом 42. И, наконец, вал 42 через зубчатую передачу 43—44 ($i = 1 : 3$) соединен с грузовым валом 45. На последнем заклинен барабан 46, на который при выдвижении лестницы навивается канат. Сдвигание колен лестницы производится под действием собственного веса, причем скорость сдвигания регулируется шестеренчатым масляным тормозом, насаженным на валу 42.

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

Боковой наклон в этой лестнице осуществлен весьма просто (рис. 448). Ось 1 ходовых колес 2 в точке 3 шарнирно соединена с правой фермочкой опорной рамы, а в точке 4 пропущена в щель между полками уголковых элементов левой фермочки 5. Нижний конец винта 6, имеющий трехходовую квадратную нарезку, обхватывает помощью цапки ось 1, верхний же конец его проходит через гайку 7, прикрепленную к фермочке, и заканчивается маховичком 8.

Вращая маховичок в ту или иную сторону, мы будем уменьшать или увеличивать расстояние между гайкой 7 и осью 1 и тем самым

производить наклон опорной рамы вместе с лестницей в ту или иную сторону.

Накат лестницы на автомобиль производится следующим образом (рис. 449). Для поддержания и закрепления лестницы в состоянии перевозки на середине рамы автомобиля установлены два кронштейна 55 и на конце рамы два зевобразных захвата 56. Лестницу подкатывают на колесах к автомобилю, затем 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 производится обратным порядком, а именно: освобождают охватывающие скобы 59 и поднимают лестницу так, чтобы она стала на свои колеса, затем включают механизм опускания и перемещают лестницу по каретке вниз до отказа. Таким образом, лестница спущена на землю и ее можно отводить вручную к месту установки.

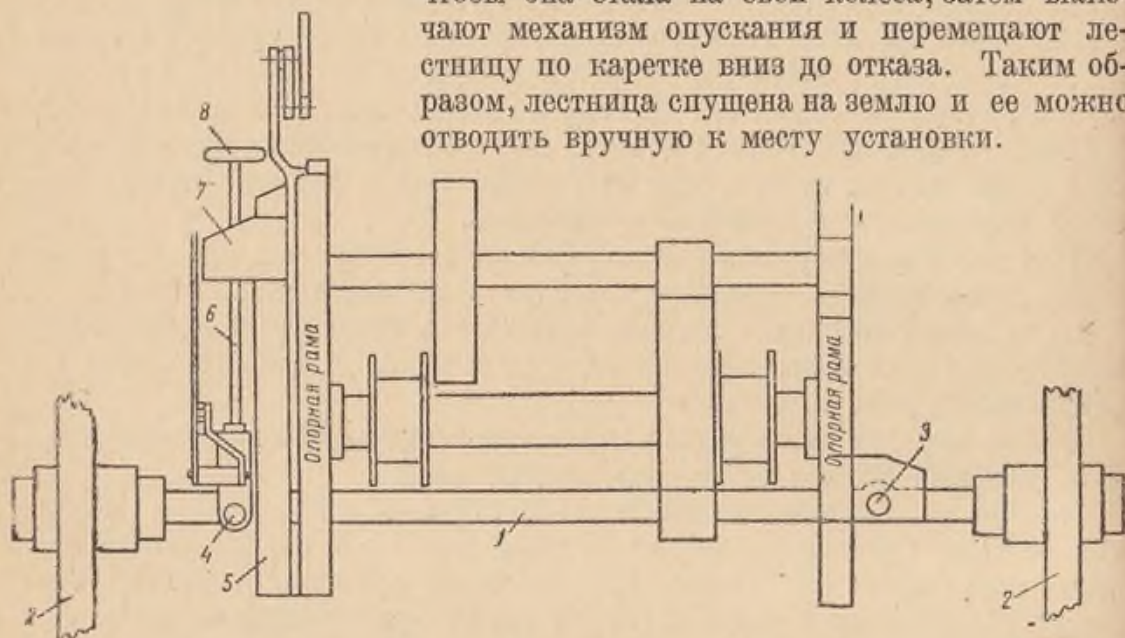


Рис. 448. Механизм бокового наклона «Мец».

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

Эти автоматы срабатывают в следующие моменты:

1) когда лестница при движении по каретке опорной рамы уравновесилась над шарниром поворота;

2) когда лестница при обратном движении по салазкам достигла положения, при котором производится подъем;

3) когда лестница поднята под углом 75° с основанием;

4) когда лестница выдвинута на максимальную длину.

Движение лестницы по каретке в ту или другую сторону при ее накате и спуске сопровождается навиванием и развиванием каната с барабана.

Но это же происходит и при подъеме и опускании лестницы. Это обстоятельство дало возможность для всех четырех операций иметь один общий автомат. Он устанавливается на левой ферме опорной рамы на двух стой-

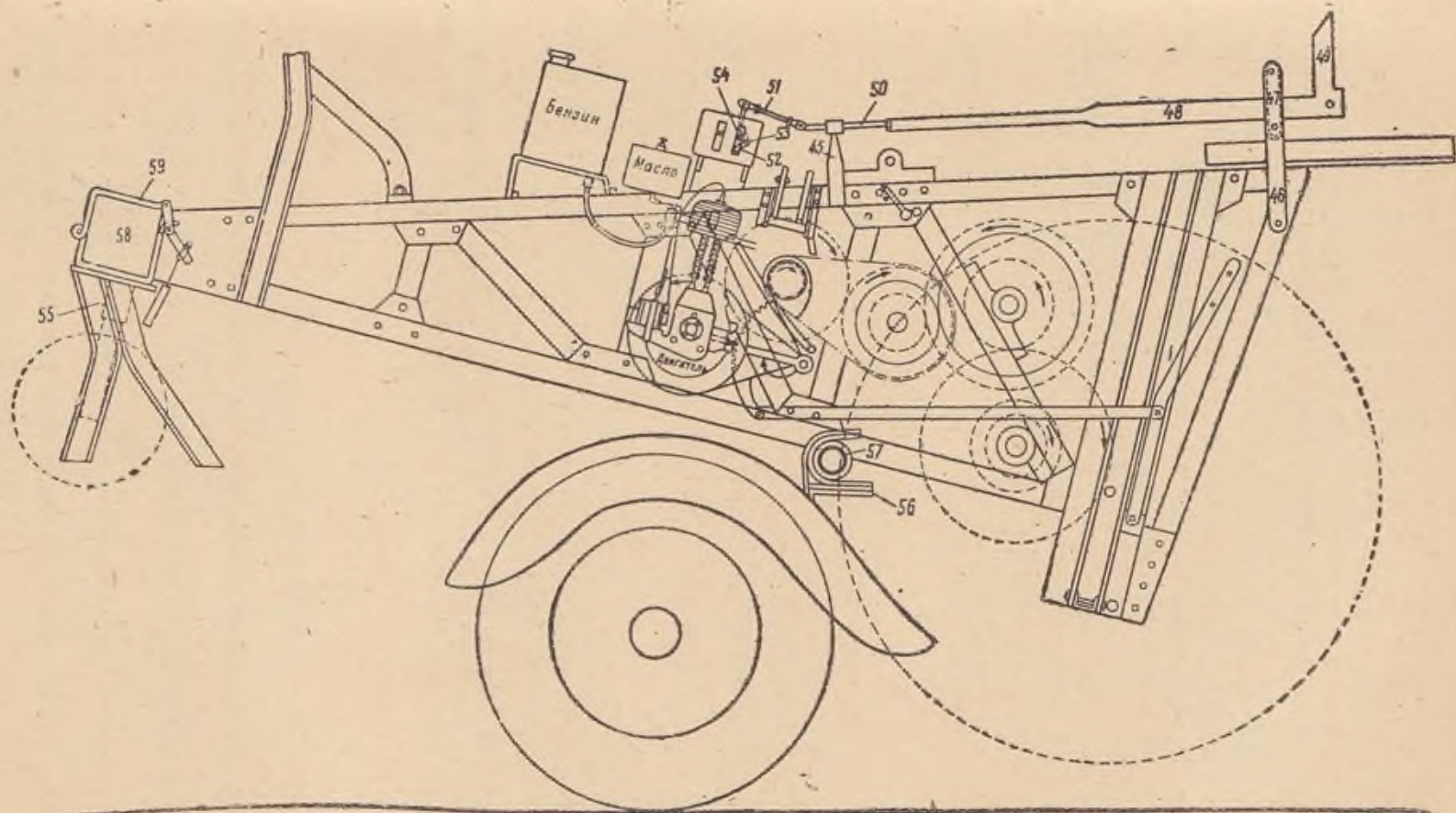


Рис. 449. Механизм наката и спуска лестницы «Мец».

ках 45 и 46 (рис. 449). В верхнем конце стойки 46 шарнирно на планке 47 (показано пунктиром) подвешена пластинка 48 с упором 49 на одном конце и переходящая в круглую штангу на другом конце. 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, 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 (рис. 447), воздействует в конечном положении через систему рычагов на рычаг выдвигания и выключает механизм сцепления III.

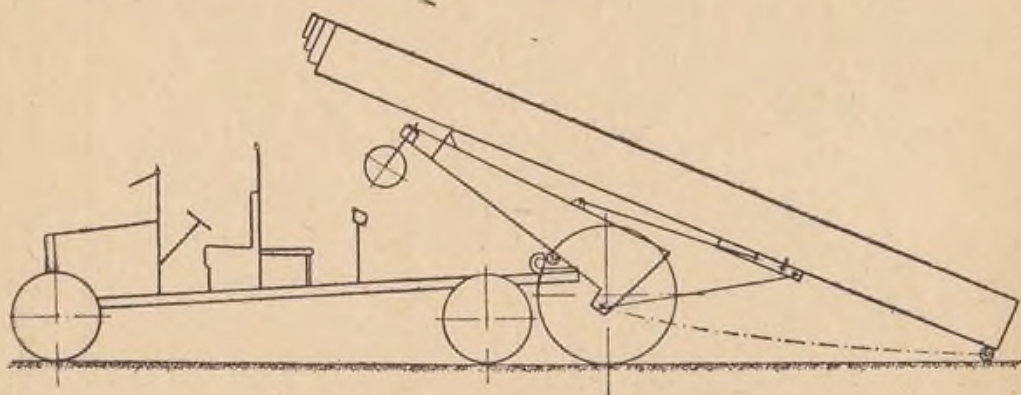


Рис. 450. Схема механизма наката.

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

4. Элементы расчета башенного механизма мехлестницы.

Прежде всего определим мощность, затрачиваемую на подъем лестницы.

Полное передаточное отношение между главным валом 16 и валом барабана 34 (рис. 447).

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

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

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

Мощность, затрачиваемая на главном валу 16

$$N = \frac{M_{гр} n_6}{71620 \eta^5} = \frac{TD_6 n}{71620 \cdot 0,95^5 \cdot 504 \cdot 2} = \frac{TD_6 n}{56000000} \text{ л. с.}$$

Полное передаточное отношение между валом рукояток 28 и валом барабана 34

$$i = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

Рабочий момент на валу рукояток

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

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

$$P = \frac{M_p}{2l} = \frac{TD_6}{2 \cdot 020} \text{ кг}$$

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

$$i = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{36}$$

Мощность на главном валу 16

$$N = \frac{TD_6 n}{71 \, 620 \cdot 0,94^4 \cdot 36 \cdot 2} \approx \frac{TD_6 n}{4 \, 200 \, 000} \text{ л. с.}$$

При ручном выдвигании полное передаточное отношение между валом 16 и валом рукояток 42

$$i = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{12}$$

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

$$P = \frac{M_{раб}}{2l} = \frac{M_{гр} i}{2l \eta^2} = \frac{TD_6}{2 \cdot 2 \cdot 35 \cdot 0,95^2 \cdot 12} = \frac{TD_6}{1 \, 520}$$

В заключение определим мощность, затрачиваемую на операцию наката лестницы на автомобиль.

Наибольшая мощность будет затрачиваться в момент начала наката (рис. 450). После того как ролики рамы войдут в веерообразные захваты, включается механизм подъема и лестница будет перемещаться по каретке.

Вес лестницы разложим на две составляющих: $G_1 = G \sin 25^\circ = 0,422G$ — направлена вдоль лестницы, $G_2 = G \cos 25^\circ = 0,906G$ — направлена перпендикулярно к длине лестницы и создает силу трения

$$F = kG_2 = 0,025 \cdot 0,906G = 0,0226G$$

Полное натяжение канатов

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

Мощность на главном валу 16 найдется по формуле

$$N = \frac{TD_6 n}{56 \, 000 \, 000} = \frac{0,532GD_6 n}{56 \, 000 \, 000} = \frac{GD_6 n}{105 \, 000 \, 000}$$

При спуске лестницы с автомобиля включается механизм опускания и тогда колесо лестницы медленно будет скользить вниз по каретке.

Для того, чтобы лестница под действием собственного веса скользила, угол наклона колес к горизонту α должен быть больше угла трения φ , т. е. $\alpha > \varphi$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\mu_1 r + \mu_2}{R}$$

где μ_1 — коэффициент трения скольжения оси ролика;

r — радиус оси ролика;

μ_2 — коэффициент трения качения ролика;

R — радиус ролика.