

Изобретение относится к строительству и может быть использовано для погружения в грунт свай, шпунта и других подобных им элементов.

Наиболее близким известным техническим решением к предлагаемому, выбранному в качестве прототипа, является вибровдавливающий агрегат, содержащий базовую машину, переднюю и заднюю рамы копровую мачту и вибропогружатель с канатно-блочной системой вдавливания. Недостатком известного технического решения являются: небольшое вдавливающее усилие из-за неэффективного использования собственного веса, низкая устойчивость на опрокидывание и сложность перемещения по слабым грунтам.

В основу изобретения положена задача создать такую установку для погружения свай вдавливанием, в которой путем введения дополнительной опоры с четко заданными размерами достигается возможность максимального смещения центра тяжести установки к погружаемой свае, за счет чего повышается вдавливающее усилие.

Технический результат изобретения заключается в повышении вдавливающего усилия, устойчивости и маневренности установки и достигается тем, что установка для погружения свай вдавливанием, включающая кран, переднюю и заднюю рамы с выдвижными гидроопорами, копровую мачту, погружатель с канатно-блочной системой вдавливания и пригруз, согласно изобретению, оснащена жесткой плитой, закрепленной на ходовой части крана, например, посредством упорных балок, расположенных с зазором над ходовой частью, с возможностью перемещения вдоль ходовой части, размеры которой удовлетворяют условиям:

$$a > \frac{2(m Q_{\text{общ}} + Q_{\text{п.р.}} \cdot l_{\text{п.р.}} + Q_{\text{гр}} l_{\text{гр}})}{Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}} + \frac{Q_{\text{св}} l_{\text{св}} - Q_{\text{п}} l_{\text{п}} - Q_{\text{з.р.}} l_{\text{з.р.}}}{Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}}, \quad (1)$$

$$b \geq a - 2m, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  - длина и ширина плиты, м;

$Q_{\text{п.р.}}$ ,  $Q_{\text{гр.}}$ ,  $Q_{\text{п.}}$ ,  $Q_{\text{з.р.}}$ ,  $Q_{\text{св}}$  - вес соответственно: передней рамы с копровой мачтой и погружателем; пригруза, поворотной части, задней рамы, сваи, кН;

$l_{\text{п.р.}}$ ,  $l_{\text{гр.}}$ ,  $l_{\text{св.}}$ ,  $l_{\text{п.}}$ ,  $l_{\text{з.р.}}$  - расстояние от оси поворота крана соответственно до центра тяжести: передней рамы с копровой мачтой и погружателем; пригруза, поднимаемой сваи; поворотной части крана; задней рамы, м;

$Q_{\text{общ}}$  - общий вес установки, включая ходовую часть, но без веса плиты, кН;

$Q_{\text{пл}}$  - вес плиты, кН;

$m$  - максимально допустимое смещение центра плиты от оси поворота крана, м,

$$\frac{b(Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}) + 6(Q_{\text{п.р.}} \cdot l_{\text{п.р.}} + Q_{\text{гр}} \cdot l_{\text{гр}})}{a \cdot b^2} + \frac{Q_{\text{св}} \cdot l_{\text{св}} - Q_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}} - Q_{\text{з.р.}} \cdot l_{\text{з.р.}}}{a \cdot b^2} < R, \quad (3)$$

где  $R$  - допускаемое давление на грунт, кН/м<sup>2</sup>.

Остальные обозначения те же, что в (1) и (2).

Указанное закрепление жесткой плиты на ходовой части крана позволяет включать ее в работу при опрокидывании крана, передвигаться установке по плите при поднятых гидроопорах, перемещать плиту на величину  $2m$  с помощью, например, механизма ходовой части при опущенных гидроопорах и поднятой над поверхностью грунта ходовой частью вместе с плитой, поворачивать в нужном направлении ходовую часть вместе с плитой, когда они подняты над поверхностью грунта.

Перечисленные возможности позволяют улучшить основные технические характеристики установки для вдавливания свай; усилие вдавливания, устойчивость, способность перемещаться по стройплощадке и маневренность.

Увеличение усилия вдавливания достигается за счет максимального смещения центра тяжести установки к погружаемой свае. При этом принимая вес пригруза, размеры плиты и другие параметры установки исходя из удовлетворения зависимостей (1), (2), (3), обеспечивается устойчивость установки.

Передвижение установки по стройплощадке выполняется путем попеременного перемещения ходовой части по плите (при поднятых гидроопорах) и плиты относительно ходовой части (при опущенных гидроопорах и поднятой ходовой части с плитой над поверхностью грунта). Это значительно повышает способность установки перемещаться по стройплощадке, так как нагрузка от установки на грунт передается через плиту, площадь которой в несколько раз больше площади опоры ходовой части. Кроме того, облегчается режим работы ходовой части, так как она

осуществляет только возвратно-поступательные движения по плите, а поворот производится путем проворачивания ходовой части вместе с плитой, поднятыми над поверхностью грунта.

На фиг.1 показан общий вид установки в исходном положении; на фиг.2 - то же, в момент подъема ходовой части с плитой и поворота их; на фиг.3 - то же в момент перемещения ходовой части по плите; на фиг.4 - то же в момент перемещения плиты относительно ходовой части; на фиг.5 - то же, в момент погружения свай; на фиг.6 - схема действия сил.

Установка содержит ходовую часть 1 и поворотную часть 2 крана, на которой смонтированы задняя рама 3 и передняя рама 4. на передней раме 4 смонтирована копровая мачта 5 с погружателем 6 и канатно-блочной системой вдавливания 7 и установлен пригруз 8. На задней раме 3 и передней раме 4 установлены выдвижные гидроопоры 9 (по 2шт.). Ходовая часть 1 крана оснащена плитой 10, закрепленной с возможностью перемещения вдоль ходовой части 1. Например, посредством упорных балок 11, расположенных с зазором над ходовой частью 1 и жестко соединенных с плитой 10 стойками 12. При этом размеры плиты удовлетворяют условиям:

$$a > \frac{2(m Q_{\text{общ}} + Q_{\text{п.р.}} l_{\text{п.р.}} + Q_{\text{гр.}} l_{\text{гр.}} + Q_{\text{св.}} l_{\text{св.}} - Q_{\text{п.}} l_{\text{п.}} - Q_{\text{з.р.}} l_{\text{з.р.}})}{Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}} +$$

$$+ \frac{Q_{\text{св.}} l_{\text{св.}} - Q_{\text{п.}} l_{\text{п.}} - Q_{\text{з.р.}} l_{\text{з.р.}}}{Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}},$$

$$b \geq a - 2m,$$

$$\frac{b(Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пл}}) + 6(Q_{\text{п.р.}} l_{\text{п.р.}} + Q_{\text{гр.}} l_{\text{гр.}} + Q_{\text{св.}} l_{\text{св.}} - Q_{\text{п.}} l_{\text{п.}} - Q_{\text{з.р.}} l_{\text{з.р.}})}{a \cdot b^2} +$$

$$+ \frac{Q_{\text{св.}} l_{\text{св.}} - Q_{\text{п.}} l_{\text{п.}} - Q_{\text{з.р.}} l_{\text{з.р.}}}{a \cdot b^2} < R,$$

где  $a$  и  $b$  - длина и ширина плиты, м;

$Q_{\text{общ}}$  - общий вес установки, включая ходовую часть, но без веса плиты, кН;

$Q_{\text{п.р.}}, Q_{\text{гр.}}, Q_{\text{п.}}, Q_{\text{з.р.}}, Q_{\text{св.}}, Q_{\text{пл}}$  - вес соответственно: передней рамы с копровой мачтой и погружателем; пригруза; поворотной части крана; задней рамы; сваи; плиты, кН;

$l_{\text{п.р.}}, l_{\text{гр.}}, l_{\text{св.}}, l_{\text{п.}}, l_{\text{з.р.}}$  - расстояние от оси поворота крана до центра тяжести соответственно: передней рамы с копровой мачтой и погружателем; пригруза; сваи; поворотной части крана; задней рамы, м;

$m$  - максимально допустимое смещение центра плиты от оси поворота крана, м;

$R$  - допускаемое давление на грунт стройплощадки, кН/м<sup>2</sup>.

Установка работает следующим образом:

Установку перемещают на точку погружения свай.

Для этого выдвижением гидроопор 9 установку поднимают до образования просвета между плитой 10 и поверхностью грунта, поворотом ходовой части 1 крана вместе с плитой 10 устанавливают нужное направление перемещения установки (фиг.2) и движением, например, гусениц ходовой части 1 перемещают плиту 10 относительно ходовой части 1 (фиг.3). Затем поднимают гидроопоры 9, и при необходимости вращением гусениц ходовой части 1 перемещают установку по плите 10 (фиг.4). После наведения погружателя 6 на точку погружения свай свайным тросом 13 поднимают сваю, заводят ее голову под погружатель 6, опускают гидроопоры 9 задней рамы и включением блочно-полиспастной системы 7 погружают сваю (фиг.6). При выполнении операций наводки погружателя на точку погружения свай, подтаскивания и подъема сваи кроме перемещений ходовой части 1 и плиты 10 используют также повороты поворотной части 2 крана с смонтированными ней задней 3 и передней 4 рамами.

Вывод зависимостей (1), (2), (3) выполнен из условия обеспечения устойчивости установки на опрокидывание в наиболее невыгодной ситуации с учетом вовлечения в работу плиты 10.

Схема действия сил для вывода указанных зависимостей приведена на фиг.6.

При работе установки на стройплощадке с твердым покрытием ее устойчивость будет обеспечена при выполнении условия

$$M_{\text{уд}} > M_{\text{опр.}} \quad (4)$$

где  $M_{\text{уд}}$  и  $M_{\text{опр.}}$  - удерживающий и опрокидывающий момент относительно ребра опрокидывания  $O$ .

$$M_{опр} = Q_{св}(l_{св} - \frac{a}{2} + m) + Q_{п.р}(l_{п.р} - \frac{a}{2} + m) + \\ + Q_{гр}(l_{гр} - \frac{a}{2} + m) = Q_{св} \cdot l_{св} + Q_{п.р} \cdot l_{п.р} + Q_{гр} \cdot l_{гр} - \\ - (Q_{св} + Q_{п.р} + Q_{гр}) (\frac{a}{2} - m). \quad (5)$$

$$M_{уд} = Q_{пл}(m + \frac{a}{2} - m) + Q_{п}(l_{п} + \frac{a}{2} - m) + Q_{з.р}(l_{з.р} + \\ + \frac{a}{2} - m) + Q_{х}(\frac{a}{2} - m) = Q_{пл} \cdot m + Q_{п} \cdot l_{п} + Q_{з.р} \cdot l_{з.р} + \\ + (Q_{пл} + Q_{п} + Q_{з.р} + Q_{х}) (\frac{a}{2} - m). \quad (6)$$

$$Q_{пл} \cdot \frac{a}{2} + Q_{п} \cdot l_{п} + Q_{з.р} \cdot l_{з.р} + (Q_{п} + Q_{з.р} + Q_{х} + Q_{п.р} + \\ + Q_{гр} + Q_{св}) (\frac{a}{2} - m) > Q_{св} \cdot l_{св} + Q_{п.р} \cdot l_{п.р} + Q_{гр} \cdot l_{гр}. \quad (7)$$

Учитывая, что множитель при  $(\frac{a}{2} - m)$  представляет собой общий вес установки с учетом веса сваи, но без учета веса плиты (7), записываем в виде

$$Q_{пл} \cdot \frac{a}{2} + Q_{п} \cdot l_{п} + Q_{з.р} \cdot l_{з.р} + Q_{общ}(\frac{a}{2} - m) > Q_{св} \cdot l_{св} + \\ + Q_{п.р} \cdot l_{п.р} + Q_{гр} \cdot l_{гр}. \quad (8)$$

Решая неравенство (8) относительно  $a$  получим

$$a > \frac{2(m Q_{общ} + Q_{п.р} l_{п.р} + Q_{гр} l_{гр})}{Q_{общ} + Q_{пл}} + \\ + \frac{Q_{св} l_{св} - Q_{п} l_{п} - Q_{з.р} l_{з.р}}{Q_{общ} + Q_{пл}},$$

Ширина плиты  $b$  должна обеспечивать устойчивость установки при положении поворотной части крана перпендикулярно ходовой части. При этом будут действовать те же силы и зависимости, которые приведены выше при рассмотрении зависимости длины плиты. Но, учитывая, что размер плиты вдоль ходовой части  $a$  предусматривает возможность ее смещения на величину  $2m$ , а в поперечном направлении этого смещения не требуется, то условие для ширины плиты  $b$  будет:

$$b \geq a - 2m.$$

Условие (3) для случая работы установки на грунтовом основании получено из условия

$$\sigma > R, \quad (9)$$

где  $\sigma$  - максимальное напряжение на контакте плиты с грунтом, кН/м<sup>2</sup>;

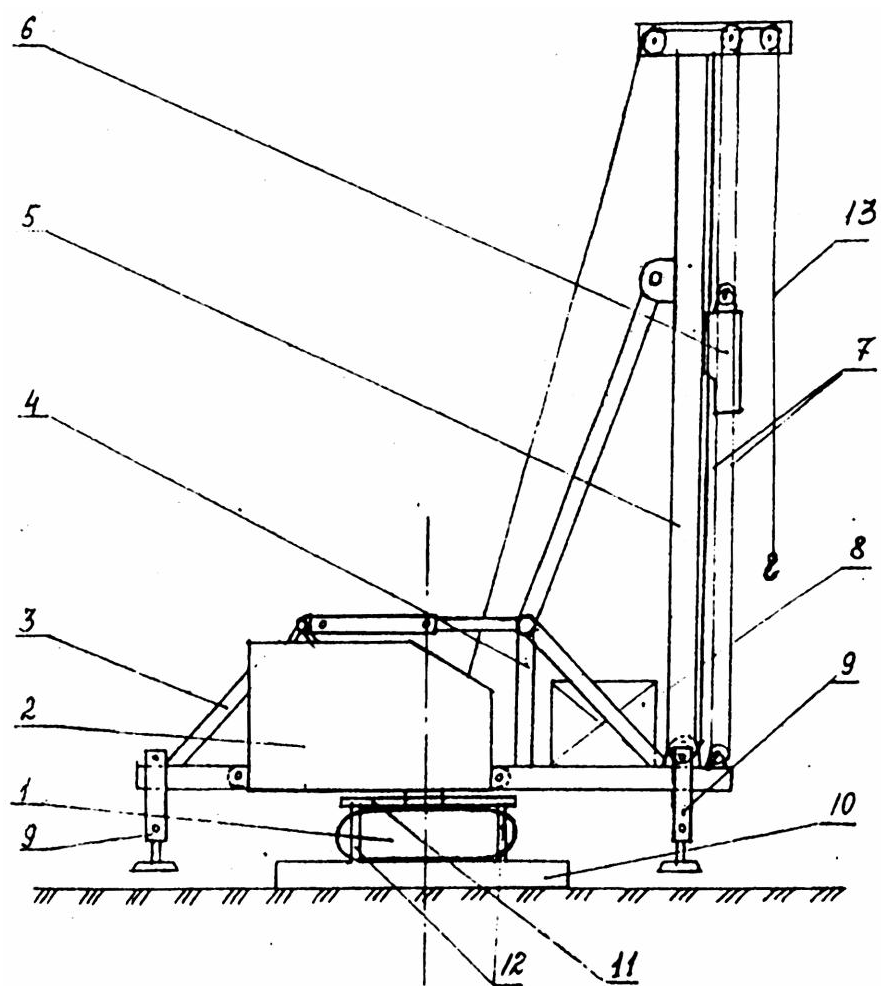
$R$  - допускаемое давление на грунт, кН/м<sup>2</sup>.

Максимальное напряжение будет возникать под краем плиты при положении поворотной части перпендикулярно ходовой части

$$\sigma = \frac{Q_{общ} + Q_{пл}}{a \cdot b} + \frac{6M}{a \cdot b^2}, \quad (10)$$

где  $M = Q_{п.р} l_{п.р} + Q_{гр} l_{гр} + Q_{св} l_{св} - Q_{п} l_{п} - Q_{з.р} l_{з.р}$  - момент действующих сил относительно продольной оси плиты, совпадающей с продольной осью ходовой части, кН · м. Подставляя выражение  $M$  в формулу (10), получаем

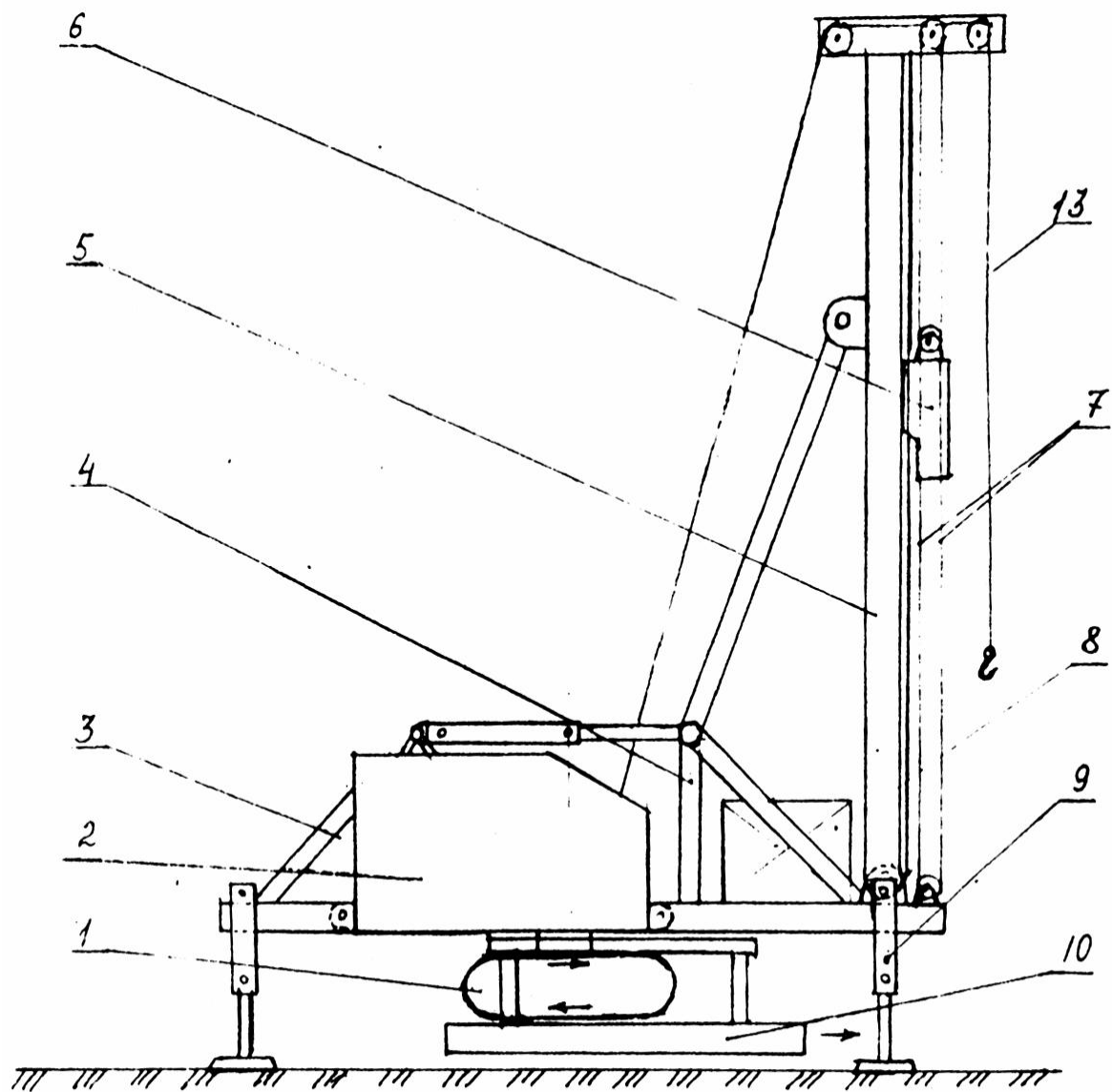
$$\frac{(Q_{общ} + Q_{пл}) b + 6(Q_{п.р} l_{п.р} + Q_{гр} l_{гр} + \\ + \frac{Q_{св} l_{св} - Q_{п} l_{п} - Q_{з.р} l_{з.р}}{a \cdot b^2})}{a \cdot b^2} < R_{гр}.$$



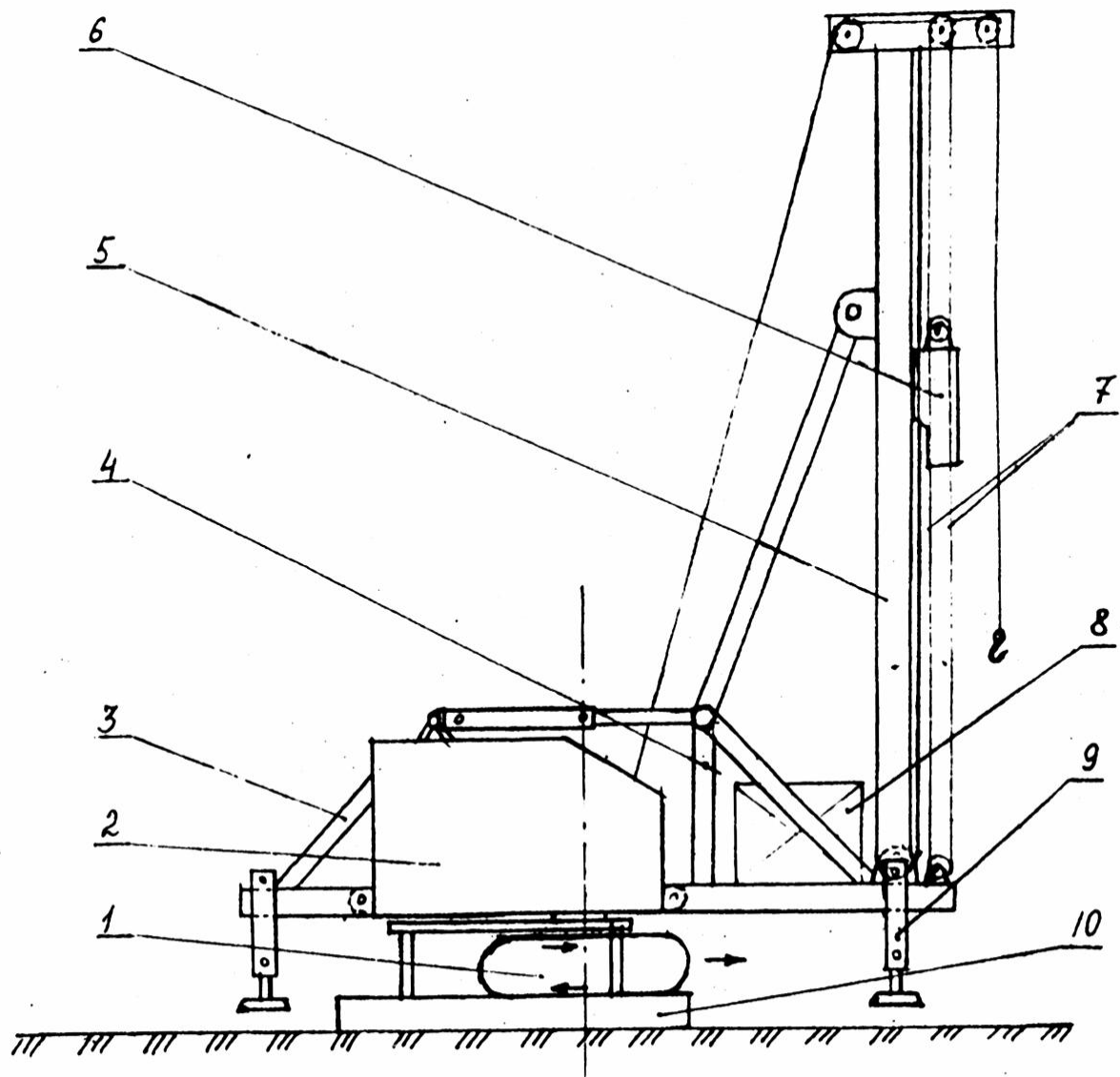
Фиг. 1



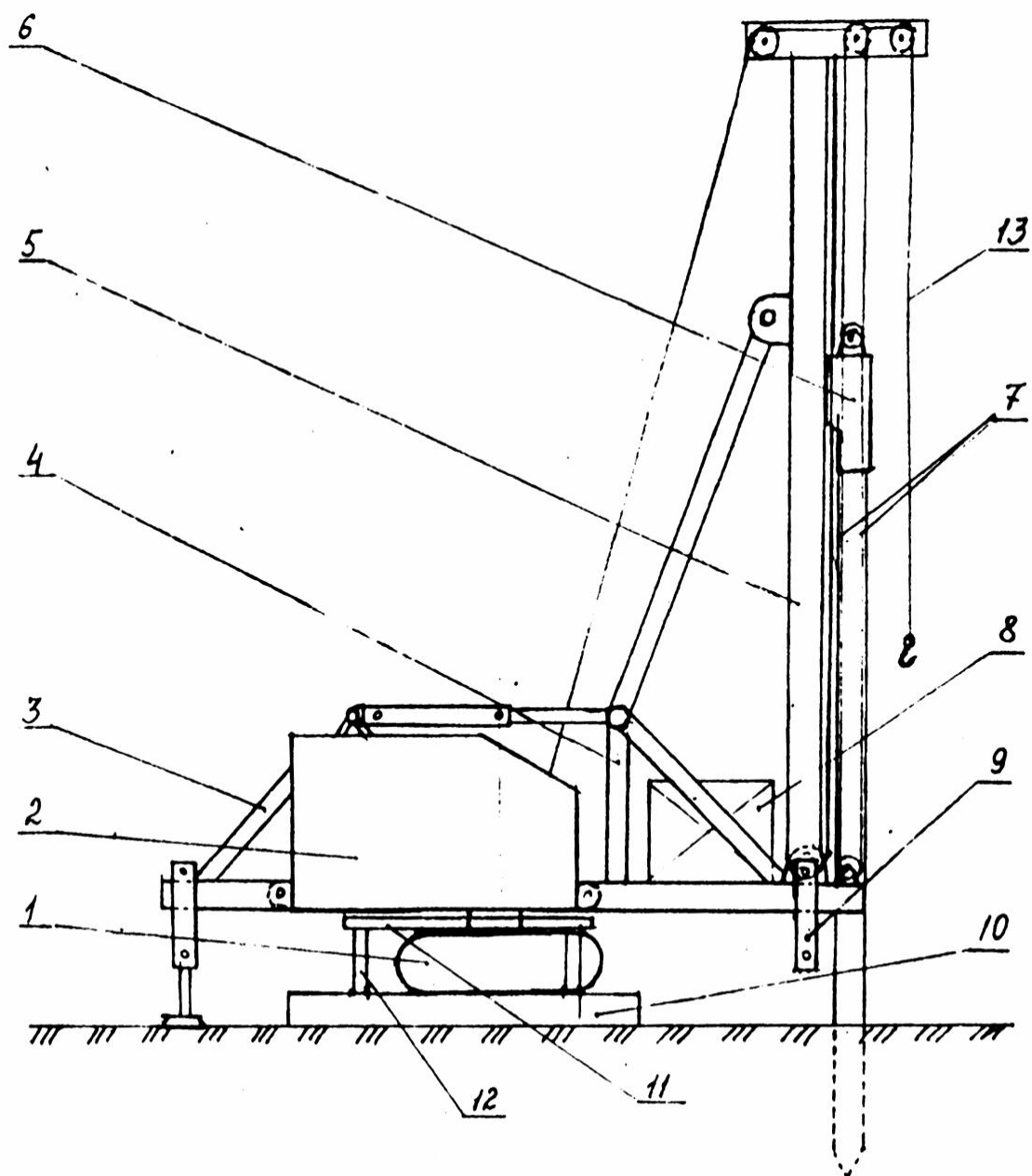
**Фиг. 2**



Фиг. 3

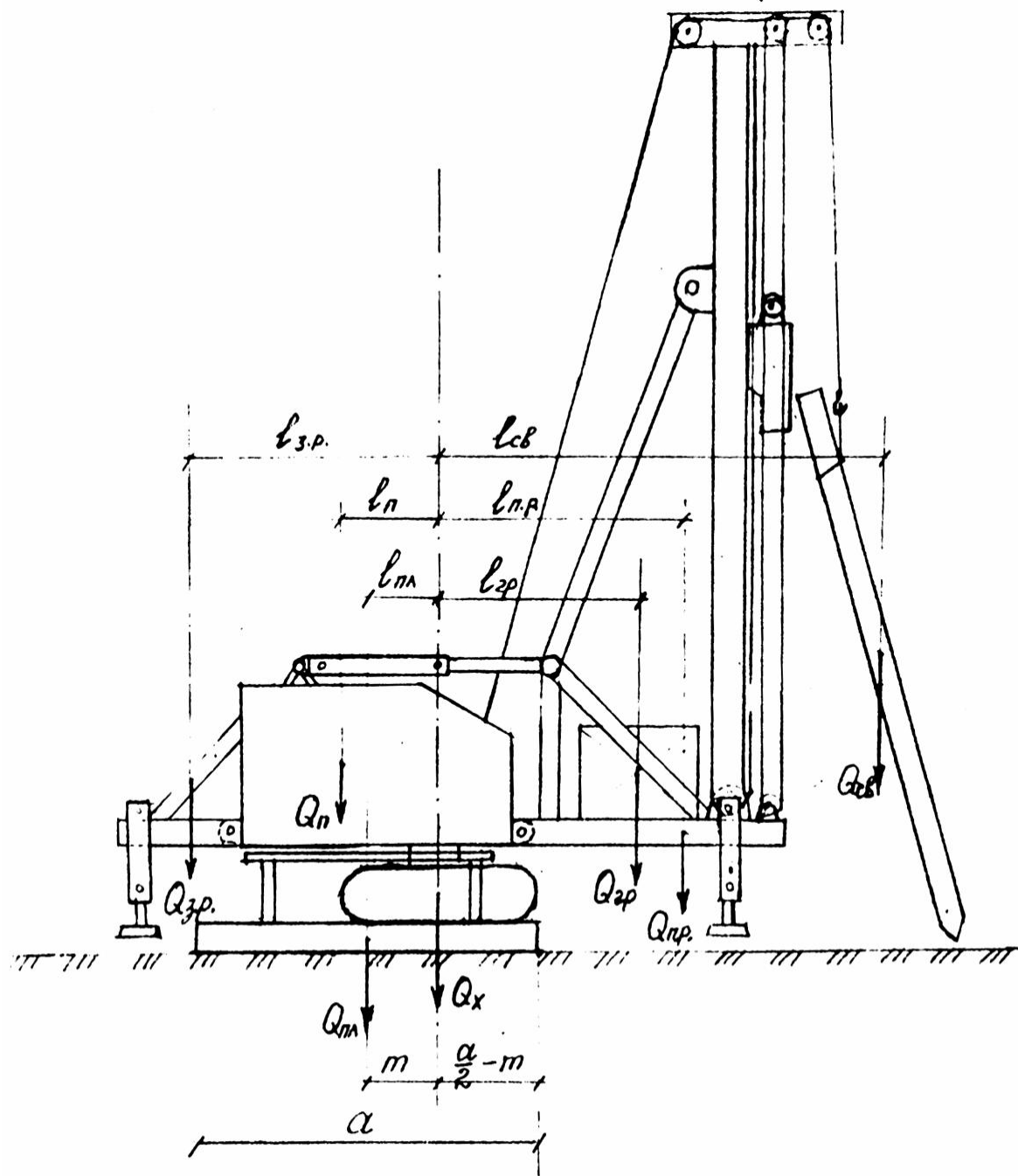


Фиг. 4



Фиг. 5





Фиг. 6