

МАТЕРИАЛЫ

ДЛЯ КУРСА

СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.

✓ Выпускъ I. Дерево.

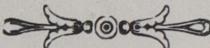
✓ Выпускъ II. Земляныя работы на мѣстности не покрытой водою.

Взрывныя работы въ открытой выемкѣ.

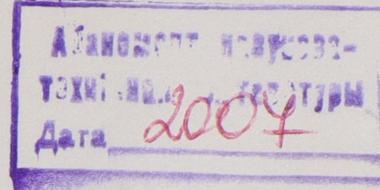
✓ Выпускъ III. Свайныя работы.

Выпускъ IV. Каменная кладка.

✓ Выпускъ V. Деревянныя сопряженія.



1991



В № 00125
с Гончар
693/81624
К93

МАТЕРИАЛЫ

ДЛЯ КУРСА

СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТЪ.

Выпускъ III.

СВАЙНЫЯ РАБОТЫ.

ИЗДАНIE ТРЕТЬE.

СОСТАВИЛЪ

В. Курдюмовъ,

Професоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

1804.

3284/4

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

1898.

1975

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТР.
Виды свай	1
Деревянные забивные сваи (2).—Металлические забивные сваи (12).— Винтовые сваи (14).	
Приспособления для погружения свай в землю и действие ими	17
Ручные бабы (17).—Копры (19).—Работа ручным копром (34)— Машинные копры (40).—Паровые машинные копры (45).—Паровые копры (52).—Погружение свай помощью струи воды (69).—Приспо- собления для завинчивания свай (74)	
Забивка и завинчивание отдельных свай	77
Забивка свай (77).—Разные случаи при забивке свай (83).— Завинчивание свай (87).	
Забивка сплошных и шпунтовых свайных рядовъ	89
Направляющие рамы для забивки свайных рядовъ на сушь (95).— Направляющие рамы для забивки свайных рядовъ на местности по- крытой водою (101).—Производство работы по забивке свайных рядовъ (104).	
Приспособления для выдергивания свай и спиливания ихъ подъ водою	113
Выдергивание свай (113).—Спиливание свай (116).—Нарубание шиповъ подъ водою (119).—Взрывание свай динамитомъ (119).	
Чертежи	Таблицы I—XII



✓ Виды свай.

Свяями называются бревна, брусья, доски или металлические стержни, погружаемые на сравнительно большую глубину въ землю съ тою или иною строительною цѣлью. Самое погруженіе свай можетъ быть достигнуто различными способами, главнымъ же образомъ забивкою и завинчиваніемъ.

Въ зависимости отъ назначенія свай и расположенія въ сооруженіи, ихъ можно подраздѣлить на *отдельные*, погружаемыя на нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой, и на *сваи сплошныхъ рядовъ*, если онѣ располагаются одна возлѣ другой.

Отдельные сваи располагаются правильными рядами, въ пристомъ или шахматномъ порядкѣ (черт. 1 и 2). Если разстояніе между отдельными сваями не велико, опредѣляется всего 2—3 діаметрами свай (между центрами), то такое расположеніе называется *забивкою свай частокомъ* (черт. 3).

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится забивать *кусты свай* (черт. 4), т. е. группы свай, числомъ 3, 7, 18, а иногда и гораздо больше, по возможности ближе одна къ другой.

Сваи сплошныхъ рядовъ или касаются только одна другой (черт. 5), или же одна свая по всей длинѣ входить въ сосѣднюю (черт. 6), для чего на первой нарубается *гребень*, а во второй выбирается *шпунтъ* (или *пазъ*). Ряды послѣдняго вида свай называется *шпунтовыми рядами*, или *стѣнками*, а самыя сваи *шпунтовыми*.

Сваи забиваются на всю ихъ длину въ землю или только на нѣкоторую часть длины. Въ первомъ случаѣ сваи называются *грунтовыми* (черт. 6), во второмъ—*длинными* (черт. 4).

Въ зависимости отъ способа погруженія, сваи одраздѣляются на 1) забивныя, т. е. погружаемыя въ землю посредст омъ ударовъ тяжелою бабою, и 2) винтовыя, погружаемыя за гачиваніемъ ихъ въ землю, для чего онѣ снабжаются особымъ винтовымъ наконечникомъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для погруженія свай можно пользоваться струею воды, которую проводятъ подъ сваю; вода уменьшаетъ треніе сваи о грунтъ, выходя же съ нѣкоторымъ напоромъ, размываетъ его и тѣмъ облегчаетъ дальнѣйшее прониканіе сваи въ землю.

Забивкою можно погружать сваи какъ отдѣльныя, такъ и шпунтовыя. Завинчивать же можно однѣ только отдѣльныя сваи.

Сваи забивныя дѣлаются деревянныя или металлическія, винтовыя же въ настоящее время—почти исключительно металлическія.

✓ **Деревянные забивные сваи** заготовляются изъ сосны, лиственницы, дуба, ели, ольхи, букѣ и другихъ породъ, причемъ выборъ той или другой породы зависитъ, главнымъ образомъ, отъ характера сооруженія. Такъ, напр., для временныхъ сооруженій довольноствуются елью или ольхой, для постоянныхъ же допускаются только дубъ, сосну, лиственницу. Вообще хвойныя породы предпочтитаются лиственнымъ, вслѣдствіе ихъ большей прямизны и смолистости, благодаря которой дерево лучше сохраняется.

Дерево для свай должно быть здоровое, безъ червоточины, не хрупкое, прямослойное, прямое, съ возможно меньшимъ числомъ сучьевъ. Для свай нѣтъ надобности имѣть сухой лѣсъ, а потому, при доставкѣ его водою, можно пользоваться сплавомъ. Для шпунтовыхъ свай даже не слѣдуетъ употреблять сухой лѣсъ, такъ какъ хорошо забитая изъ сухого лѣса стѣнка можетъ быть исковеркана, когда сухой лѣсъ станетъ разбухать, будучи забитъ во влажный грунтъ.

Толщина лѣса, идущаго на сваи, опредѣляется 4—8 вершками въ верхнемъ отрубѣ; наиболѣе употребительны сваи въ 5—6 верш., хотя есть случаи употребленія гораздо болѣе тонкихъ свай, напр. для подмостей. Длина свай измѣряется 2—5 саж., чаще же 3—4 саж.

Лѣсъ для отдѣльныхъ свай употребляется обыкновенно круглый необтесанный; впрочемъ, употребляютъ сваи и изъ брусьевъ (ква-

дратнаго съченія), напр. въ томъ случаѣ, когда лѣсъ доставляется въ обѣланномъ уже видѣ къ мѣсту, гдѣ расположены работы.

Для сплошныхъ рядовъ употребляютъ круглый лѣсъ (черт. 5), обтесанный на 2 или 4 канта (черт. 7), и въ рѣдкихъ случаяхъ— пластины, т. е. бревна, распиленные пополамъ (черт. 8).

Шпунтовыя сваи дѣлаются изъ брусьевъ (черт. 6) или досокъ (черт. 9).

Отдельные сваи. Съ бревенъ, идущихъ на сваи, сдирается кора, во-первыхъ, съ цѣлью предохранить дерево отъ загниванія и червоточины а, во-вторыхъ, съ цѣлью уменьшить сопротивленіе со стороны тренія при самой забивкѣ. Необтесанныя сваи имѣютъ одинъ конецъ тоньше другого, называемаго *комлемъ*. Если разность въ толщинѣ концовъ слишкомъ велика, свая называется закомелистою. Разность толщинъ обоихъ концовъ длинныхъ свай бываетъ довольно значительна, а потому невольно рождается вопросъ: какимъ концомъ слѣдуетъ забивать сваи въ землю — тонкимъ или толстымъ, т. е. вершиною или комлемъ.

Рѣшеніе этого вопроса зависитъ отъ назначенія свай, такъ какъ тѣтъ и другой способъ забивки имѣютъ свои достоинства и недостатки. Дѣйствительно: при забивкѣ сваи тонкимъ концомъ, въ начальѣ забивки, сопротивленіе ея прониканію въ землю меньше, чѣмъ при забивкѣ комлемъ, но затѣмъ оно значительно возрастаетъ вслѣдствіе того, что къ сопротивленію грунта выпиранію изъ-подъ сваи прибавляется треніе боковой поверхности сваи о грунтъ; при этомъ, вслѣдствіе коничности сваи, она дѣйствуетъ на грунтъ какъ клинъ и остается плотно зажатою въ грунтѣ во все время забивки (черт. 10). Вслѣдствіе этого нагрузка такой сваи можетъ быть больше, а рискъ осадки такой сваи—меньше. Наоборотъ, при забивкѣ сваи комлемъ, сопротивленіе прониканію въ землю возрастаетъ сравнительно медленнѣе, такъ какъ тренія земли о боковую поверхность сваи въ этомъ случаѣ можетъ и не быть, судя по схемѣ, представленной на черт. 11. Разница въ сопротивленіи сваи прониканію въ грунтъ при забивкѣ тонкимъ концомъ или комлемъ будетъ, очевидно, тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе глубина забивки. Это отражается на скорости забивки, которая, по наблюденіямъ, бываетъ процентовъ на 15 больше во втор-

ромъ случаѣ. Сопротивленіе выдергиванію сваи, забитой тонкимъ концомъ, очевидно, будетъ меныше, чѣмъ сваи, забитой въ землю комлемъ: цилиндрическое отверстіе (черт. 11), пробитое въ земль комлемъ сваи, снова заполняется землею.

Приведенными особенностями и обусловливается избраніе того или другого способа забивки свай: когда сваи должны нести большій грузъ, предпочтительнѣе забивать ихъ тонкимъ концомъ; если же сваи груза не несутъ, но подвергаются риску быть поднятыми водою или льдомъ—надежнѣе забивать ихъ комлемъ.

Кромѣ снятія коры, заготовка сваи заключается въ заостреніи нижняго конца, въ срѣзкѣ верхняго конца плоскостью, перпендикулярною къ оси сваи, и надѣваніи на нижній конецъ башмака, а на верхній—особаго желѣзного кольца, называемаго *бугелемъ*.

Заостреніе нижняго конца сваи имѣть цѣлью облегчить забивку сваи въ грунтъ. Заостреніе дѣлается 4-хъ или 3-хъ грannoю пирамидою, или коническое, причемъ длина *такою* заостренія равняется $1\frac{1}{2}$ —3 діаметрамъ сваи. Слишкомъ длинныя заостренія вмѣсто пользы скорѣе приносятъ вредъ: они слишкомъ ослабляютъ нижній конецъ сваи, который поэтому легко можетъ быть сломанъ. Съ цѣлью предохранить вершину заостренія отъ скораго смятия, ее немного притупляютъ, какъ показано на черт. 12. Заостреніе свай должно быть сдѣлано весьма тщательно, вершина его должна приходиться на оси сваи, всѣ грани одинаково наклонены; иначе, вмѣсто ожидаемой пользы, неправильное заостреніе можетъ принести вредъ: свая отклонится отъ вертикальнаго положенія, пойдетъ кося.

Изъ трехъ типовъ заостренія считается лучшимъ—заостреніе четырехгрannoю пирамидою, такъ какъ въ немъ ребра не слишкомъ остры, а потому лучше сохраняются, чѣмъ въ трехгранной пирамидѣ, и свая при забивкѣ не можетъ вращаться около своей оси, что имѣеть мѣсто при коническомъ заостреніи; впрочемъ, такое вращеніе при забивкѣ круглыхъ отдѣльныхъ свай не представляетъ неудобствъ.

Нѣкоторые строители не признаютъ, однако, пользы заостренія и употребляютъ сваи, обрѣзанныя внизу плоскостью нормальною къ оси.

Если сваи приходится забивать въ плотный, твердый грунтъ,

особенно въ хрящеватый или въ такой, въ которомъ встречаются камни или карчи, то нижній конецъ свай снабжается башмакомъ.

Назначеніе башмака — предохранить нижній конецъ свай отъ измочаливанія и дать возможность сваямъ разрушать попадающіяся въ грунтъ препятствія. Башмаки дѣлаются желѣзные или чугунные. Смотри по числу граней заостряющей пирамиды, желѣзные башмаки дѣлаются о трехъ и четырехъ вѣтвяхъ, или лапахъ. Такіе башмаки бываютъ двухъ видовъ: къ выкованной желѣзной трехъ- или четырехгранной пирамидѣ привариваются (черт. 13) 3 или 4 полосы желѣза шириной $1\frac{1}{2}$ — $2''$, толщиною $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}''$ и длиною до $12''$. Въ полосахъ этихъ дѣлается по 2 или 3 дыры для гвоздей, которыми башмакъ укрѣпляется на сваѣ. Для того чтобы свая могла лучше передавать получаемые ею удары башмаку, конецъ заостренія спиливаютъ нормально къ оси, причемъ площадь соприкасанія сваи съ основаниемъ пирамиды башмака доводятъ до 4—9 квадр. дюймовъ. Второго вида башмаки свариваются изъ двухъ полосъ желѣза (черт. 14) безъ употребленія выкованной массивной пирамиды. Башмаки первого вида, смотря по ихъ размѣрамъ, вѣсять отъ 10 до 30 фунтовъ, башмаки второго типа значительно легче, но зато и менѣе прочны и легче срываются со сваи.

Чугунные башмаки дѣлаются коническіе (черт. 15 и 16) и укрѣпляются на сваѣ помощью заершенного гвоздя, втапливаемаго въ башмакъ при его изготошеніи. Показанный на черт. 16 башмакъ состоитъ изъ двухъ частей — собственно башмака и желѣзного кольца, надѣваемаго на сваю въ нагрѣтомъ состояніи. Такое кольцо, охлаждаясь, сжимаетъ конецъ сваи и тѣмъ увеличиваетъ его прочность. Вѣсъ чугунныхъ башмаковъ, смотря по ихъ размѣрамъ, $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ пуда, благодаря чему, несмотря на сравнительную дешевизну чугунныхъ отливокъ, стоимость чугунныхъ башмаковъ почти одинакова со стоимостью желѣзныхъ. Если же къ этому прибавить хрупкость чугуна, легкость излома закраинъ башмаковъ, сдѣланныхъ по черт. 15, необходимость заказывать ихъ на заводѣ, тогда какъ желѣзные башмаки можетъ выковать всякий мало-мальски сносный кузнецъ, то станетъ понятнымъ предпочтительное употребленіе башмаковъ желѣзныхъ.

Нѣкоторые строители слѣдующими доводами доказываютъ безполезность употребленія башмаковъ: башмаки могутъ сослужить свою службу въ томъ только случаѣ, когда свая наталкивается въ земль на такое препятствіе, которое можетъ разрушить деревянное заостреніе сваи, но не настолько прочно, чтобы не уступить давленію башмака; въ противномъ случаѣ первымъ пострадаетъ башмакъ: онъ или съѣдетъ въ сторону, оторвется отъ сваи или сломается, на что и указываетъ ежедневный опытъ. Если же, при такомъ взглядѣ на значеніе башмаковъ, принять во вниманіе ихъ сравнительную дороживизну, то станетъ вполнѣ понятнымъ, почему нѣкоторые строители считаютъ употребленіе башмаковъ не только безполезнымъ, но и вреднымъ, такъ какъ оно вызываетъ непроизводительный расходъ на ихъ пріобрѣтеніе. Однако, едвали правильно считать башмаки совершенно безполезными: они въ значительной степени предохраняютъ низъ сваи отъ размочаливанія, особенно башмаки сплошные, каковы чугунные (черт. 16). Были примѣры употребленія исключительно съ этою цѣлью башмаковъ, сдѣланныхъ изъ листового желѣза, и они дали вполнѣ удовлетворительные результаты. Болѣе правильнымъ решеніемъ вопроса объ употребленіи башмаковъ должно бы быть такое: начинать бить сваи безъ башмаковъ, во избѣженіе напрасныхъ, можетъ быть, издержекъ, и только убѣдившись непосредственнымъ опытомъ, что въ данный грунтъ сваи безъ башмаковъ идти не могутъ (сильно мочалятся, колются), перейти къ бойкѣ свай съ башмаками.

Верхній конецъ сваи срѣзается плоскостью, перпендикулярною къ оси сваи, съ тѣмъ чтобы удары бабы были болѣе центральными, не имѣли бы стремленія отклонять сваю въ сторону.

Вслѣдствіе частыхъ ударовъ бабы по головѣ сваи, т. е. по верхнему ея концу, конецъ этотъ начинаетъ постепенно расщепляться и измочаливаться. Для того чтобы отъ такого расщепленія свая не могла совершенно расколоться, на нее надѣваютъ желѣзное кольцо—*бугель*. Бугель (черт. 17) сваривается изъ возможно мягкаго полосового желѣза, толщиною $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ дм. и шириной $1\frac{1}{2}$ —3 дм. Заграницею употребляютъ болѣе тяжелые бугеля: толщиною 1—2 дм. и шириной $2\frac{1}{2}$ —5 дм. Вообще, размѣры бугеля должны зависѣть отъ вѣса

бабы, высоты ея подъема, размѣра свай и плотности грунта. Для того чтобы бугель могъ исполнять свое назначение—защищать голову сваи отъ измочаливания—онъ долженъ сильно сжимать волокна дерева. Достигнуто это можетъ быть различными способами; насаживаниемъ бугелей въ нагрѣтомъ состояніи, небольшимъ (съ уклономъ въ $\frac{1}{20}$) заостреніемъ головы сваи или такою же коничностью самаго бугеля. Изготовленіе бугелей цилиндрическихъ удобнѣе и дешевле, а потому круглое заостреніе головы сваи употребляется по преимуществу. Для того чтобы бугель былъ прочнѣе, его слѣдуетъ сваривать не въ притыкъ, а въ нахлестку (черт. 17). Одинъ бугель служить при забивкѣ около пятидесяти свай. Чтобы не было остановки въ работѣ, при одномъ копрѣ надо имѣть до 10 бугелей, неодинаковой величины, ради удобства пригонки ихъ къ сваямъ.

Не смотря на бугель, голова сваи все же измочаливается, на ней образуется слой измятыхъ волоконъ древесины, который поглощаетъ часть работы бабы, и свая начинаетъ идти хуже. Во избѣженіе подобной потери въ работѣ измочалившуюся часть надо время отъ времени спиливать *) и бугель осаживать.

Сваи сплошныхъ рядовъ, какъ сказано выше, дѣлаются изъ бревенъ, пластинъ или брусьевъ, отесанныхъ на 2—4 канта. Такія сваи, такъ же какъ и отдѣльные, снабжаются бугелями, головы ихъ срѣзываются плоскостями нормальными къ оси, нижніе концы заостряются и укрѣпляются башмаками.

При забивкѣ сплошного ряда изъ круглыхъ свай, заостреніе и башмаки дѣлаются или такие же, какъ и при отдѣльно забиваемыхъ сваяхъ, или же такие, какіе употребляются при сваяхъ изъ брусьевъ. Заостреніе свай сплошного ряда изъ брусьевъ, отесанныхъ на 4 или на 2 канта, дѣляется всего двумя только наклонными плоскостями, т. е. нижнему концу такой сваи придается форма клина.

При забивкѣ сплошного ряда имѣется въ виду образованіе сплош-

*) О величинѣ потери работы можно судить по такому примѣру: были забиты двѣ сваи на одинаковую глубину; у одной измочалившаяся часть спиливалась, у другой нѣтъ; первая была забита 5228, а вторая — 9923 ударами бабы парового копра.

то, проводимой, непроницаемой стыни, а для этого необходимо, чтобы рядом стоящая свая возможно плотнее прилегала одна к другой.

Последнее достигается, съ одной стороны, ~~стяжанием~~ заострением струной — некоторыми особенностями въ проекции стапей башни.

Скапливаніе заострения сваи происходит двояко: 1) разбужное ребро сваи дѣлается горизонтальнымъ, а съ одною бокка сваи съдается наклонъ, такъ показано на черт. 18, для свай отъведенныхъ подъ 45° и на 22 иката; 2) разбужное ребро дѣлается наклоннѣе, а съ обеихъ сваи ограничиваются вертикальными плоскостями, какъ показано на черт. 19. Благодаря такому заострению, при постѣдвателльной забивкѣ свай по направлению отъ *A* къ *B* (черт. 20), нижнее концы ихъ подъ вѣляють горизонтальной составляющей сопротивления земли, должны надавливаться на ранее забитыя сваи по направлению отъ *B* къ *A**).

Длина заострения *III*₁ (черт. 18 и 19) дѣлается, какъ и при забивкѣ отъдельныхъ свай, равнью $1\frac{1}{2}$ —33 толщинамъ сваи. Косина заострения (*III*₂) (черт. 18) или *β* (черт. 19) дѣлается въ 10° — 30° .

Объясняется, почему сплошные ряды, будутъ сажены ниже.

Шпунтовые сваи служатъ для образования водонепроницаемыхъ стыковъ, чьего достигается особою обтеккою свай и возможностъю забивки ихъ забивкою. Толщина такихъ стыковъ зависитъ отъ того, насколько они въ глубине забиваются въ землю, какова плотность грунта и будутъ ли сваи подвержены боковому давленію. Въ случаѣ надобности иметь толстые стыки, сваи дѣлаются изъ брусьевъ въ 4—6 вершковъ въ стороны; если же стыки могутъ быть тонкіе, то сваи приготавливаются изъ досокъ, толщиною въ $1\frac{1}{2}$ —33 верш.

Въ вопросѣ о непроницаемости шпунтовыхъ стыковъ играетъ весьма важную роль форма гребня. Но чѣр. 21 показаны квадратный и треугольный гребни для брусьевъ, на чѣр. 22 — треугольный гребень для досокъ. Изъ чѣрт. 23 видно, что квадратный гребень

*). Первая забиваемая сваи *A* имѣть или прямое, нескошенное заостреніе, другое — плоскостями, или четырехграннымъ.

имѣть преимущество предъ всѣми другими видами гребней, такъ какъ при его употреблениі, въ случаѣ недостаточно плотной забивки свай, шовъ между ними долѣе остается закрытымъ, тогда какъ при треугольномъ гребнѣ малѣйшая неплотность забивки сопровождается образованіемъ сквозной щели между сваями. Были попытки дѣлать гребни въ формѣ ласточкина хвоста, но это оказалось непригоднымъ, такъ какъ при неправильномъ ходѣ свай гребни весьма легко откальвались. Съ цѣлью экономіи въ лѣсѣ шпунтовыя сваи дѣлаются иногда съ прибивными гребнями (черт. 24). Стороны квадратнаго очертанія гребня дѣлаются равными приблизительно одной трети толщины сваи. Треугольный гребень на брусьяхъ дѣляется равнобедренный, причемъ сторона треугольника равняется приблизительно половинѣ толщины сваи; вершина гребня, какъ болѣе слабая часть, иногда притупляется. Гребень шпунтовыхъ досокъ имѣть видъ равнобедренного прямоугольнаго треугольника, основаніе котораго равно толщинѣ доски, а высота—половинѣ толщины.

Нѣкоторые строители считаютъ безполезнымъ употреблять шпунтовые брусья, такъ какъ при тщательной работѣ брусья, отесанные на два или четыре канта, могутъ образовать достаточно плотную стѣнку; при работѣ же недостаточно тщательной и шпунтованными брусьями не можетъ быть достигнута конечная цѣль — непроницаемость стѣнки.

Заготовка шпунтовыхъ свай, отесанныхъ на 4 канта, производится такимъ образомъ: обтесываютъ бревно на три канта, слѣдя за тѣмъ, чтобы всѣ сваи имѣли одинаковую толщину (ширина же ихъ, въ зависимости отъ толщины бревенъ, можетъ быть неодинаковая); затѣмъ на четвертой грани съ обѣихъ сторонъ вынимаются прямая четверти, глубиною въ $\frac{1}{3}$ толщины, послѣ чего на брусье остается гребень, который нужно только выровнять; на противоположной сторонѣ бруса выбираютъ пазъ, или шпунтъ. Для того чтобы ширина и высота гребней и шпунтовъ всѣхъ свай была одинакова, необходимо предварительно заготовить нѣсколько скобокъ, или шаблоновъ, вывѣрить ихъ между собою и раздать плотникамъ. Для проверки правильности обтески свай вставляютъ соотвѣтственный шаб-

жать въ таль и надѣвать на гребень и проводить имъ вдоль всѣй сваи. Однако, одною такою провѣркою размѣровъ гребней и пазовъ не довольствуются и, при желаніи исполнить работу болѣе тщательно, прибегаютъ къ приложенію свай другъ къ другу. Для этого на выровненныхъ подкладкахъ кладутъ одну сваю гребнемъ къ верху, на эту сваю накладываютъ другую такимъ образомъ, чтобы ея пазъ сѣть на гребень первой сваи. Послѣ этого вторую сваю начинаютъ дѣлать по направлению ея длины то въ одну, то въ другую сто-
роны; если при этомъ свая движется плавно, не заидя одна другой, между сваями одинаковъ по своей длины, то такая пазара признается удовлетворительной, и на сваяхъ дѣлать соотвѣт-
ственныя помѣтки. Послѣ того первую сваю откладываютъ въ спло-
шную, на вторую насыпаютъ третью, проверяютъ прямилѣтность при-
ложенія, дѣлать помѣтку и т. д. Былбы оказалось, что такая пазара свай признана не хорошо, — дѣлать соотвѣтственное исправле-
ніе. При дальнѣйшей работе сваи забиваются въ промъ скамьи по-
разъ въ конецъ сѣть приложеніемъ, для чего и должны служить дѣ-
ланные изъ шихтъ помѣтки. Для большей прямилѣтности приложеніи шу-
тковыхъ свай, вслѣду гребней и пазовъ при врученныхъ работахъ
производятъ различный способъ. Особенно сѣть гребенчато-
го машинально засыпку шутиловыхъ досокъ.

Въ Америкѣ толстые шутиловые сваи приготовляются пиль-
цовъ, положивши въ три слоя и сбивши между собою цвѣдами
изъ деревянныхъ палокъ. Гребень и пазъ образуются соотвѣт-
ственными расположениями срезовъ досокъ относительно крайнихъ, какъ показано на черт. 25.

Верхний конецъ шутиловыхъ досокъ и сваи обвязываются ши-
стами, перешедшими къ оси сваи. Нижний конецъ заостри-
ваются приподнято (черт. 26) или, лучше, со скошеніемъ, что получаетъ шипу,
какую сваи сплошныхъ рядовъ (черт. № 19); только, благодаря

существованию гребня и паза, наружный видъ такого заостренія будетъ немного иной (черт. 27, 28). На возможность достиженія непроницаемости ряда, кромѣ скашиванія концовъ свай, вліяетъ и направление забивки. Какъ увидимъ ниже, сваи необходимо забивать въ такомъ порядкѣ, чтобы вновь забиваемая свая была обращена пазомъ въ сторону ранѣе забитой, а слѣдовательно, сваи должны быть склонены такимъ образомъ, какъ показано на черт. 27 или 28, и ни въ какомъ случаѣ не такъ, какъ представлено на черт. 29, потому что при этомъ вновь забиваемая свая могла бы удаляться отъ ранѣе забитой.

Заостреніе шпунтовыхъ свай должно производиться особенно тщательно, такъ какъ всѣ неправильности его сильно отражаются на качествѣ шпунтовой стѣнки. Длина заостренія дѣлается равной $1\frac{1}{2}$ — 3 толщинамъ сваи (толщинаю шпунтовыхъ свай называется измѣреніе, перпендикулярное длине шпунтоваго ряда). Ребро заостренія вообще должно проходить черезъ средины паза и гребня.

Хотя работа по заостренію шпунтовыхъ свай относится къ заготовкѣ ихъ, но ее не слѣдуетъ дѣлать заблаговременно, а лучше оставлять до самаго употребленія свай въ дѣло. Дѣйствительно, смотря по ходу забивки предыдущихъ свай, приходится заостреніе послѣдующихъ дѣлать немного иначе, напр. ближе къ тому или другому боку, увеличивать скашиваніе и т. п. (черт. 30).

Заостренныя шпунтовыя сваи укрѣпляются башмаками обыкновенно выкованными изъ полосового или котельнаго желѣза по типамъ, показаннымъ на черт. 31. Всѣ башмаковъ бываетъ 7 — 12 фунтовъ. Однако, при забивкѣ толстыхъ шпунтовыхъ свай, при болѣе или менѣе твердомъ грунтѣ, предпочтительнѣе пользоваться башмаками, состоящими изъ массивнаго рѣжущаго ребра и приваренныхъ къ нему лапъ. По отзывамъ строителей, башмаки для шпунтовыхъ свай болѣе необходимы, чѣмъ для круглыхъ. Во всякомъ случаѣ польза башмаковъ находится въ полной зависимости отъ правильности соотношенія между всомъ ихъ и сопротивленіемъ грунта.

Головы свай срѣзаются плоскостью, перпендикулярною къ длине ихъ, и снабжаются бугелями, всомъ отъ 6 — 10 фунтовъ на одиночную сваю. Всѣ бугелей должно также сообразовать съ плот-

ностью грунта, а именно при болѣе плотныхъ грунтахъ бугеля дѣлать потяжелѣе.

Съ цѣлью достиженія большей водонепроницаемости шпунтоваго ряда, уменьшаютъ число отдельно забиваемыхъ свай путемъ сплачиванія ихъ въ пары. Такое сплачиваніе производится помошью насадки общаго башмака и бугеля на двѣ сваи, какъ показано на черт. 32. При забивкѣ такихъ парныхъ свай число швовъ, могущихъ дать щели въ шпунтовой стѣнкѣ, очевидно, уменьшается вдвое.

Въ заключеніе остается сказать нѣсколько словъ о наращиваніи деревянныхъ свай. Наращиваніе приходится дѣлать въ тѣхъ случаяхъ, когда оказывается надобность нѣсколько свай забить на большую глубину, чѣмъ длина имѣющихся свай, а также и тогда, когда, при большой глубинѣ забивки, нужно имѣть надъ поверхностью земли длинный свободный конецъ сваи, напр. въ быкахъ деревянныхъ мостовъ. Наращиваніе дѣлается различными способами, показанными на черт. 33 — 35, а именно: врѣзкою одной сваи въ другую, помошью заершенного гвоздя, особаго чугуннаго наголовка и т. п. Однако, наращенная свая никогда не можетъ замѣнить цѣлой, а потому наращиванія слѣдуетъ, по возможности, избѣгать, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда сваи могутъ подвергаться изгибающимъ усилиямъ.

Металлическія забивныя сваи. Съ развитиемъ желѣзодѣлательной промышленности вошли въ употребленіе желѣзныя и стальныя отдельныя сваи. Преимущество желѣзныхъ свай предъ деревянными заключается въ слѣдующемъ: произвольность размѣровъ свай, какъ въ отношеніи длины такъ и діаметра; произвольность сѣченія и расположенія материала въ сѣченіи, допускающая возможность значительно увеличивать моментъ инерціи сѣченія безъ излишней затраты материала; возможность работать болѣе сильными ударами бабы; возможность употребленія свай въ сухихъ грунтахъ и въ предѣлахъ колебанія горизонта воды, т. е. въ тѣхъ случаяхъ, когда сваи деревянныя весьма быстро сгниваютъ; возможность употребленія въ моряхъ, гдѣ деревянныя сваи подвергаются порчу червемъ, и т. д. Первоначально желѣзныя сваи дѣлались сплошныя, круглыя, діам.

10—15 см. съ коническимъ заостреніемъ длиною 15—25 см. Вѣсъ такихъ свай колебался въ предѣляхъ 60—140 kg. на погонный метръ. Теперь пользуются сваями, склепанными изъ четырехъ квадрантовъ (черт. 36). Для усиленія этого сѣченія служать продольные прокладки *aa*, располагаемыя между полочками (черт. 37). Были случаи употребленія свай, составленныхъ изъ 3 полосъ, но онѣ оказываются менѣе удобными, при сравнительно небольшой экономіи въ материалѣ. Наименьшій діаметръ желѣзныхъ свай 15 см., употребляются же сваи діаметромъ въ 30, 50 и даже 60 см. Ширина полочекъ опредѣляется удобствами склепки и, во всякомъ случаѣ, не должна быть меньше 5 см. по наружному измѣренію. Толщина стѣнокъ 6—15 см. Вѣсъ такихъ свай бываетъ отъ 40 kg. на погонный метръ. Желѣзныя сваи склеиваются заклепками, обыкновенно, съ шаровыми головками, черезъ каждые 10—20 ст., причемъ заклепки въ смежныхъ швахъ идутъ въ перевязку (черт. 38). Нижняя часть сваи снабжается стальнымъ или чугуннымъ, сплошнымъ или полымъ башмакомъ (черт. 39). Башмаки соединяются со сваями помощью сквозныхъ болтовъ.

Забивка желѣзныхъ свай діаметромъ 45—60 см. представляетъ большія затрудненія, такъ какъ сваи должны при этомъ вытѣснять много земли, а потому сваи большихъ діаметровъ дѣлаютъ трубчатыя, съ кольцевыми башмаками (черт. 40). При забивкѣ такой сваи во внутрь ея попадаетъ грунтъ, который и можетъ быть постепенно выбирамъ. По окончаніи погруженія трубчатыхъ свай, ихъ заполняютъ бетономъ.

Кромѣ описанныхъ типовъ свай были случаи употребленія и другихъ. Такъ, напр., на одномъ мосту Владикавказской ж. д. забиты сваи, составленныя изъ четырехъ уголковъ и одного листа (черт. 41). Сваи эти были снабжены чугунными коническими башмаками.

Опыты показываютъ, что если забивать желѣзныя сваи ударами бабы достаточно сильными, то иногда отрываются головки у заклепокъ, ближайшихъ къ головѣ сваи. Это можетъ быть объяснено стремлениемъ къ продольному изгибу отдѣльныхъ частей сваи, который и долженъ сопровождаться раскрытиемъ швовъ, а слѣдова-

тельно, и отрывомъ головокъ заклепокъ. Иногда, во избѣжаніе подобной потери заклепокъ, до полной забивки сваи голову ея не склеиваютъ, а соединяютъ временно болтами.

Для того, чтобы самыи процессъ забивки не вліялъ на прочность сваи, вѣсъ ~~сваи~~^{бабу} и высоту паденія разсчитываютъ такимъ образомъ, чтобы напряженіе материала сваи не превосходило извѣстной величины.

Желѣзо употребляется почти исключительно для отдѣльныхъ свай, для свай-же шпунтовыхъ оно не употреблялось *). Въ концѣ 80-хъ годовъ была взята привилегія на приспособленія для забивки шпунтовыхъ стѣнокъ изъ волнистаго желѣза. Въ послѣднее время такія стѣнки стали погружать при помощи струи воды. Примѣненіе волнистаго желѣза для образованія шпунтовыхъ стѣнокъ крайне желательно, такъ какъ отъ нихъ можно ожидать дѣйствительно полной водонепроницаемости. ^{??. это же вопрос}

Винтовыя сваи изобрѣтены инж. Митчелемъ въ 1838 году. Этимъ изобрѣтеніемъ Митчель имѣлъ въ виду облегчить погруженіе въ землю отдѣльныхъ свай.

Въ настоящее время винтовыми слоями пользуются или только какъ средствомъ погруженія или какъ средствомъ увеличенія плошади передачи давленія отъ сваи грунту. Въ послѣднемъ случаѣ діаметръ винта доходитъ до сажени.

Первоначально винтовыя сваи состояли изъ деревяннаго стержня и чугуннаго винтоваго наконечника, или башмака. Однако, кругъ примѣненія такихъ свай былъ ограниченъ, такъ какъ въ плотнослежавшихся грунтахъ сопротивленіе свай прониканію въ землю было больше сопротивленія деревянныхъ стержней скручиванію, почему послѣдніе трескались.

Въ настоящее время стержни винтовыхъ свай дѣлаются исключительно желѣзные или чугунные, наконечники-же—чугунные или стальные.

Стержни бываютъ сплошные или трубчатые; діаметръ сплошныхъ стержней дѣлается $4-7''$, а трубчатыхъ — до $12''$; толщина стѣн-

*) Были попытки употребленія шпунтовыхъ сваи изъ чугуна, но, ввиду его хрупкости, такія сваи оказались непрактичными.

нокъ трубчатыхъ стержней $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ "; длина отдельныхъ звеньевъ стержня $1\frac{1}{2}$ — 3 саж. Стержни чугунные наращиваются при помощи раструбовъ, а желѣзные при помощи муфтъ.

Формы винтовыхъ наконечниковъ весьма разнообразны и въ настоящее время трудно еще съ достовѣрностью сказать, которая изъ нихъ наиболѣе цѣлесообразны для того или иного рода грунта. Обыкновенно для болѣе плотныхъ грунтовъ употребляютъ наконечники съ большимъ числомъ оборотовъ винта и съ постепенно расширяющимися лопастями (черт. 42), для болѣе же мягкихъ грунтовъ — наконечники съ одною большою лопастью въ одинъ ходъ винта (черт. 43).

Кромѣ этихъ двухъ главнѣйшихъ типовъ рекомендуютъ наконечники съ двумя винтовыми лопастями: или одна надъ другою (черт. 44), причемъ каждая лопасть дѣлаетъ одинъ оборотъ; или съ двумя равными лопастями на одной высотѣ, причемъ каждая изъ нихъ дѣлаетъ поль-оборота (черт. 45). Послѣдній типъ, какъ показалъ опытъ, хорошо идетъ въ плотныхъ грунтахъ.

Въ слабыхъ грунтахъ величиною горизонтальной проекціи лопасти опредѣляется площадь передачи давленія отъ сваи грунту.

Съ цѣлью облегченія погруженія винтовыхъ свай, иногда пользуются водою, какъ средствомъ уменьшенія тренія ихъ о грунтъ. Въ такихъ случаяхъ пользуются трубчатыми стержнями; въ стѣнкахъ винтовыхъ наконечниковъ дѣлаются небольшія отверстія подъ лопастями, черезъ которые и можетъ выходить вода, нагнетаемая во внутреннюю полость сваи.

Для ближайшаго ознакомленія съ формами и конструкціею винтовыхъ наконечниковъ и способами сопряженія ихъ со стержнемъ могутъ служить чертежи 46—50.

На черт. 46 и 47 показаны детали винтовыхъ свай, употреблявшихся инж. С. Grange при постройкѣ моста Vouneuil-sur-Vienne; грунтъ, проходимый сваями, былъ средней плотности.

На черт. 48 показанъ наконечникъ свай, употреблявшихся инженеромъ Paul Lévy при постройкѣ вiadука Gaïra (Vénézuela); грунтъ, проходимый сваями, былъ песчаный.

На чертежѣ 49 показанъ наконечникъ свай, употреблявшихся

Compagnie des établissements Eiffel во французской Компании. Наименовать этот оказался вполне присоединимъ какъ для грунтовъ средней, такъ и большой твердости.

На черт. 50 показанъ винтовой наконечникъ системы М. Самиат, состоящий изъ котельного и уловаго желѣза и предназначенный для деревянныхъ свай, погружающихся въ болѣе или менѣе легко проникаемый грунтъ.

Для свай съ трубчатыми стержнями большаго диаметра предпочтительны колыцевые наконечники, которые также могутъ быть чугунные, стальные или желѣзные (черт. 51), составленные изъ листа и уголковъ.

Благодаря трубчатымъ стержнямъ, земля, вытѣсненная сваями, можетъ быть удалена, что отыкается на быстрой погружениіи свай. Съ целью облегченія удаления земли изъ внутренности стержня, была предложена особая конструкція наконечника съ двумя винтовыми лопастями—наружной и внутренней (черт. 52).

Стержни свай съ колыцевидными наконечниками дѣлаются диаметромъ 18—24 дм. и болѣе.

Въ заключеніе считаемъ не лишнимъ указать еще на одинъ типъ металлическихъ свай, только недавно начавшихъ входить въ употребленіе и известныхъ подъ названіемъ «рѣшѣкъ à ratins». Эти сваи предполагаются главнымъ образомъ для образования рѣчныхъ мостовыхъ балокъ, опирающихся на скалу. Сваи эти представляютъ собою или сплошной желѣзный стержень, толщиной около 12 сант., съ коническимъ уширениемъ на нижнемъ концѣ, или пустотелый, склеенный изъ четырехъ полосъ (черт. 36—37) и снабженный внизу чугуннымъ башмакомъ. Нижний конецъ такой сваи устанавливается въ высверленное въ скаль отверстіе, глубиною не болѣе 1 метр. и заливается тамъ бетономъ. Иногда такая свая въ подводной ея части окружается желѣзнымъ кожухомъ, заполненнымъ тоже бетономъ. На черт. 53 показана такая свая (système Thomas et Foucart).

Сборник
изобретений
и открытий
в области
техники
и промышленности
и изобретений
и открытий
в области
техники
и промышленности

✓ Приспособленія для погруженія свай въ землю и дѣйствіе ими.

Какъ объяснено выше, погруженіе свай въ грунтъ производится, главнымъ образомъ, двумя способами: забивкою и завинчиваніемъ. Погруженіе свай посредствомъ струи воды, размывающей грунтъ у острія (способъ Glean'a), какъ увидимъ ниже, можетъ считаться лишь вспомогательнымъ пріемомъ при забивкѣ свай. Поэтому остановимся прежде всего на разсмотрѣніи указанныхъ главныхъ способовъ.

Забивка свай можетъ быть производима: а) ручными бабами и б) копрами: ручными, машинными, паровыми, пороховыми.

Завинчиваніе свай производится особыми механизмами.

Рассмотримъ всѣ эти приспособленія въ отдельности.

✓ **Ручные бабы.** Для забивки очень легкихъ свай или кольевъ на незначительную глубину употребляются желѣзные молоты (кувалды) или деревянныя колотушки, вѣсомъ до 1 пуда, поднимаемыя однимъ человѣкомъ.

Если свая имѣеть длину около 2—3 саж., толщину 4—5 верш. и должна быть забита на малую глубину въ грунтъ средней плотности, то забивка обыкновенно производится *ручною бабою*. Этимъ способомъ, напр., забиваются сваи для подмостей, временныхъ мостиcovъ, настиловъ и т. п. Ручная баба (черт. 54) имѣеть видъ трамбовки и вѣсить отъ 4 до 6 пудовъ. Ей придается круглое, шестиугольное или квадратное сѣченіе, нѣсколько съуживающееся по направлению къ верху, для пониженія центра тяжести бабы. Баба дѣлается изъ крѣпкаго и сухого куска сосны или, если желаютъ

придать ей особую прочность и вѣсъ,—изъ дубового кряжа, длиною до 0,7 саж. и толщиною 0,15—0,20 саж. Вследствіе ударовъ о голову сваи нижній конецъ бабы могъ бы колоться и мочалиться, въ предупрежденіе чего, а также для увеличенія вѣса бабы, на низъ ея надѣваются съ узкаго конца 1—2 желѣзныхъ бугеля въ нагрѣтомъ состояніи, которые по охлажденіи сильно сжимаютъ бабу. Такой же бугель надѣвается и на узкій конецъ бабы. Бугеля никогда не прибиваются къ бабѣ гвоздями, такъ какъ гвозди при усушкѣ дерева и дѣйствіи бабою расшатываются и не приносятъ пользы. Нижній бугель не доводятъ до края бабы, для того чтобы: 1) оставить мѣсто для осадки бугеля, происходящей послѣ усушки дерева, и 2) иметь возможность срѣзать впослѣдствіи нижній измочалившійся слой бабы. Иногда, для приданія бабѣ большаго вѣса, просверливаютъ ее вдоль, по направленію оси, и помощьюъ желѣзного болта и гайки привинчиваютъ къ ней чугунный поддонъ (черт. 55). Для подниманія и дѣйствія бабою къ ней придѣзываютъ 4—6 длинныхъ вертикальныхъ ручекъ, за каждую изъ которыхъ берется одинъ рабочій; число ручекъ назначается сообразно вѣсу бабы съ разсчетомъ на каждого рабочаго около пуда поднимаемаго груза. Ручные бабы иногда дѣлаются съ горизонтальными короткими поперечными ручками, но вертикальныя ручки имѣютъ то большое преимущество, что позволяютъ рабочимъ, стоя на постоянной помостѣ, не слишкомъ нагибаться при опусканіи бабы и погруженіи сваи. Высота подъема ручной бабы надъ сваею—около 0,4—0,5 саж.

Забивка свай ручной бабою производится обыкновенно съ помоста, насланного на козлы, поставленные съ обѣихъ сторонъ мѣста, где желаютъ забить сваю. Свая, установленная на землю, зажимается между досками помоста и сначала легкими, а затѣмъ все болѣе и болѣе усиливающимися ударами загоняется въ грунтъ. Иногда устраиваютъ помостъ, какъ показано на черт. 56, для того чтобы погружению сваи способствовалъ вѣсъ самихъ рабочихъ; однако, при этомъ способѣ свая легко можетъ отклоняться въ сторону. Съ цѣлью направленія ударовъ бабы по оси сваи, въ бабѣ иногда просверливается отверстіе во всю ея длину, а въ сваю ввинчивается

желѣзный стержень, толщиною около 1 дм. и длиною фута на 3 болѣе длины бабы, на который и надѣваютъ бабу. Благодаря этому приспособленію, баба не можетъ соскользнуть со сваи и ушибить рабочихъ. Впрочемъ, эта предосторожность для опытныхъ рабочихъ совершенно излишня и даже не выгодна, такъ какъ треніе бабы о стержень уменьшаетъ силу удара; поэтому подобное приспособленіе можетъ быть рекомендовано лишь на первое время, пока рабочіе не пріобрѣтутъ надлежащей сноровки.

Забивка свай ручною бабою, вообще, мало экономична, вслѣдствіе небольшого вѣса бабы, значительная часть силы удара которой тратится на преодолѣніе безполезныхъ сопротивленій: смятія волоконъ, упругости сваи и почвы и пр. Чѣмъ сильнѣе ударъ, т. е. чѣмъ тяжелѣе баба и больше высота ея паденія, тѣмъ меньшая часть силы удара поглощается этими сопротивленіями и тѣмъ большая часть производить полезную работу—погруженіе сваи. Вотъ почему дневной урокъ для забивки ручною бабою очень незначителенъ, а именно: четыре рабочихъ и одинъ плотникъ, полагаемые у ручной бабы, могутъ въ день забить не болѣе какъ отъ 5 до 10 пог. саж. свай небольшаго размѣра, смотря по плотности грунта. Поэтому забивка свай ручною бабою допускается только въ мягкихъ грунтахъ и при томъ тамъ, гдѣ отъ отдѣльныхъ свай не требуютъ особой устойчивости, или же для свай, имѣющихъ временное назначеніе; во всѣхъ же болѣе важныхъ случаяхъ употребляются копры.

✓ **Копры.** Копромъ называется механизмъ, служащий для забивки свай въ грунтъ при посредствѣ повторяющихся ударовъ тяжелою бабою. Коперь состоитъ изъ: 1) остова, или станка, на которомъ подвѣшивается и движется баба, и 2) оснастки, къ которой относится баба и всѣ приспособленія для дѣйствія ею и для подъема и установки сваи. Смотря по роду этихъ приспособленій, копры, вообще, раздѣляются на: 1) *ручные*, въ которыхъ баба поднимается силою людей непосредственно, и 2) *машинные*, въ которыхъ поднятіе производится при посредствѣ особыхъ механизмовъ. Первые дѣлаются исключительно съ деревяннымъ оствомъ, вторые же—или съ деревяннымъ, или съ желѣзнымъ. Въ зависимости отъ высоты,

на какую баба можетъ быть поднята, копры бывають 2-хъ, 3-хъ 4-хъ и болѣе саженные. Высота эта считается отъ основанія копра до его вершины.

Остовы копровъ встрѣчаются весьма разнообразныхъ конструкцій, въ зависимости отъ условій, при которыхъ приходится ими работать; наиболѣе употребительными являются типы копровъ, представленные на чертежахъ 57—60.

Остовъ копра, какъ ручного такъ и машиннаго, состоить изъ двухъ рамъ: вертикальной и горизонтальной, или основы. Вертикальную раму составляютъ одна *) или двѣ т. наз. стрѣлы, или ноги копра *AB*, служащія направляющими при движеніи бабы, и два подкоса *CD*, удерживающіе стрѣлы въ положеніи перпендикулярномъ къ нижнему горизонтальному брусу *DD*. Если коперъ имѣеть двѣ стрѣлы, то ихъ покрываютъ сверху насадкою *AA*, называемою головою копра, или верхнею подушкою. Горизонтальная рама состоить изъ продольнаго бруса *DD* (черт. 57 и 58), несущаго на себѣ вертикальную раму, и изъ одного или двухъ поперечныхъ брусьевъ *BE* (хвостъ), перпендикулярныхъ къ первому и связанныхъ съ нимъ еще двумя подкосами или распорками *ED*. Горизонтальная рамы имѣютъ часто и другой видъ, напр., трапеціи (черт. 59 и 60). Перпендикулярность вертикальной рамы къ горизонтальной поддерживается однимъ или двумя наклонными брусьями *GF*, которые обыкновенно служатъ и для влѣзанія на коперъ, для чего снабжаются перекладинами. Иногда лѣстницами служатъ боковые подкосы вертикальной рамы, какъ напр. въ копрахъ, представленныхъ на черт. 60, 62 и 64. При большой высотѣ остова, для достиженія большей жесткости, располагаютъ между стрѣлами, подкосами и брусьями нижней рамы рядъ распорокъ, какъ показано на черт. 59.

Въ типѣ копра, черт. 61, стрѣлы вынесены впереди подушки *DD* и не упираются въ нее, а прикреплены къ поперечнымъ брусьямъ горизонтальной рамы, благодаря чему стрѣлы могутъ быть продолжены и ниже этой рамы, причемъ является возможность: 1) заби-

*) Въ ручныхъ копрахъ съ легкою бабою.

вать безъ подбака сваи, расположенные ниже плоскости, на которой стоит коперъ, и 2) употреблять шкивъ бóльшаго диаметра (до $3\frac{1}{4}$ ф.), что, какъ увидимъ ниже, весьма полезно. Коперъ этот носить название копра Perronet.

Дальнѣйшее развитіе этого типа представляетъ коперъ, черт. 63, съ подвижными стрѣлами, устанавливаемыми и закрѣпляемыми на любой требуемой высотѣ. Оба описанные копра очень удобны, напр., для забивки свай на днѣ небольшого и неглубокаго котлована, окруженаго шпунтовымъ рядомъ, не позволяющимъ поставить коперъ на дно. Кроме упомянутыхъ типовъ, въ конструкціи копровъ встречаются еще другія разновидности. Такъ, на чертежѣ 62 представленъ коперъ безъ горизонтальной рамы, весьма легкій и удобный для передвиженія и забивки наклонныхъ свай. Вертикальная рама копра удерживается въ данномъ ей положеніи подкосомъ, соединеннымъ со стрѣлами желѣзнымъ болтомъ, а нижнимъ концомъ упирающимся въ землю, и двумя затяжками (вантами), прикрепленными къ головѣ копра и забитыми въ землю кольямъ. Недостатокъ этого копра—малая устойчивость. На чертежѣ 64 изображенъ коперъ, въ которомъ стрѣла укреплена въ вершинѣ треугольника, составляющаго основу, а не въ срединѣ подушки, какъ обыкновенно. Коперъ этотъ удобенъ для забивки свай въ углахъ, чemu въ другихъ копрахъ мѣшалъ бы горизонтальный брусъ. Существуютъ еще копры, вертикальная рама которыхъ состоитъ изъ двухъ паръ стрѣлъ, для движенія двухъ бабъ; такие копры употребляются для забивки парныхъ свай, напр. при устройствѣ подмостей. Остовы металлическихъ копровъ въ общемъ сходны съ деревянными, и обѣ нихъ будетъ упомянуто ниже.

Оснастку ручного копра составляютъ слѣдующіе предметы: 1) шкивъ съ болтомъ, или прикрепленное на верху копра колесо, черезъ которое перекидывается канатъ, поднимающій бабу; 2) блокъ, привязанный къ головѣ копра и служащій для подъема сваи; 3) баба—деревянная или чугунная, которою производится забивка; 4) лопарный канатъ, однимъ концомъ привязанный къ ушку бабы, а другимъ перекинутый черезъ шкивъ и служащій для дѣйствія бабою; 5) кошки, или веревки, привязанныя къ свободному концу лопаря, за кото-

рыя берутся рабоче, действующие бабою; и б) такельный канатъ (танька), продѣваемый черезъ блокъ, подвѣшенный къ головѣ копра и служащій для подъема и установки сваи. Оснастка машинныхъ копровъ измѣняется сообразно съ механизмомъ, поднимающимъ бабу, и будетъ разсмотрѣна ниже.

Вспомогательными принадлежностями копра являются: 1) аншуги, или рычаги, служащіе для передвиженія копра съ одного мѣста на другое; 2) жѣлѣзный ломъ для подтагиванія сваи къ стрѣламъ посредствомъ штропа во время забивки, а также для поддержанія бабы при установкѣ сваи, для чего ломъ просовывается подъ бабою или ее пальцами въ особыя дыры, продѣланныя въ стрѣлахъ; 3) жѣлѣзные скобы, употребляемыя для прикрепленія копра къ подмостямъ; 4) хомутъ, или штропъ, дѣлаемый изъ старой веревки (такеля) и служащій для направленія сваи.

Познакомившись съ типами копровъ, номенклатурой и назначениемъ всѣхъ составныхъ частей копра, обратимся теперь къ болѣе подробному ознакомленію со всѣми этими предметами.

Не имѣя возможности дать подробное описание всѣхъ типовъ деревянныхъ копровъ, ввиду множества ихъ разновидностей, остановимся, для примѣра, на детальномъ описаніи устройства остова копра, представленного на черт. 57.

Для сдѣланія 4-хъ саженнаго копра о двухъ ногахъ, заготовляютъ изъ хорошаго, предпочтительно сосноваго лѣса девять бревенъ слѣдующихъ размѣровъ:

2	бревна	длиною	3	саж.,	толщиною	7	верш.
1	»	»	4	»	»	7	»
4	»	»	3	»	»	5	»
2	»	»	4	»	»	6	»

Обтесавъ эти бревна на четыре канта, начинаютъ составлять раму, или основу копра, для которой служатъ брусья, вытесанные изъ первыхъ двухъ бревенъ: одно назначается для подушки, другое для хвоста. Хвостъ соединяется съ подушкой помощью прямого шипа, нарубленного на одномъ его концѣ, которымъ онъ вставляется въ сквозное гнѣздо, выдолбленное по срединѣ подушки. Ширина шипа

дѣлается 2—3 верш. и вышина—до $1\frac{1}{2}$ верш. Соединеніе хвоста съ подушкою должно быть сдѣлано по наугольнику (подъ прямымъ угломъ). Чтобы дать большую связь этимъ двумъ основнымъ брусьямъ рамы, приводятъ ихъ въ треугольную систему помощью двухъ распорокъ, которыя врубаются въ подушку и хвостъ сковороднемъ въ полъ-дерева. На распорки берутъ изъ приготовленныхъ брусьевъ два, длиною 3 саж., толщиною 5 верш. Иногда въ ручныхъ высокихъ копрахъ дѣлаютъ раму четырехугольной, имѣя въ виду помѣстить на площади основы большее число рабочихъ и тѣмъ увеличить устойчивость копра, но это требуетъ болѣе лѣса, и, не прибавляя прочности, только увеличиваетъ грузъ копра, затрудняющій его перемѣщеніе. Стрѣлы, или ноги копра приготавляются изъ брусьевъ, вытесанныхъ изъ бревенъ, длиною 4 саж., толщиною 6 верш. На обоихъ концахъ этихъ брусьевъ нарубаются шипы, изъ которыхъ нижніе вставляются въ гнѣзда подушки, а на верхніе накладывается головка копра. Гнѣзда для шиповъ вынимаются на верхней грани подушки, по обѣимъ сторонамъ хвоста, въ разстояніи около 4 верш. отъ средины. Величина гнѣздъ въ планѣ составляетъ $2 \times 1\frac{1}{2}$ верш., глубина же ихъ—нѣсколько менѣе половины толщины подушки. При выдалбливаніи гнѣздъ слѣдуетъ остерегаться перерубить шипъ хвоста. Чтобы воспрепятствовать ногамъ копра имѣть боковую качку, ихъ укрѣпляютъ подкосами, приготавляемыми изъ брусьевъ, вытесанныхъ изъ 3-хъ саженныхъ 5-ти вершковыхъ бревенъ. Предварительно на наружныхъ боковыхъ граняхъ стрѣль копра выбираютъ косыя гнѣзда для укрѣпленія подкосовъ. Мѣста для гнѣздъ назначаются на разстояніи $\frac{2}{3}$ высоты стрѣль, считая отъ основанія копра. Подобныя же косыя гнѣзда дѣлаются и въ подушкѣ въ разстояніи до 8 верш. отъ ея оконечностей. Подкосы снабжаются соотвѣтственными шипами.

Задній подкосъ, или лѣстница приготавляется изъ бруса, вытесанного изъ 4-хъ саженного 7-ми вершковаго бревна. На нижнемъ концѣ этого подкоса нарубаютъ шипъ, соотвѣтствующій гнѣзду, выдолбленному въ хвостѣ на разстояніи $\frac{3}{4}$ — 1 арш. отъ конца. На нерхней части лѣстницы нарубаютъ шейку, которая проходитъ между ногами копра.

По изготовлениі всѣхъ частей копра приступаютъ къ его сборкѣ, производящеяся обыкновенно слѣдующимъ образомъ. Устанавливаютъ другъ противъ друга двѣ стелюки (козлы), черт. 65. Къ одной изъ нихъ прислоняютъ основу копра такъ, чтобы подушка лежала на землѣ, а конецъ хвоста — на стелюгѣ; на другую же стелюгу кладутъ въ наклонномъ положеніи ноги копра. Послѣ этого съ помощью лома вставляютъ шипы ногъ въ гнѣзда подушки. Для установки лѣстницы поднимаютъ верхній конецъ ея на стелюгу и заводятъ между стрѣлами: къ другому же концу лѣстницы привязываютъ веревку (такель) и, перекинувъ ее на блокѣ черезъ торецъ хвоста, поднимаютъ лѣстницу, направляя шипъ ея въ гнѣздо, вынутое въ хвостѣ. Вставивъ шипъ лѣстницы въ его гнѣздо и скрѣпивъ соединеніе веревками или инымъ способомъ, приподнимаютъ верхній конецъ лѣстницы и доводятъ шейку ея до вырубовъ, сдѣланныхъ съ внутренней стороны ногъ. Затѣмъ ноги сдвигаютъ и черезъ нихъ и шейку лѣстницы пропускаютъ болтъ, завинчивающій гайкою. Послѣ этого на верхніе шипы стрѣль копра накладываютъ голову, а съ боковъ копра устанавливаютъ подкосы. Собранный такимъ образомъ коперъ остается лишь укрѣпить желѣзною оковкою, которая приготавляется изъ полосового желѣза разной ширины и толщины, въ зависимости отъ величины копра и крѣпости какую желаютъ ему придать. Обыкновенная ширина поковокъ — около 2 дм., а толщина $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ дм., причемъ вѣсъ всѣхъ желѣзныхъ скрѣплений, считая въ томъ числѣ и болтъ, стягивающій стрѣлы копра, не превышаетъ 4—6 пудовъ. Оковки бываютъ трехъ сортовъ: 1) наугольники²⁾, хомуты и 3) накладки на шарнирахъ (черт. 66). Наугольники, числомъ 3, употребляются для скрѣпленія подушки основанія съ хвостомъ и ногами; двумя хомутами скрѣпляется голова копра со стрѣлами, а девятыю накладками на шарнирахъ — подкосы съ ногами, распорки основанія съ подушкой и хвостомъ и лѣстница съ хвостомъ.

Какъ наугольники, такъ и хомуты прибиваются наглухо полукорабельными гвоздями, пробоями или маленькими скобами. Если коперъ долженъ быть разборчатый, то ни одна изъ око-

вокъ не прибивается на глухо, а всѣ держатся пробойничками и болтами.

Къ оковкѣ копра относятся также особаго вида накладки, прѣзываemыя и прибиваemыя гвоздями къ ногамъ копра въ томъ мѣстѣ, где просверлены дыры для шкивнаго болта. Накладки эти защищаютъ ноги копры отъ порчи упомянутымъ болтомъ.

Когда коперъ совершенно окованъ, его опускаютъ на землю и оснащиваютъ. Опусканіе или установка копра производится дѣйствiемъ веревокъ, привязанныхъ къ головѣ копра и концу хвоста, а также соотвѣтственнымъ передвиженiемъ козель. Не останавливаясь на этихъ приемахъ, перейдемъ къ описанiю оснастки копра.

Оснастку копра, какъ сказано выше, составляютъ: 1) шкивъ съ болтомъ, 2) лопарный канатъ, 3) кошки, 4) блокъ, 5) текальный канатъ и 6) баба.

Шкивъ является одною изъ важнѣйшихъ принадлежностей копра, и отъ рационального устройства его зависитъ въ извѣстной степени успѣхъ работы копра и долговременность службы нѣкоторыхъ его частей (лопарь). Шкивъ долженъ быть такъ устроенъ и помѣщенъ, чтобы: 1) сопротивленiе отъ жесткости каната при дѣйствiи копра и тренiе по оси шкива — были меньшiя; 2) тренiе бабы о стрѣлы копра, а слѣдовательно, и сила, необходимая для ея поднятiя были также возможно меньшiя.

Первое требованiе выполняется увеличенiемъ дiаметра шкива, второе же — установкою его такимъ образомъ, чтобы часть лопаря между подвѣшеною на немъ бабою и шкивомъ была параллельна стрѣламъ копра, для чего дiаметру шкива должно придавать величину, равную двойному горизонтально разстоянiю его центра до центра ушка бабы, въ томъ ея положенiи, когда она будетъ приставлена къ ногамъ копра. Такъ какъ болтъ, несущiй шкивъ, пропускается большею частью въ отверстiя, сдѣланныя въ стрѣлахъ копра, то нетрудно видѣть, что выставленныя выше требованiя конструкцiи шкива, за извѣстными предѣлами размѣровъ послѣдняго, противорѣчатъ другъ другу, вслѣдствiе чего является невозможнымъ значительно увеличивать дiаметръ шкива. Такое увеличенiе, однако,

тѣмъ болѣе желательно, что при маломъ діаметрѣ шкива лопарный канатъ служить едва три недѣли, послѣ чего дѣлается негоднымъ и рвется, между тѣмъ какъ при шкивѣ съ большимъ діаметромъ лопарь можетъ выдержать до 12 и болѣе недѣль работы. Съ другой стороны, шкивъ съ черезъ-чуръ большимъ діаметромъ отклоняетъ канатъ отъ направленія параллельного стрѣламъ, вслѣдствіе чего увеличивается треніе и изнашиваемость пальцевъ и клиньевъ бабы, подъемъ ея затрудняется, а сверхъ того является невозможность поднять бабу подъ самыи шкивъ, что часто требуется при забивкѣ длинныхъ свай.

У насъ діаметръ шкивовъ дѣлается до 2-хъ футъ; за границею его доводятъ до 5 футъ.

Шкивы бываютъ деревянные и чугунные; послѣдніе шкивы должны быть предпочтены первымъ, такъ какъ выдерживаютъ болѣе продолжительную службу и менѣе истираютъ канатъ.

Для приготовленія деревяннаго шкива слѣдуетъ выбирать сухой и крѣпкій лѣсъ, способный принять гладкую поверхность; поэтому чаще всего употребляются букъ и береза и лишь за неимѣніемъ ихъ — дубъ. Шкивы рѣдко дѣлаются изъ одного куска дерева, а большею частью составляются изъ несколькиихъ досокъ (черт. 67) толщиною 3—4 дм., сплоченныхъ между собою и расположенныхъ слоями въ одну сторону. Такіе шкивы оказываются прочнѣе цѣльныхъ. Составныя части сплошнаго шкива соединяются непремѣнно шпиломъ и гребнемъ и еще деревянными нагелями; сверхъ того скрѣпляются четырьмя желѣзными надкладками на сквозныхъ болтахъ, располагаемыми съ двухъ сторонъ шкива.

Отверстіе въ центрѣ шкива, назначенное для пропуска болта, служащаго осью вращенія, укрѣпляется желѣзными накладками, въ которыхъ просверлены дѣры. Накладки эти кладутся съ двухъ сторонъ шкива накрестъ и прибиваются гвоздями или сболчиваются со шкивомъ. Иногда въ шкивѣ врѣзается желѣзная втулка, состоящая изъ двухъ половинокъ, причемъ каждая изъ нихъ имѣть высоту, равную половинѣ толщины шкива. Втулка эта дѣлается квадратную (около 3 дм. въ сторонѣ), съ просверленнымъ по срединѣ

круглымъ отверстиемъ. Къ ней привариваются накладки, которые также располагаются накрестъ и скрѣпляются со шкивомъ.

Шкивы большихъ размѣровъ имѣютъ, на подобіе обыкновенныхъ колесъ, ободы изъ косяковъ и спицы, или ручки изъ брусковъ. Устройство такого шкива видно на чертежѣ 68. На наружной сторонѣ обода шкива вынимается желобъ, для того чтобы лопарный канатъ не соскакивалъ со шкива. Глубина желоба не должна быть значительна, иначе канатъ скоро портится и перетирается. Большая глубина желоба особенно вредна въ новыхъ шкивахъ съ недостаточно гладкою поверхностью желоба. Слѣдуетъ замѣтить при этомъ, что желобъ отъ работы бабою углубляется, а потому первоначально достаточно придать ему глубину около $\frac{3}{4}$ дм.

Чугунные шкивы дѣлаются также или сплошные (черт. 69), или со спицами (черт. 70). Желобъ на нихъ долженъ имѣть по возможности гладкую поверхность, иначе канатъ будетъ перетираться даже сильнѣе, чѣмъ на деревянномъ шкивѣ. Впрочемъ, это обстоятельство замѣчается лишь въ начатѣ работы чугуннаго шкива; съ теченіемъ же времени поверхность желоба слаживается и дѣйствуетъ уже менѣе разрушительно на канатъ. Вслѣдствіе этого предпочтитаются пользоваться ~~шиквами~~, бывшими уже въ употребленії.

Шкивы діаметромъ до 3-хъ футовъ можно насаживать свободно на своей оси, если же діаметръ ихъ больше 3-хъ ф., то шкивы соединяются съ осью наглухо. Въ первомъ случаѣ ось, представляющая собою желѣзный болтъ діаметромъ не менѣе 1 дюйма, пропускается сквозь стрѣлы копра или же, при большомъ размѣрѣ шкива, сквозь особые ригеля (черт. 71). Мѣсто для оси опредѣляется діаметромъ шкива, расположениемъ бабы—передъ стрѣлами или между ними—и условіемъ параллельности лопаря со стрѣлами. Для того, чтобы ось не вращалась въ направляющихъ, одинъ конецъ ея обдѣлывается шляпкой съ квадратными заплечиками такой же величины, какъ квадратное отверстіе, находящееся въ одной изъ накладокъ, прибиваемыхъ къ ногамъ копра. Другой конецъ оси имѣеть или нарѣзку для гайки, или отверстіе для чеки. Въ шкивѣ, представленномъ на чертежѣ 70, ось прикрѣпляется къ особой желѣзной вилкѣ, подвѣ-

извлекаемъ изъ гомѣй копра. Горизонтальная вѣтвь вѣнца служить для перехватыванія каната отъ скакивания со шкива. Во второмъ сутѣ ось скользитъ наглухо со шкивомъ и вращается въ подшипнике, при этомъ помочью наладить и болтъ изъ неправильнаго или ржавого.

Разсмотрѣвъ конструкцію деревянныхъ и чугунныхъ шкивовъ, укажемъ на тѣ требованія, которые должны быть соблюдены при изготавливаніи шкивовъ:

- 1) ось каната, перекинутаго черезъ шкивъ, должна пролегать надъ центромъ тяжести бабы;
- 2) шкивъ долженъ вращаться въ вертикальной плоскости, проходящей по срединѣ между направляющими;
- 3) шкивъ долженъ быть перпендикуляренъ къ своей оси, отверстіе для которой не должно быть развернуто.

Несоблюденіе этихъ условій влечетъ за собою потерю въ работе, скакивание каната со шкива и изнапливаніе направляющихъ.

Иногда въ копрѣ дѣлается два шкива (черт. 72), и баба подвѣшивается къ двумъ канатамъ, что позволяетъ раздѣлить кошки на две группы и, такимъ образомъ, менѣе отклонять ихъ въ стороны отъ направлѣнія лопарей. Большое отклоненіе кошекъ вызываетъ потерю силы, о чёмъ будетъ сказано ниже.

Кромѣ шкива, къ верхней части копра обыкновенно прикрѣпляютъ особый блокъ, черезъ который перекидывается канатъ (такель, танѣка), служащій для подъема и установки сваи (черт. 57), а также какъ вспомогательное средство при передвиженіи копра, вынутія его подкосовъ и т. п. Для 4-хъ саженного копра берется около 10 пог. с. такельнаго каната, имѣющаго въ окружности до 3 дюйм.

Лопаремъ называется толстый канатъ (отъ 4 до 6 дюймовъ въ окружности), служащій для подниманія бабы, къ которой онъ прикрѣпляется однимъ концомъ. Къ другому концу лопаря, перекинутаго черезъ шкивъ, прикрѣпляются болѣе тонкіе канаты (1 — 2 дюйм. въ окружности), называемые *кошками*, за которые берутся рабочіе.

Для ручнаго копра длина лопаря должна быть такова, чтобы послѣдній, будучи привязанъ за ушко бабы, поставленной у основанія

копра, и перекинуть черезъ шкивъ, спускался съ него на длину отъ 4 до 6 футъ.

Для 4-саженного копра лопарь берется въ $4\frac{1}{2}$ —5 саж. длиною, а кошекъ требуется до 60 пог. саж., смотря по вѣсу бабы.

Лопарь подвергается разрушительному дѣйствію постепенно повторяющихся толчковъ, происходящихъ при подъемѣ и опусканиіи бабы, а сверхъ того истирается отъ тренія по желобу шкива и отъ непрерывнаго перегибанія. Вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ, для того чтобы обеспечить за лопаремъ большую продолжительность службы, его дѣлаютъ, обыкновенно, гораздо крѣпче, чѣмъ бы это слѣдовало по вѣсу бабы.

Для уменьшенія сопротивленія, происходящаго отъ жесткости каната при движеніи его по желобу шкива, лопарь долженъ быть по возможности гибокъ. Гибкость зависитъ отъ толщины каната, т. е. числа прядей, изъ которыхъ онъ состоить, качества пеньки, тщательности, а также и направленія скручиванія каната; такъ, слѣдуетъ наблюдать, чтобы въ канатѣ нити были скручены въ одну сторону, а пряди въ другую.

Для того, чтобы уменьшить толщину каната, сохраняя ту же крѣпость его, нужно выбирать пеньку лучшаго сорта. Качества готоваго каната опредѣляются раскручиваніемъ одного конца его на пряди и нити и внимательнымъ ихъ разсмотрѣніемъ.

Смоленые канаты отличаются меньшею гибкостью, а потому для лопаря не употребляются.

Лопарь можетъ прослужить наиболѣе продолжительное время, если имъ работать такимъ образомъ, чтобы лопарь по всей своей длине изнашивался равномѣрно. Обыкновенно же сильнѣе изнашивается конецъ, противоположный прикрепленному къ бабѣ, вслѣдствіе того что, по мѣрѣ забивки сваи, послѣдняя все труднѣе и труднѣе углубляется въ грунтъ и требуетъ большаго числа ударовъ бабы, а вмѣстѣ съ тѣмъ и изнашиваніе лопаря отъ тренія о шкивъ увеличивается въ томъ мѣстѣ, которое соответствуетъ пониженному положенію сваи, т. е. вблизи кошекъ. Чтобы предупредить это одностороннее изнашиваніе, лопарь послѣ некотораго времени поворачиваютъ, т. е.

перетягивая концомъ обращаютъ на переднюю сторону ворота, привязавъ этотъ конецъ за ушко бабы, а кошки перевязываютъ къ другому концу. Такимъ образомъ можно утилизировать лопарь до полнаго истощенія обѣихъ концовъ.

Привязываніе лопаря къ ушку бабы дѣлается слѣдующими способами:

1) лопарь пропускаютъ черезъ ушко (черт. 73), просузы конецъ отгибаютъ до соприкосновенія съ непросузованной частью и образовавшуюся петлю обматываютъ тонкой бичевкой или проволокой, конецъ которой закрѣпляютъ;

2) конецъ лопаря раскручиваютъ, пропускаютъ черезъ ушко и от дальней пряди пропускаютъ по нескольки разъ между другими, образовавшейся узелъ обматываютъ бичевкой, конь.

Въ обоихъ случаяхъ ушко бабы полезно обматывать пряжами изъ старого каната, для того чтобы, по возможности, уменьшить истощеніе лопаря.

3) Иногда привязываютъ лопарь къ ушку, какъ показано на черт. 73, и, во избѣженіе тренія каната объ ушко, въ петлю вставляютъ желѣзную дужку (черт. 74).

Кошки привязываемыя къ свободному концу лопаря, дѣлаются такой длины, чтобы при опусканиі бабы за нихъ можно было удобно держаться. Число кошекъ опредѣляется:

- 1) въсомъ бабы,
- 2) допускаемымъ усилиемъ каждого рабочаго, и
- 3) числомъ рабочихъ на одну кошку.

Обыкновенно на каждый пудъ бабы въсомъ до 25 пуд. въ ручномъ копрѣ полагается по одному рабочему. При бабахъ большаго вѣса число рабочихъ увеличиваются, назначая по одному человѣку на 35—30 фунтовъ вѣса бабы, вслѣдствіе невыгодной, при большомъ числѣ рабочихъ, передачи силы лопарю отъ расходящихся по широкому кругу кошекъ. Рабочіе ставятся или по одному на каждую, или, что рѣже, по нескольки человѣкъ (до 7) на кошку. Въ послѣднемъ случаѣ толщина кошекъ бываетъ $1\frac{1}{2}$ — 2 дюйм., въ первомъ — менѣе. Кошки привязываются или къ концу лопаря, или

на нѣкоторомъ отъ него разстояніи. Въ первомъ случаѣ ихъ прикрепляютъ къ узлу (черт. 75), которымъ оканчивается лопарь, и иногда распираютъ желѣзнымъ кольцомъ, служащимъ для уменьшенія угла наклоненія крайнихъ кошекъ къ направленію лопаря. Чѣмъ меньше этотъ уголъ, тѣмъ больше составляющая усилия рабочаго, направленная по лопарю и, слѣдовательно, непосредственно поднимающая бабу, и тѣмъ меньше составляющая, растягивающая кольцо или узелъ закрѣпленія кошекъ уравновѣшиваемая подобной же составляющей отъ другой кошки, симетричной съ первою. Отсюда понятно, почему при большомъ вѣсѣ бабы и числѣ рабочихъ стараются уменьшить уголъ расхожденія кошекъ или назначаютъ количество рабочихъ въ болѣй пропорціи по отношенію къ вѣсу бабы. Во второмъ родѣ закрѣпленія кошки привязываются къ веревочному или желѣзному кольцу, укрѣпленному въ любомъ мѣстѣ лопаря помощью петли и деревянной затычки (черт. 76).

По мѣрѣ углубленія свай кошки необходимо удлинять. Если онѣ укрѣплены на кольца въ произвольной точкѣ каната, то можно перемѣщать прикрѣплѣніе кольца на лопарь, если же кошки наглухо навязаны на лопарь, то другой конецъ ихъ наворачивается на колышкѣ и укрѣпляется на немъ петлю (черт. 77), удлиненіе же кошекъ достигается распусканиемъ ихъ съ колышковъ. Колышки очень удобны для захвата кошекъ, особенно, если на каждую кошку становится одинъ рабочій.

Копровыя бабы бываютъ деревянныя и чугунныя. Употребленіе первыхъ можетъ быть допущено только въ виду экономическихъ соображеній, такъ какъ чугунныя бабы во всѣхъ прочихъ отношеніяхъ предпочтительнѣе деревянныхъ. Послѣднія подвержены порчу и должны быть возобновляемы отъ времени до времени, тогда какъ чугунныя бабы, при меньшемъ размѣрѣ, обладаютъ гораздо большими вѣсомъ и не подлежать почти никакой порчу.

Деревянная копровая баба, вѣсомъ отъ 6 до 15 пудовъ, дѣлается изъ кряжа, длиною до 2 арш. и толщиною отъ 8 до 12 верш. Кряжъ выбирается изъ самаго крѣпкаго и сухого, преимущественно, дубового лѣса; въ противномъ случаѣ, отъ часто повторяемыхъ уда-

руки, низъ бабы будеть мочалиться и мищиться, покрывалась какъ
шерстинкою изъ смытыхъ волоконъ, упругость которой при ударѣ
достаточною силой можетъ исполнить значительную часть живой силы паденія бабы
и не оставлять дѣйствія ея. Бромъ того, баба, сдѣланная изъ с
твъмъ остается двиствія ея. Кроме того, баба, сдѣланная изъ с
твъмъ леса, отъ двиствія солнечныхъ лучей легко трескается.

Деревянной бабѣ придаютъ форму или усѣченной пирамиды (черт. 78), или половины усѣченного конуса; первою слу-
край обтесываются съ четырехъ сторонъ во вздоромъ — то же
одной стороны. Приведенная въ подобной вѣтви баба будетъ иметь
двумъ или тремъ бугелями изъ половины конуса, соединенными
имъ въ ширину 2—3 дм. Особая эта, сдѣланная изъ дерева,
должна охватывать ею возможно
полѣе, а потому насаживание бугелей произволится по неизвѣ-
тительной имъ нагрѣвши, нагономъ съ узкаго конца бабы. Нагон
бугель ставится не у края бабы, а на разстояніи отъ него около
4—6 дм. Это дѣлается какъ для того, чтобы можно было, не спа-
мая бугеля, сдѣлать пакетную поверхность бабы, когда она за-
мѣтитъ отъ ударовъ, такъ и для того, чтобы по ней узелки де-
рева будель можно было сдѣлывать внизъ.

Желью для сковы берется жгтое, лучшаго качества, способ-
носъ не ломающееся, противостоять согрясеніямъ при ударахъ.

Съ цѣлѣю предохраненія отъ порчи бугелемъ стрѣль конца, по
которымъ склонять баба на заднюю сторону бабы набиваются про-
здыжъ доску, въ которой сдѣланы вырезы для бугелей.

Для направления движенія бабы вдоль ногъ конца къ ней при-
дѣливаются 2 или 4 т. яз. пальца или деревянныхъ брусковъ, рас-
положеніе которыхъ зависитъ отъ устройства ногъ конца и положенія
бабы относительно ихъ. Если баба движется передъ двумъ
направляющими, то къ ней прикрѣпляются два пальца, одинъ выше
другого (черт. 78). Они входять въ промежутокъ между направляю-
щими и на концахъ имѣютъ сквозные дыры, сколько 2 дм. въ кв-
дратъ или продлговатыя, въ которыхъ загоняются чеки или клины
и, такимъ образомъ, удерживаютъ бабу воить стрѣль.

При одной направляющей четыре пальца обхватываютъ ее съ
обоихъ сторонъ и сзади соединяются клиньами или ватками (черт. 79).

Между пальцами и направляющими всегда оставляют небольшой зазоръ.

Соединеніе пальцевъ съ бабою производится различными способами:

1) пальцы впускаются въ бабу на половину ея толщины прямыми шипами, и черезъ бабу и концы пальцевъ пропускаются деревянные нагели или желѣзные болты (черт. 78);

2) концы пальцевъ обдѣлываются косымъ шипомъ, загоняемымъ въ соотвѣтственное гнѣздо бабы, и подклинивается (черт. 79).

Пальцы дѣлаются изъ брусковъ сухого дерева, толщиною 2—3 вершка, и длиною, смотря по надобности, отъ 8—12 верш.

Дыры для клиньевъ, пропускаемыхъ сквозь пальцы, не должны быть ближе 3—4 вр. отъ концовъ пальцевъ. Дыры эти, какъ и концы пальцевъ, полезно оковывать желѣзомъ, чтобы предупредить раскалываніе пальцевъ.

Для привязыванія лопаря къ бабѣ, прикрѣпляютъ къ ней желѣзное ушко (черт. 80), мѣсто для котораго опредѣляется по совершенномъ окончаніи бабы, т. е. послѣ оковки и закладки пальцевъ. Ушко выковывается изъ круглаго желѣза діаметромъ $1 - 1\frac{1}{2}$ дм. и имѣть видъ скобы, длиною 10—12 дм., вѣти которой должны быть параллельны и хорошо заершены. Для правильнаго дѣйствія бабою, ушко должно быть поставлено на одной вертикали съ центромъ тяжести бабы. Предварительно въ опредѣленномъ при такомъ условіи мѣстѣ бабы просверливаются двѣ дыры, въ которыхъ ушко и загоняется на столько, чтобы верхній его край выступалъ на 3—4 дм. надъ поверхностью бабы.

Чугунныя бабы бываютъ вѣсомъ въ 30—60 и болѣе пудовъ и отливаются изъ не хрупкаго, мелкозернистаго чугуна. Имъ придается обыкновенно форма прямаго параллелепипеда съ квадратнымъ основаніемъ (черт. 81), рѣже—усѣченной пирамиды.

Нижняя поверхность бабы и поверхности, обращенные къ направляющимъ, должны представлять собою, по возможности, гладкія плоскости, перпендикулярныя одна къ другой. Пальцы чугунной бабы дѣлаются деревянные или желѣзные; въ первомъ случаѣ при отливкѣ

бабы въ ней оставляютъ два или четыре (смотря по расположению бабы относительно стрѣль копра) сквозныхъ отверстія для закладки пальцевъ, которые имѣютъ подобный же видъ, какъ и у деревянной бабы, съ тою разницею, что въ чугунной бабѣ пальцы всегда сквозные (черт. 81); иногда пальцами служатъ жѣлезные стержни круглого сѣченія, пропущенные сквозь тѣло бабы, на которые надѣваются деревянные цилинды, катящіеся по стрѣламъ копра (черт. 82).

Если баба движется между стрѣлами, то для направленія ея иногда служить шпунтовое сопряженіе между бабою и стрѣлами, причемъ или: 1) шпунты выбираются въ направляющихъ, а гребень отливается на бабѣ (черт. 83); или 2) шпунтъ дѣлается въ бабѣ, а къ направляющимъ прикалачиваются жѣлезныя полосы углового или тавроваго сѣченія, по которымъ скользитъ баба (черт. 84); или, наконецъ, 3) гребнями служать сами направляющія, входящія въ пазы, вынутые въ бабѣ (черт. 85).

Ушко чугунной бабы выковывается изъ хорошаго болтоваго жѣлеза, имѣть такую же форму какъ и для деревянной бабы, и закладывается противъ центра тяжести бабы по время самой ея отливки. Кромѣ такого типа ушка встрѣчаются и другіе, напр. отверстіе для каната бываетъ сдѣлано въ верхней скотенной по бокамъ части бабы, или ушко устраивается такимъ образомъ, что въ верхней грани бабы дѣлается глубление, поперекъ котораго вставляется полоса жѣлеза треугольного сѣченія (черт. 86). Этотъ типъ ушка встречается, впрочемъ, только при машинныхъ копрахъ.

Работа ручнымъ вонромъ. По установкѣ копра въ надлежащемъ мѣстѣ, бабу поднимаютъ на верхъ, где ее удерживаютъ помощью жѣлезнаго лома, для чего въ верхней части направляющихъ дѣлается несколько паръ отверстій въ разстояніи 1 фута одно отъ другого, въ которыхъ и просовывается ломъ. Затѣмъ сваю обвязываютъ двумя петлями (черт. 87) такельнаго каната, перекинутаго черезъ блокъ, и поднимаютъ кверху. Установивъ сваю на требуемомъ мѣстѣ, привязываютъ ее къ направляющимъ помощью старого каната, который закручиваютъ аншлагами; если баба ходить передъ направляющими, то между ними и сваю кладутъ деревянную прокладку. Когда свая такимъ образомъ установлена и укреплена, начинаютъ ея забивку.

Выше было объяснено, что число рабочихъ при копрѣ назначается съ разсчетомъ для легкихъ бабъ — по одному человѣку на 1 пудъ вѣса бабы, а для тяжелыхъ — по 1 человѣку на 35—30 ф. бабы. Хотя во второмъ случаѣ дѣйствительное усиленіе каждого рабочаго будетъ совершенно такое же, какъ и въ первомъ, но получающійся въ суммѣ избытокъ силы идетъ на бесполезную работу растягиванія въ стороны узла прикрепленія кошекъ къ лопарю, утилизируются же для поднятія бабы только указанные 35—30 ф. Рабочіе становятся въ кругъ, лицомъ другъ къ другу, и берутся за кошки. Для каждого рабочаго необходима площадь не менѣе 5—6 кв. футовъ. Вѣсъ бабы обыкновенно берется въ $2\frac{1}{2}$ раза болѣе вѣса сваи и не превосходитъ вообще 35 пуд. Высота ручного поднятія бабы бываетъ около 4 ф., а при хорошей работѣ доходитъ до 5—6 ф. Ударъ бабы производится поднятіемъ ея и затѣмъ быстрымъ же опусканіемъ. Одинъ ударъ за другимъ слѣдуетъ безъ перерыва и, смотря по вѣсу бабы, число такихъ ударовъ въ одинъ приемъ бываетъ отъ 20 до 30. Непрерывный рядъ ударовъ бабою называется залогомъ. Залогъ продолжается отъ 1 до $1\frac{1}{2}$ минутъ, послѣ чего слѣдуетъ отдыхъ отъ 2 до 3 минутъ. Въ среднемъ, въ рабочій день дѣлается до 120 залоговъ; если же артель работаетъ сдѣльно, то число это доходитъ до 150 и болѣе. Для успѣха работы необходимо, чтобы всѣ рабочіе одновременно начинали работу и соблюдали известный ритмъ въ поднятіи и опусканиіи бабы; регулирующимъ средствомъ для этого служатъ пѣсни, которыя артели поютъ въ началѣ каждого залога. Руководить работою особо выбираемый опытный плотникъ, называемый закоперищикомъ. Его обязанность состоять въ томъ, чтобы следить за погружениемъ сваи, направлять ея движеніе и, въ случаѣ отклоненія ея въ сторону, подкручивать аншпугомъ канатъ, привязывающій сваю къ стрѣламъ копра.

Первые залоги при забивкѣ сваи состоятъ изъ небольшаго числа (4—10) ударовъ бабою съ малой высоты, такъ какъ вначалѣ свая погружается въ грунтъ быстро и неравномѣрно отъ каждого удара и легко отклоняется въ сторону, почему приходится тщательно направлять ея движеніе, перевязывая канатъ и дѣйствуя аншпугами; когда свая начнетъ погружаться медленнѣе и равномѣрнѣе, залоги

становятся нормальными (20—30 ударов). Если свая после несколькихъ послѣдовательныхъ залоговъ съ однимъ и тѣмъ же числомъ ударовъ и съ одинаковой высоты даетъ каждый разъ некоторую *постоянную осадку*, напр. въ I^м, то про нее говорятъ, что она «забита до отказа въ I^м».

Линейная величина отказа, при определенныхъ въсѣхъ высотъ подъема бабы, а также чистъ ударовъ въ залогъ, — зависитъ отъ того сопротивленія, какое оказываетъ грунтъ прониканю въ него сваи. Это сопротивление, при одинаковости грунта на протяжениіи всей глубины забивки, постепенно возрастаетъ по мѣрѣ погруженія сваи, и вмѣсть съ тѣмъ величина отказа уменьшается, то-же происходитъ, очевидно, если грунтъ съ глубиною дѣлается болѣе плотнымъ. Наоборотъ, если свая, пробивъ слой плотнаго грунта, попадаетъ въ болѣе слабый, напр. иль, то величина отказа сразу становится болѣею, чѣмъ наблюдавшаяся ранѣе. Способность сваи нести ту или иную нагрузку, т. е. такъ называемое *сопротивленіе сваи*, очевидно, должна зависѣть отъ того сопротивленія, которое оказываетъ грунтъ дальнѣйшему прониканю въ него сваи, сопротивленіе же это отражается на величинѣ отказа, а потому мы въправѣ ставить сопротивленіе сваи въ зависимость отъ величины ея отказа при *постѣднихъ залогахъ*. Зависимость эта не поддается точному теоретическому опредѣленію и выражается цѣлымъ рядомъ эмпирическихъ формулъ.

Величина отказа, до котораго нужно забить сваю, не есть определенная постоянная величина, а избирается въ каждомъ частномъ случаѣ сообразно съ грузомъ, который должна нести свая. Такъ, въ одномъ случаѣ можно довольствоваться отказомъ въ 1—1,5 дм., а въ другомъ приходится требовать $\frac{1}{2}$ и даже менѣе.

Зная послѣдовательные отказы, которые даетъ свая, по мѣрѣ ея погруженія въ грунтъ, пользуясь вышеупомянутыми формулами, можно разсчитать сопротивленіе свай при различныхъ глубинахъ забивки, а по этому сопротивленію опредѣлить какъ глубину забивки, такъ и число свай, необходимыхъ для поддержанія данного сооруженія. Эти свѣдѣнія получаются помошью забивки *пробныхъ свай*.

Иногда та же задача решается нѣсколько иначе: задаются опре-

дѣленною глубиною забивки и, въ зависимости отъ достигнутаго при этомъ отказа, опредѣляютъ число свай, или же задаются опредѣленнымъ числомъ свай и ихъ отказомъ и бьютъ сваи до тѣхъ поръ пока такой отказъ не будетъ достигнуть. Однако, сплошь и рядомъ не удается достигнуть заранѣе опредѣленныхъ отказовъ при наличной длины свай, а потому поневолѣ приходится довольствоваться тѣмъ отказомъ, который окажется при концахъ забивки; если этотъ отказъ больше требуемаго, то придется увеличить число забиваемыхъ свай, для уменьшения разсчетной нагрузки каждой изъ нихъ. Очевидно, такой приемъ проектированія и веденія работъ слѣдуетъ признать неосторожнымъ.

Такъ какъ величина отказа сваи, при опредѣленномъ сопротивлениія прониканію въ грунтъ, зависитъ также отъ числа ударовъ, вѣса и высоты подъема бабы, то, очевидно, что одинъ и тотъ же отказъ нѣсколькихъ свай не означаетъ еще одинакового сопротивленія ихъ, если способы полученія этого отказа при помощи того или другого рода забивки были различны. Обстоятельство это слѣдуетъ всегда имѣть въ виду при оцѣнкѣ или сравненіи величинъ отказовъ для различныхъ свай. Поэтому употребляемая иногда фраза; «свая забита до отказа», безъ указанія величины этого отказа, а равно безъ указанія рода залога, сама по себѣ ничего не выражаетъ.

Допускаемая на сваю нагрузка s должна быть нѣсколько меньше сопротивленія сваи p , съ тѣмъ чтобы случайное возрастаніе s или уменьшеніе p не могли бы отражаться на устойчивости сооруженія, расположеннаго на сваяхъ.

Отношеніе

$$\frac{p}{s} = m,$$

называется коэффициентомъ устойчивости сваи и принимается обыкновенно немногимъ болѣе единицы ($1,25—1,5$).

Иногда наблюдаются ложные отказы, напр. въ случаѣ, если свая попадаетъ на камень на такой глубинѣ забивки, при которой нельзя ожидать грунта съ большими сопротивленіемъ. Въ такомъ случаѣ сваю продолжаютъ забивать до тѣхъ поръ, пока она не расколетъ или не сдвинетъ камня въ сторону и не пойдетъ далѣе.

Въ некоторыхъ случаяхъ такого дальнѣйшаго нустанія свай обусловливается не преодолѣніемъ препятствія, на разрушение самой сваи (напр. раскалываніемъ), отрываніемъ бабы (бани), этому въ подобныхъ случаяхъ чужно стараться выяснить истинную причину неравномѣрнаго хода сваи, лучшимъ средствомъ для этого служить выдергиваніе свай и осмотръ ея. Вообще, съдѣть замѣтить, что выдергивание свай является полезной, а при большихъ работахъ и необходимой мѣрой для проверки правильности забивки на проектную глубину и состоянія погруженныхъ въ землю частей свай.

Если быстрый переходъ отъ большихъ отказовъ къ малымъ начинаетъ наблюдаться въ цѣломъ рядѣ свай, при болѣе или менѣе одинаковой глубинѣ забивки, то этотъ фактъ можетъ служить вероятнымъ признакомъ залеганія на этой глубинѣ болѣе плотнаго слоя грунта¹⁾.

При забивкѣ свай легкими бабами (менѣе чѣмъ въ 2—2½ раза превосходящими по вѣсу сваю) погруженіе свай иногда прекращается на сравнительно незначительной глубинѣ, что на первый взглядъ, судя по вышеупомянутымъ формуламъ, могло бы служить указаниемъ на очень большое сопротивление грунта погружению свай. Однако, действительной причиной прекращенія осадокъ въ этомъ случаѣ является не сопротивление грунта, а лишь незначительный вѣсъ бабы по отношенію къ сваѣ, при которомъ работа паденія бабы цѣлкомъ поглощается вредными сопротивленіями при ударѣ, каковы: смятие волоконъ сваи, ея упругость, сотрясеніе и сжатіе почвы и т. п. Действительно, если остановившуюся сваю продолжать забивать болѣе тяжелой бабою, поднимаемою на большую высоту, напр. при помощи машиннаго копра, то свая начинаетъ погружаться, обнаруживая болѣе или менѣе значительные отказы, такъ какъ при увеличеніи силы удара бабы вредныя сопротивленія при ударѣ о сваю хотя и возрастаютъ, но не такъ быстро, какъ сила удара.

Все изложенное здесь объ отказахъ одинаково относится какъ къ ручной, такъ и къ машинной забивкѣ свай, съ тою лишь разни-

¹⁾ При правильномъ веденіи работы грунтъ, въ который нужно забивать сваи, предварительно изгльдуется бурениемъ.

дею, что при тяжелыхъ машинныхъ копрахъ и большой высотѣ подъема можно разсматривать и опредѣлять отказы, получаемые даже послѣ одного удара, такъ какъ въ этомъ случаѣ зачастую они имѣютъ замѣтную и удобно измѣряемую величину.

Когда свая опустится ниже подошвы копра, а конструкція послѣдняго не позволяетъ опускать бабу ниже уровня основы, то сваю продолжаютъ забивать помошью *подбабка* (черт. 88).

Подбабкомъ называется обрубокъ дерева съ двумя пальцами, бугелями и 6-ти дюймовыми желѣзными стержнемъ внизу. Подбабокъ ставится на сваю и держится рабочимъ во время забивки, пока стержень не войдетъ въ голову сваи, въ которой просверливается для него отверстіе. По окончаніи забивки подбабокъ вынимаютъ изъ сваи. При употребленіи подбабка работа забивки идетъ гораздо медленнѣе.

При дѣйствіи копромъ стрѣлы и пальцы бабы смазываются саломъ.

Успѣхъ работы ручнымъ копромъ зависитъ отъ качества грунта и размѣровъ свай. Такъ, въ мягкихъ иловатыхъ грунтахъ удается забивать до 28 пог. саж. свай въ рабочій день, а въ щебенистыхъ или хрящеватыхъ — не болѣе 5—6 пог. саж. Короткія сваи забиваются легче длинныхъ.

Работа ручнымъ копромъ вообще не экономична. Артель можетъ работать только $\frac{1}{3}$ рабочаго дня, остальная же $\frac{2}{3}$ идуть на отдыхъ, вполнѣ необходимый ввиду сильнаго напряженія рабочаго во время залога. Дѣйствительно, рабочій, поднимая и опуская 1 пудъ бабы, вмѣстѣ съ тѣмъ долженъ поднимать и опускать все свое тулowiще, вѣсящее болѣе 3 пуд., что представляетъ ничѣмъ невознаграждающую потерю силы. Благодаря этому, а также значительной неравномерности и порывистости мускульныхъ напряженій, люди сильно утомляются и не производятъ всей той полезной работы, которую могли бы выполнить, прилагая свои силы къ другому, болѣе равномерному приемнику, напр., къ рукояткѣ ворота.

Эти то обстоятельства и вызвали примѣненіе къ забивкѣ свай машинныхъ копровъ, работа которыми обходится иногда втрое дешевле и, въ случаѣ подъема бабы людьми, требуетъ въ 10 разъ

меньше рабочихъ, чѣмъ при ручныхъ копрахъ; при этомъ, однако, устройство самого машинного копра сложнѣе и обходится дороже ручнаго.

Машинные копры. Первые попытки устройства машинного копра относятся къ 1707 г. и принадлежатъ французскому ученому de la Hire. Существенные улучшения въ конструкціи машинныхъ копровъ были сдѣланы Perronet въ 1780 г.

Въ настоящее время, особенно заграницею, машинные копры почти вытѣснили ручные; послѣдніе употребляются лишь при условіи дешевизны рабочихъ рукъ (напр. у насъ въ Россіи и особенно въ зимнее время или при работѣ женщинъ), или же при незначительности количества свайныхъ работъ, когда затрата на устройство машиннаго копра не могла бы окупиться.

Машинные копры отличаются отъ ручныхъ, главнымъ образомъ, высотою и способомъ поднятія и опусканія бабы, а также значительнымъ вѣсомъ этой послѣдней; общая же конструкція остова копра и бабы остается одинаковою какъ въ ручныхъ, такъ и въ машинныхъ копрахъ.

Баба въ машинномъ копрѣ всегда дѣлается чугунная и имѣть вѣсъ отъ 30 до 60 и болѣе пудовъ, что, въ связи съ высотою паденія отъ 8 до 30 футъ, требуетъ соотвѣтственно большей величины, прочности и устойчивости копра; вслѣдствіе этого машинные копры имѣютъ остовъ, высотою до 4—7 саж., съ двумя направляющими, состоящій изъ большаго числа брусьевъ и болѣе значительныхъ размѣровъ, чѣмъ въ ручныхъ копрахъ, и притомъ солидно скрѣпленныхъ другъ съ другомъ болтами и другими поковками; горизонтальная рама дѣлается обширнѣе и имѣть обыкновенно форму трапеціи (черт. 59) или прямоугольника; задніе и боковые подкосы соединяются со стрѣлами поперечинами. Иногда остовъ копра помѣщается на телѣжкѣ для возможности передвиженія копра по рельсамъ вдоль линіи забиваемыхъ свай.

Машинные копры можно раздѣлить на двѣ категоріи:

1) на копры, въ которыхъ баба поднимается канатомъ или цѣпью о двухъ концахъ, и 2) на копры, въ которыхъ баба поднимается безконечной цѣпью.

Въ копрахъ первой категоріи двигательною силою являются люди, лошади или паровая машина; во второй категоріи исключительно употребляется паровой двигатель; въ послѣднемъ случаѣ копры обѣихъ категорій носятъ название *паровыхъ машинныхъ копровъ* (Dampf-Kunstrammen), въ отличіе отъ остальныхъ копровъ первой категоріи, называемыхъ *простыми машинными*.

Въ *простыхъ машинныхъ* копрахъ поднятіе бабы производится наматываніемъ лопаря на валъ ворота или лебедки, а для производства удара баба отцепляется отъ лопаря помошью особо устроенаго механизма и падаетъ свободно. Если бы баба была наглухо прикреплена къ лопарю, то для ея опусканія приходилось бы предоставить канату быстро сматываться съ ворота и приводить его во вращеніе въ обратную сторону, что было бы сопряжено со слѣдующими неудобствами: сила удара бабы тратилась бы на безполезную работу вращенія ворота; воротъ, продолжая вращаться по инерціи и послѣ того, какъ баба упадетъ на сваю, заставлялъ бы канатъ разматываться больше, чѣмъ нужно, благодаря чему происходило бы частое соскакивание каната со шкива, и рабочіе послѣ каждого удара должны были бы тратить время на наматываніе излишне спущенной съ ворота части каната. Для устраненія этихъ неудобствъ, баба не соединяется наглухо съ канатомъ, а можетъ быть отдалена отъ него, какъ только достигнетъ определенной высоты. Затѣмъ баба падаетъ уже какъ свободное тѣло. Послѣ этого лопарь долженъ быть опущенъ, для того чтобы его снова соединить съ бабою. Съ этой цѣлью къ свободному концу его наглухо прикрепляютъ другую, маленькую бабу, вѣсъ которой достаточенъ только для опусканія лопаря внизъ; для облегченія же сматыванія лопаря съ ворота, барабанъ, на которомъ наматывается лопарь, можетъ быть разъединенъ отъ движущаго механизма. Малая баба, вмѣстѣ съ тѣмъ, служитъ для прикрепленія приспособленій, необходимыхъ для подвѣски главной, или большой бабы. Изъ такихъ приспособленій наиболѣе употребительны: крюкъ и клещи.

Устройство крюка показано на черт. 89. Къ малой бабѣ подвѣшено вращающееся на оси горизонтальное коромысло, къ которому

придать крючек; внутренняя поверхность крючка очерчена по дуге круга, центром которого служить ось подвеса коромысла; наружная же грань крючка скосена, какъ показано на чертежѣ. На одинъ концѣ коромысла имѣется противовѣсъ, удерживающій коромысло въ горизонтальномъ положеніи; къ другому концу коромысла прикрѣпляется на проушинѣ веревка. Дѣйствіе прибора таково: постѣ того какъ баба, поднятая до определенной высоты, будетъ спущена съ крюка, расцепляются барабанъ ворота отъ движущаго механизма, и малая баба, сматывая канатъ съ барабана, опускается, пока на конецъ крючка малой бабы не встрѣтить на своемъ пути ушко бабы, вслѣдствіе чего онъ начинаетъ отклоняться въ сторону, благодаря своей клинообразной формѣ, и поднимается при этомъ вверхъ противовѣсъ до тѣхъ поръ, пока конецъ крючка не проскочить въ ушко бабы, постѣ чего тяжестью противовѣса коромысло приводится въ свое нормальное горизонтальное положеніе, и крючекъ входитъ совсѣмъ въ ушко. Затѣмъ сцепляются барабанъ съ движущимъ механизмомъ и приводятъ послѣдній въ движение, причемъ лопарь нависаетъ на барабанъ и поднимаетъ подвѣшенную на крючекъ большую бабу. Когда баба доведена до определенной высоты, тянуть за веревку, привязанную къ коромыслу, крючекъ выходитъ изъ ушка бабы, и послѣдня падаетъ. Освобожденіе крючка отъ бабы производится тѣмъ легче, тѣмъ правильнѣе внутренняя вырубка крючка; если профиль ея представляетъ правильную дугу круга, описанного изъ оси вращенія крючка, то отцепленіе идетъ легко, такъ какъ въсѣ бабы противодѣйствуетъ вращенію коромысла лишь чилою тренія крючка по ушку.

Для того, чтобы избѣгнуть необходимости постояннаго дерганія за веревку, ее иногда привязываютъ къ рамѣ копра или же къ сваѣ. Въ первомъ случаѣ расцепленіе крючка и бабы будетъ происходить тогда, когда баба достигнетъ определенной высоты надъ землею, а следовательно по мѣрѣ углубленія сваи въ землю высота подъема бабы идѣтъ сваей и сила удара еї будуть рости. Во второмъ случаѣ погруженіемъ сваи будетъ опускаться и точка прикрѣпленія веревки и, такимъ образомъ, ударъ бабы о сваю будутъ произволиться всегда съ одинаковой высоты надъ сваю.

Описанный способъ закрѣпленія веревки имѣеть, однако, свои недостатки: веревка, попадая между бабою и копромъ или зацѣпляясь за другія части механизма, путается, а иногда рвется или же пускаетъ бабу преждевременно. Поэтому вмѣсто веревки чаше употребляютъ костыль или скобу, прибиваемую на требуемой высотѣ къ ногамъ копра; задѣвая за скобу копра концомъ рычага, крюкъ будетъ поворачиваться и освобождать бабу. По мѣрѣ погруженія сваи скоба перебивается ниже.

Кромѣ описаннаго употребляются крюки болѣе простаго устройства, каковъ напр. представленный на черт. 90.

Устройство клещей основано на томъ же принципѣ, какъ и устройство крючка. Клещи помѣщаются въ тяжелой коробкѣ, играющей роль малой бабы, и дѣлаются или съ одной, или съ двумя отдельными осями вращенія для каждой половинки (черт. 91). Коперь, у котораго примѣняются клещи, устраивается обыкновенно такъ, чтобы баба двигалась между стрѣлами. Въ верхней части бабы закрѣпляется неподвижное полоса (ушко) треугольнаго сѣченія съ ребромъ, обращеннымъ кверху (черт. 86 и 91). Дѣйствіе этого приспособленія ясно изъ чертежа: клещи, опускаясь, ударяются объ ушко бабы и, нѣсколько разойдясь по наклоннымъ гранямъ ушка, подъ вліяніемъ собственной тяжести и дѣйствія пружинъ *ii*, тотчасъ опять соединяются подъ ушкомъ, захватывая его; послѣ этого коробку съ клещами и подвѣшенной на нихъ бабой поднимаютъ до тѣхъ поръ, пока верхнія лапы клещей не попадутъ въ съуживающееся пространство между двумя клиньями, придѣланными къ направляющимъ, или, если желаютъ доводить бабу до верха копра,— въ коническое отверстіе, вырубленное въ верхней перекладинѣ копра (черт. 91). Когда клещи достигнутъ клиньевъ или отверстія, то верхніе ихъ концы сблизятся, а нижніе разойдутся, причемъ баба сдѣлается свободною и упадетъ.

Сравнивая оба описанныя выше приспособленія — крючокъ и клещи — слѣдуетъ сказать, что крючокъ, какъ простѣйшій приборъ, болѣе удобенъ и притомъ допускаетъ разъединеніе каната и бабы на любой высотѣ, что болѣе трудно исполнимо при клещахъ.

Механизмами для подъема бабы служат или деревянные ворота, или, при большом весе бабы, металлические лебедки съ зубчатыми колесами (черт. 63). Ворота устраиваются или съ вертикальным валом, снабженным ручками (аншлагами), которыми рабочие приводят ворота во вращение, ходя по платформе (деревянный пиль, черт. 59), — или, реже, съ горизонтальным валом (черт. 60). Лебедки, въ зависимости отъ веса бабы, употребляются съ одиночной или двойной зубчатой передачей.

При устройствѣ ворота нужно, главнымъ образомъ, иметь въ виду то условіе, чтобы барабанъ, на который навивается канатъ, могъ быть разъединенъ съ движущимъ механизмомъ, для того чтобы при спускѣ каната съ барабана не нужно было вращать весь механизмъ въ обратную сторону и тратить на это лишнюю рабочую силу. На черт. 59 представленъ коперь съ вертикальнымъ деревяннымъ воротомъ и барабаномъ. Рычагъ *a* служить для соединенія и разъединенія барабана *L* съ осью ворота. Когда баба запрѣтена крючкомъ, рычагомъ *a* опускаютъ барабанъ и этимъ соединяютъ его съ валомъ *K*, послѣ чего, действуя рукоятками *bb*, поднимаютъ бабу до определенной высоты; когда баба упадетъ, рычагъ *a* поднимаютъ барабанъ *L*, освобождается и, благодаря всему малой бабы, канатъ съ него сматывается свободно. Для уменьшенія скорости сматыванія иногда устраиваютъ второй рычагъ возлѣ барабана, играющій роль нажимнаго тормоза.

* На чертежѣ 63 показанъ машинный коперь съ чугунною лебедкою, употребляемою для подъема тяжелой бабы (60 и больше пудовъ); лебедка должна быть прочно прикреплена къ нижней рамѣ копра, такъ какъ иначе при вращеніи вала могла бы подняться сама лебедка, а не баба. Часто такія лебедки приводятся въ движение паромъ (паровая лебедка).

Для ручнаго вращенія ворота или лебедки, поднимающей бабу, полагается по 1 рабочему на каждые 5—7 пудовъ бабы. Хотя при этомъ удары следуютъ одинъ за другимъ гораздо медленнѣе, чѣмъ при ручномъ копрѣ, но зато возможно производить ихъ съ значительной высоты и бабою большаго веса, благодаря чему, какъ было

замѣчено выше, полезное дѣйствіе бабы сильно возрастаетъ*). Сверхъ того, трудъ рабочаго, вращающаго равномѣрно воротъ, является гораздо производительнѣе (до 3-хъ разъ), чѣмъ при изнурительной и неравномѣрной работѣ кошками. Вслѣдствіе всего этого оказывается, что хотя ручной коперь въ среднемъ работаетъ вдвое скорѣе машиннаго съ воротомъ, но зато требуетъ въ 8—10 разъ болѣе рабочихъ, и потому забивка ручнымъ копромъ обходится раза въ четыре дороже, чѣмъ машиннымъ, иногда же (въ плотныхъ грунтахъ и при длинныхъ тяжелыхъ сваяхъ) оказывается вовсе недѣйствительной, и тогда примѣненіе машиннаго копра становится неизбѣжнымъ.

Наоборотъ, при забивкѣ свай на небольшую глубину, ручные копры, благодаря скорости работы и легкости передвиженія, оказываются болѣе удобными. Точно также при началѣ забивки свай, особенно шпунтовыхъ, когда приходится производить весьма легкіе удары (при набираніи шпунтоваго ряда), ручные копры должны быть предпочтѣнны машиннымъ вслѣдствіе того, что въ нихъ баба производить невполнѣ свободные и потому болѣе легкіе (мягкіе) удары.

Иногда для работы копромъ пользуются лошадьми. Въ такомъ случаѣ воротъ, служащій для наматыванія лопаря, устанавливается въ сторонѣ, валь его снабжается длиннымъ коромысломъ, къ концамъ котораго и припрягаются лошади. Общее расположение копра съ коннымъ приводомъ показано на черт. 92 и 93.

Паровые машинные копры (Dampf-Kunstrammen) *первой* категоріи (съ щѣпью о двухъ концахъ), въ свою очередь, могутъ быть подраздѣлены на два вида: на копры съ воротомъ, или лебедкою и на копры безъ ворота.

1) Копры съ воротомъ:

Коперь Шварцкопфа. Воротъ приводится въ движеніе локомобилемъ помошью ременной передачи. На общей оси ворота пасажены свободно два барабана: *b*, служащій для подъема бабы, и *c* — для подъема свай, а также рабочій шкивъ *a*, соединенный съ

*). По опытамъ Гагена, при одинаковой движущей силѣ (затратѣ работы), удары бабы большаго веса, поднимаемой на большую высоту: могутъ дать въ $2\frac{1}{2}$ раза болѣе полезнаго дѣйствія, чѣмъ удары легкой бабы съ малой высоты.

паровой машиной. Оба барабана приводятся въ соединеніе съ рабочимъ шкивомъ *a* помощью взаимнаго нажатія винтомъ; этимъ способомъ и производится поднятіе бабы. Для производства удара винты отпускаютъ и баба падаетъ, вращая вмѣстѣ съ тѣмъ въ обратную сторону барабанъ *b*. Это послѣднєе обстоятельство, въ виду большаго вѣса барабана *b*, составляетъ существенный недостатокъ описанной системы, устраниенный въ копрѣ Шрамма.

Коперъ Шрамма. На горизонтальный воротъ, приводимый въ движение маленькимъ локомобилемъ въ 2 лошад. силы, наматывается лопарная цѣпь, снабженная крюкомъ для подвѣски бабы, которая падаетъ свободно. Число ударовъ бабы, вѣсомъ 750 килогр., доходитъ до 4—5 въ минуту. Коперъ Шрамма занимаетъ очень малую площадь (5 кв. мет.) и потому удобенъ для работы въ небольшихъ котлованахъ, при постановкѣ на суднѣ съ цѣлью забивки свай въ водѣ (черт. 94) и т. д.

За неимѣніемъ специально построенаго парового копра можно съ выгodoю пользоваться для забивки свай паровымъ подъемнымъ краномъ, какъ это было сдѣлано, напр., при постройкѣ пристани Новороссійской вѣтви Владикавказской ж. д. Приспособленіе крана къ забивкѣ свай заключалось въ слѣдующемъ: къ стрѣлкѣ *D* крана (черт. 95) были подвѣшены двѣ висячія направляющія *A*, связанныя съ основаніемъ стрѣлы поперечными брусьями *B*, которые раскреплены въ горизонтальной плоскости диагоналями. Для помѣщенія закоперщиковъ были устроены двѣ площадки *C* и *C₁*. Паровая лебедка крана производила поднятіе какъ свай, при ея установкѣ, такъ и бабы, подвѣшиваемой къ цѣпи на крюкѣ. Для производства удара баба отрывалась отъ крюка, какъ въ простыхъ машинныхъ копрахъ. Послѣ паданья бабы машинѣ давался задній ходъ, цѣпь сматывалась съ вала лебедки, и крюкъ снова захватывалъ бабу. При правильной работе паровымъ краномъ, число ударовъ въ минуту достигало до 5—10, смотря по высотѣ подъема бабы.

Имѣя достаточно сильный паровой двигатель, его можно утилизировать для работы несколькими машинными копрами одновременно. Для этой цѣли движение рабочаго вала машины *a* (черт. 96), передается валу съ несколькими насаженными на него шкивами, ко-

торые помощью ременныхъ приводовъ вращаютъ вороты *bbb* отдѣльныхъ копровъ. Вращеніе рабочаго вала копроваго ворота сообщается барабану, на который наматывается лопарь, силою тренія, возбуждаемаго взаимнымъ нажатиемъ вала и барабана, подобно тому, какъ это дѣлается на копрѣ Шварцкопфа.

2) Копры безъ ворота:

Коперь Леви (черт. 97). Стержень поршня лежачаго пароваго цилиндра *a* снабженъ блокомъ *b*, по которому проходитъ канатъ, идущій, съ одной стороны, по блокамъ *e* и *f* къ бабѣ, а съ другой— по блоку *d*, къ головѣ сваи, гдѣ онъ и закрѣпляется. Такимъ образомъ высота паденія бабы остается постоянной во все время погружения сваи. При выдвиганіи поршня на длину *bb'*, баба поднимается на высоту *2bb'*. Опускаясь, баба должна не только поднимать лопарь, но и производить обратное вдвиганіе поршня въ цилиндръ, что значительно уменьшаетъ силу удара бабы; этотъ недостатокъ устраненъ въ копрѣ Кретьена.

Коперь Кретьена (черт. 98). Остовъ копра деревянный, о двухъ стрѣлахъ, высотою до 9 мет. На горизонтальной рамѣ расположены почти вертикально паровой цилиндръ, высотою 2,8 мет. и диаметромъ 24 сантим. Въ концѣ поршневаго штока помѣщенъ катокъ *A*, и такой же катокъ *B* имѣется на верху прикрепленныхъ къ цилинду направляющихъ, между которыми движется стержень поршня. Цѣпь отъ бабы, подвѣшенной помощью особаго приспособленія, вродѣ описаннаго выше крюка, идетъ черезъ шкивъ *C* къ катку поршневаго штока, огибаетъ его, поднимается на верхній неподвижный катокъ, а оттуда идетъ къ барабану лебедки, служащей для регулированія длины цѣпи. Изъ этого расположенія частей ясно, что когда баба опущена, то поршень поднять. Машинистъ, дѣйствуя паровымъ краномъ, впускаетъ паръ въ верхнюю часть цилиндра, вслѣдствіе чего поршень съ подвижнымъ каткомъ опускается, а баба, увлекаемая цѣпью, поднимается на высоту равную удвоенному ходу поршня. На определенной высотѣ машинистъ прекращаетъ выпускъ пара, послѣ чего баба нѣсколько опускается вмѣстѣ съ цѣпью, но

въ это время особый рычагъ подвѣснаго прибора отклоняется вверхъ и производить отѣсленіе бабы отъ цѣпи, причемъ баба падаетъ на сваю, а подвѣсный механизмъ, благодаря вѣсу малой бабы, медленно опускается, поднимая поршень, пока не произойдетъ новое сѣплѣніе бабы съ крюкомъ. Вѣсъ бабы составляетъ 950 килогр., наибольшая высота паденія—5 мет. Давленіе пара въ котлѣ—6 атмосферъ. Коперъ Кретьена производить въ минуту отъ 12 до 20 ударовъ. Благодаря шарнирному прикрѣплѣнію стрѣль копра и цилиндра къ горизонтальной рамѣ, эти части могутъ наклоняться, а потому коперъ можетъ служить для забивки свай съ уклономъ до 1:10.

Въ машинныхъ копрахъ первой категоріи послѣ производства удара нужно опускать крюкъ или клещи, что сопряжено съ потерей времени. Для устраненія этого недостатка предложены были копры второй категоріи — съ безконечной цѣпью, или съ непрерывнымъ движениемъ. Такіе копры устроены были впервые въ 1857 году R. Scott'омъ, а потомъ Sisson и White'омъ и примѣнены съ успѣхомъ въ Англіи. Дальнѣйшія усовершенствованія въ нихъ сдѣланы Eassie и др., и въ настоящее время имѣется нѣсколько системъ подобныхъ пародѣйствующихъ копровъ, очень удобныхъ по скорости работы и по произвольности высоты поднятія бабы. Основная идея этихъ копровъ заключается въ слѣдующемъ: вверху и внизу направляющихъ копра помѣщены 2 щеки, черезъ которые перекинута безконечная цѣпь, приводимая паровою машиной въ непрерывное движение; для поднятія бабы ее сѣплюютъ съ движущуюся цѣпью помощью особаго кулака, прикрѣпленного къ бабѣ и могущаго захватывать звенья цѣпи; для производства же удара баба отѣслается автоматически отъ цѣпи посредствомъ скобы, забитой на верху ногъ копра и выталкивающей кулакъ изъ звена цѣпи. Изъ копровъ этого рода опишемъ подробнѣе весьма употребительный въ настоящее время при большихъ работахъ коперъ системы Menk & Hamrock *).

Коперъ Menk & Hamrock состоитъ (черт. 99—102) изъ рамной телѣжки A съ четырьмя колесами, на которыхъ онъ

*) У насъ въ Россіи этотъ коперъ впервые примѣнялся при портовыхъ работахъ въ С.-Петербургѣ и Николаевѣ.

можетъ двигаться по рельсамъ вдоль линіи работъ, и установленныхъ на ней: остова копра съ двумя направляющими *BB*, высотою отъ 5 до 9 саж., укрепленными большимъ числомъ подкосовъ и распорокъ, и паровой машины. Направляющія могутъ принимать нѣкоторый уклонъ къ вертикали, такъ какъ низъ ихъ и переднихъ подкосовъ имѣть шарниры *C,C*, а низъ заднихъ подкосовъ, соединяющихся по три въ чугунные коробки *D*, можетъ быть поднять или опущенъ помошью винта *E*. Въ задней части рамной телѣжки помѣщена маленькая неподвижно закрѣпляемая телѣжка *G*, на которой и стоитъ паровая машина простого дѣйствія отъ 3 до 8 силь. Машина приводить во вращательное движение шкивъ *F*, на окружности котораго сдѣланы выступы *H* (черт. 101), зацѣпляющіе безкопечную галлевскую цѣпь *K* и тѣмъ приводящіе ее въ движение. Постановка машины на подвижной телѣжкѣ *G* даетъ возможность придавать надлежащее натяженіе цѣпи *K*.

Цѣпь *K* по сходѣ со шкива *F* идетъ внизъ, переходитъ черезъ два шкива *L* и *L'*, а затѣмъ поднимается вверхъ между стрѣлами копра до верхняго шкива *L''*, откуда она и возвращается къ шкиву *F*. На одной оси со шкивомъ *F* насаженъ другой шкивъ, или барабанъ *l*, на который наматывается простая цѣпь *M* съ крюкомъ, служащая для подъема сваи и т. п. Шкивъ этотъ можетъ вращаться независимо отъ шкива *F*. Чугунная баба вѣсомъ отъ 50 до 100 пуд. состоитъ изъ передней части *N* и двухъ заднихъ выступовъ *O,O*, служащихъ для направленія бабы и двигающихся между стрѣлами копра. Въ бабѣ имѣется сквозное отверстіе *r* для помѣщенія замыкающаго аппарата, выступы же *O,O* имѣютъ вертикальныя отверстія *p*, сквозь которыхъ проходить цѣпь *K*. Замыкающій аппаратъ состоитъ изъ стержня *P* и кривошипа *R*. Когда, при поворотѣ кривошипа, конецъ стержня *P* входитъ въ звено цѣпи, то происходитъ сцепленіе, и цѣпь, при своемъ движеніи вверхъ, поднимаетъ бабу. Съ наружной стороны бабы имѣется рычагъ *S*, неподвижно связанный помошью оси *m* съ кривошипомъ *R*; ось *m* расположена на кривошипѣ вѣтъ центра послѣдняго. Послѣ того какъ произошло сцепленіе, рычагъ располагается горизонтально. На одной изъ стрѣлъ

копра по всей ея высотѣ сдѣланы особыя отверстія, приблизительно черезъ 2 фута одно отъ другого; въ отверстія эти вставляется костыль, или задержка (изогнутый кусокъ болтоваго жалѣза). Когда при подъемѣ бабы рычагъ S поравняется съ задержкой, то конецъ его g (черт. 102) ударится о послѣднюю, и рычагъ, а вмѣстѣ съ нимъ и кривошипъ R , повернется; вслѣдствіе чего стержень P выйдетъ изъ звена цѣпи, и освобожденная баба упадаетъ. Такъ какъ задержку можно ставить на какой угодно высотѣ, то, слѣдовательно, высота подъема бабы произвольна. Для перестановки задержки во время погруженія сваи, на одномъ изъ верхнихъ помостовъ копра долженъ находиться рабочій.

Для возстановленія сдѣпленія бабы и цѣпи, нужно дернуть за веревку, прикрепленную къ вѣшнему концу рычага S , отчего кривошипъ повернется, и стержень P снова войдетъ въ звено; а такъ какъ во время паденія бабы движеніе цѣпи не прекращается, то послѣ удара баба начнетъ тотчасъ же снова подниматься, если рабочій, дергающій за веревку, настолько привыкъ къ работѣ, что зацѣпляетъ бабу безъ всякаго замедленія послѣ ея паденія. При такомъ устройствѣ копра, удары слѣдуютъ одинъ за другимъ почти безъ перерыва; при подъемѣ бабы ва высоту около 10 фут. можно получить отъ 8 до 10 ударовъ въ минуту.

Для подъема сваи и проч. служить цѣпь M ; для подъема же подбабка пользуются крюками t , имѣющимися сбоку бабы; къ подбабку заранѣе привязываютъ веревку или короткую цѣпь и при послѣднемъ ударѣ бабы безъ подбабка накидываютъ эту цѣпь на крюкъ t , баба, подымаясь, тащитъ за собою подбабокъ, который тотчасъ же устанавливаютъ на сваѣ и обратнымъ движеніемъ цѣпи опускаютъ на него бабу. Эта манипуляція дѣлается очень быстро, и перерыва въ работѣ почти не бываетъ, особенно если рабочіе привыкнутъ.

Для передвиженія копра по рельсамъ служатъ двѣ лебедки U , установленныя на концахъ рамной телѣжки. Канаты отъ лебедокъ привязываются къ подмостямъ; дѣйствуя тою или другою, можно легко передвигать коперъ по рельсамъ. Разстояніе между рельсами пути для копра составляетъ 8,5 ф. По мѣрѣ движенія копра по линіи работы заднія пары рельсовъ снимаются и перекладываются впередъ.

При вѣсѣ бабы въ 70 пуд. и машинѣ въ 4 лошадиныхъ силы, описанный паровой коперъ расходуетъ при 10—11 часовой работе (считая въ томъ числѣ и всѣ перерывы) отъ 10 до 15 пудовъ каменнаго угля, смотря по его качеству.

При копрѣ должна находиться слѣдующая прислуга: 1 машинистъ, 1 кочегаръ, 2 плотника и 4 рабочихъ.

Изъ рабочихъ одинъ или два заняты стропываніемъ *), причемъ одинъ изъ нихъ переставляетъ и задержку, два же другихъ рабочихъ вмѣстѣ съ плотниками наблюдаютъ за правильнымъ погружениемъ сваи, подклиниваниемъ ея между схватками, выправленіемъ сваи подтескою, передвиженіемъ копра, установкою сваи и подбабка и другими мелкими работами. Для перестилки пути должны быть назначаемы особые рабочіе.

Изъ описанія копра Menck & Hambrock видно, что главныя его преимущества — слѣдующія: 1) непрерывность движенія цѣпи, 2) произвольная высота подъема бабы и 3) произвольное (въ извѣстныхъ предѣлахъ) наклоненіе стрѣль копра. Первыя два обстоятельства, главнымъ образомъ, и вліяютъ на ускореніе и вообще успѣшность работы **), послѣднее же позволяетъ съ такимъ же удобствомъ забивать наклонные сваи.

*) Т. е. удержаніемъ сваи на мѣстѣ помошью аншпуговъ и хомутовъ изъ канатовъ.

**) Изъ сравнительныхъ наблюденій, сдѣланныхъ въ Николаевскомъ портѣ надъ забивкой свай машинными копрами: простымъ машиннымъ и системы Menck & Hambrock, выведена слѣдующая таблица, показывающая дневной успѣхъ работы каждого копра въ различныхъ случаяхъ:

Роды грунтовъ.	Простой машинный коперъ.			Коперъ Menck & Hambrock.		
	Одиноч- ные сваи.	Сплош- ной рядъ.	Шпунто- вый рядъ.	Одиноч- ные сваи.	Сплош- ной рядъ.	Шпунто- вый рядъ.
• Погонныхъ сажень забивки свай въ день:						
а) Мягкій грунтъ . . .	14—18	14—18	31,5—40,5	84—108	84—108	189—243
б) Средній глинистый грунтъ	10—12	10—12	22,5—27	60—72	60—72	135—162
в) Плотный глинистый и щебенист. грунтъ.	6—8	6—8	13,5—18	36—48	36—48	81—108

Заводъ Menck & Hambrock (Ottensen, bei Altona, Hamburg) изготавляетъ пародѣйствующіе копры съ непрерывнымъ движеніемъ слѣдующихъ размѣровъ:

Число лошад. силъ.	Высота копра (метры).	Вѣсъ копра (килogr.).	Вѣсъ бабы (килogr.).	Число ударовъ въ минуту при высотѣ подъема 1,5 мет.	Цѣна на заводѣ *). (Германск. марки).
3	12	5.000	800	11	4.600—5.000
4	13	7.000	1.000	11	5.500—6.000
5	14	9.000	1.200	12	6.450—7.000
6	15	11.000	1.400	12	7.350—8.000
8	16	14.000	1.800	12	9.000—9.750

Паровые копры (Dampframmen) характеризуются тѣмъ, что въ нихъ паръ непосредственно поднимаетъ бабу, дѣйствуя подобнымъ же образомъ, какъ въ паровыхъ молотахъ. Въ паровыхъ копрахъ удары производятся весьма тяжелою бабою (до 150 пуд.), падающею съ высоты 0,4—0,5 саж., и слѣдуютъ быстро одинъ за другимъ, такъ что число ударовъ въ минуту достигаетъ 60—80. Благодаря послѣднему обстоятельству, работа парового копра въ нѣкоторыхъ грунтахъ, какъ-то: вязкихъ глинистыхъ, а особенно сыпучихъ песчаныхъ, оказывается весьма производительной, такъ какъ, напр., въ вязкомъ грунте быстро повторяющіеся одинъ за другимъ удары бабы о сваю не даютъ возможности обнаружиться значительному сцепленію между сваей и окружающими ее частицами грунта,

Изъ этой таблицы видно, что коперъ Menck & Hambrock работалъ въ 6 разъ быстрѣе простого машинного.

Для перестилки рельсоваго пути подъ коперъ требовалось слѣдующее число рабочихъ въ день, въ зависимости отъ качества грунта, т. е. скорости работы копра:

Случай а) рабочихъ:	Сплошн. рядъ. 1,86—2,4	Шпунт. рядъ. 2,8—3,6
" б) "	1,33—1,6	2,0—2,4
" в) "	0,8—1,06	1,2—1,6

*) Стоимость копра въ Россіи съ перевозкой, страховкой, пошлинами и сборкой слѣдуетъ считать % на 50 болѣе.

а вслѣдствіе этого погруженіе сваи идетъ быстрѣе, какъ бы не прерываясь.

Точно также успѣшнымъ оказывается дѣйствіе частыхъ ударовъ парового копра въ сыпучемъ наносномъ пескѣ (плавунѣ), представляющемъ вообще большое сопротивленіе прониканію сваи при спокойной на нее нагрузкѣ или медленныхъ, хотя и сильныхъ, ударахъ и вмѣстѣ съ тѣмъ весьма легко пропускающемъ ту же сваю, если на нее производятся быстро слѣдующіе одинъ за другимъ удары, вслѣдствіе которыхъ окружающей сваю песчаный грунтъ приходить въ сотрясеніе и разрыхляется. Но стоитъ лишь оставить забитую сваю въ такомъ грунѣ на короткое время, и песокъ опять плотно укладывается вокругъ нея и, напр., выдернуть сваю стоитъ уже большаго усилия. Въ подобныхъ грунтахъ быстро дѣйствующіе паровые копры должны быть предпочтаемы всѣмъ прочимъ.

Паровой коперъ Насмита (Nasmyth) былъ построенъ въ 1844 г. *) и примѣненъ при портовыхъ работахъ въ Девенпортѣ, гдѣ при помощи его забивались сваи, длиною 18—21 мет., на глубину 10—12 мет. въ теченіи 2—3 минутъ.

Коперъ Насмита **) (чертежи 103 и 104) состоитъ изъ деревянного остова обѣ одной стрѣлѣ *C*, высотою 14 мет. (черт. 103), поставленного на колесахъ для возможности передвиженія копра по рельсамъ; на задней сторонѣ четыреугольной горизонтальной рамы *AB*, размѣрами 4 м. \times 4,5 м., помѣщенъ паровой котелъ *M* съ давлениемъ въ 4 атмосферы и небольшая паровая машина *m*, служащая для вращенія воротовъ *x* и *y*, а также для питанія водою котла и передвиженія копра по рельсамъ. Стрѣла *C* копра, прикрепленная къ рамѣ болтами, удерживается, сверхъ того, четырьмя желѣзными вантами, идущими отъ головы копра къ четыремъ угламъ рамы. Задній подкосъ *D* упирается въ паровикъ. На верху стрѣлы укрепленъ шкивъ, черезъ который проходитъ цѣпь, несущая на одномъ концѣ т. наз. бьющей приборъ *FG*, а другимъ—прикреплен-

*) Паровые копры появились ранѣе паровыхъ машинныхъ.

**) Здѣсь описанъ коперъ, работавшій при устройствѣ основаній моста у г. Диршау (Германія).

ная къ вороту y . Помощью этой цѣпи бьющій механизмъ поднимается и устанавливается на головѣ забиваемой сваи. Для подъема самой сваи служить вторая цѣпь, проходящая черезъ малый блокъ и навиваемая на воротъ x . Веревка n , перекинутая черезъ третій блокъ у вершины копра и идущая къ валу ручной лебедки v , служить для подъема въ случаѣ надобности на коперъ рабочаго.

Бьющій приборъ (черт. 104) состоитъ изъ пароваго цилиндра F со всѣми принадлежностями и прикрепленной къ нему прямоугольной коробки G изъ котельнаго желѣза, въ которой движется баба Q , насаженная на штангу поршня P пароваго цилиндра. Бьющій приборъ помошью кольца k насаживается на голову сваи. Паровой цилиндръ соединенъ съ котломъ M колѣнчатой трубой L съ шарирными соединеніями.

Паръ, пущенный въ цилиндръ, поднимаетъ поршень съ прикрепленною къ нему бабою. Когда баба достигаетъ своего высшаго положенія, то помошью рычажка I и стержня r переводить золотникъ; впускъ пара прекращается, паръ изъ-подъ поршня выходитъ въ воздухъ, и баба падаетъ. Когда баба достигаетъ своего низшаго положенія, она помошью особаго приспособленія K и стержня r снова передвигаетъ золотникъ, паръ входитъ въ цилиндръ, поднимаетъ поршень и т. д. Число ударовъ бабы о сваю можетъ доходить до 60 въ минуту.

Свая, независимо отъ ударовъ, во все время работы копра испытываетъ грузъ бабы, слѣдовательно, и во время поднятія этой послѣдней, такъ какъ давленіе пара на дно цилиндра, а чрезъ посредство коробки G и на сваю, равно этому вѣсу. Вслѣдствіе этого непосредственно послѣ удара, когда баба станетъ подниматься, свая не можетъ податься обратно вверхъ, а остается нагруженна вѣсомъ бабы до момента выпуска пара изъ-подъ поршня. Обстоятельство это весьма важно при забивкѣ свай въ упругіе и вязкіе грунты, каковы, напр., глинистые и торфяные, требующіе всегда некотораго времени для того, чтобы частицы грунта, сдвинутыя при ударѣ со своего мѣста тренiemъ о поверхность сваи, возвратились въ прежнее свое положеніе, передвинувшись по поверхности сваи.

Весь бабы съ поршнемъ въ описанномъ копрѣ Насмита составляетъ 1400 килогр., въсъ парового цилиндра и остова копра—около 2000 килогр. Сваи квадратнаго сечения 31,5 см. въ сторонѣ, безъ башмаковъ, забивались (въ Диршау) въ теченіи около 10 минутъ на глубину 5—6,2 мет. въ песчано-глинистый сухой грунтъ, для чего машина должна была производить до 600 ударовъ по сваѣ. Такимъ образомъ, въ минуту приходилось до 60 ударовъ. Для перестановки копра на слѣдующую сваю требовалось отъ $\frac{1}{4}$ до $1\frac{1}{4}$ часа.

Стоимость копра Насмита въ Германіи составляетъ около 25000 марокъ, причемъ ремонтъ копра на работе вмѣстѣ съ $\%$ и погашеніемъ затраченного капитала обходится въ годъ до 10—18 $\%$ отъ стоимости.

Копры Насмита получили большое распространеніе, благодаря быстротѣ работы, хотя лишь въ извѣстныхъ, указанныхъ выше, грунтахъ. Что же касается грунтовъ иного рода, то опытъ показалъ, что, напр., для забивки шпунтовыхъ стѣнокъ въ плотномъ песчаномъ грунте копръ Насмита даетъ плохіе результаты. Подобнымъ же образомъ при грунте весьма упругомъ (зыбучемъ, торфяномъ) машинный копръ, производящій сильные и не быстро слѣдующіе одинъ за другимъ удары тяжелою бабою, долженъ быть предпочтенъ копру Насмита, какъ и всякому другому паровому быстродѣйствующему, вслѣдствіе того, что упругій грунтъ, испытывая быстрые удары парового копра, можетъ прийти въ колебательное движеніе, совпадающее съ движениемъ бабы, которое будетъ поглощать значительную часть работы этой послѣдней; погруженіе же сваи можетъ быть вовсе незамѣтнымъ; если же удары слѣдуютъ медленно, то между каждыми двумя ударами грунтъ будетъ имѣть время прийти въ покойное состояніе, а потому теряющаяся на колебаніе почвы работа бабы будетъ меньше.

Къ недостаткамъ собственно копра Насмита, кроме сложности механизма и дороговизны, относится также и то, что вслѣдствіе сильныхъ сотрясеній, которымъ подвергается бьющиій механизмъ, онъ часто портится и требуетъ ремонта, поглощающаго обыкновенно до $\frac{1}{4}$ того времени, въ продолженіе котораго копръ находится на ра-

ботъ. Поэтому при копрѣ Насмита весьма полезно имѣть двойной комплектъ тѣхъ частей, которыя наиболѣе подвержены порчѣ, какъ напр., колѣнчатая паропроводная труба, золотникъ и др.

Коперъ Левицкаго, построенный впервые въ 1869 году въ г. Ригѣ для регуляционныхъ работъ на р. Западной Двинѣ, состоитъ изъ остова, бьющаго прибора и паровой машины (чертежи 105—109). Существенное улучшеніе *) въ бьющемъ приборѣ Левицкаго, по сравненіи съ системой Насмита, состоитъ въ томъ, что, въ видахъ уменьшения мертваго (недвижущагося при наденіи) груза прибора, бабою служить самъ поровой цилиндръ, какъ часть болѣе тяжелая, чѣмъ поршень, который, наоборотъ, прикрепленъ неподвижно къ рамѣ бьющаго прибора, устанавливаемаго на головѣ сваи. Благодаря относительной простотѣ и прочности парораспределительного механизма, коперъ Левицкаго въ настоящее время представляетъ одну изъ весьма совершенныхъ системъ паровыхъ копровъ, а потому познакомимся подробнѣе съ его устройствомъ.

Бьющій приборъ (черт. 105 и др.) состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ направляющихъ *BB*, соединенныхъ вверху и внизу попечинами *C* и *C₁*. Между направляющими движется паровой цилиндръ *A*, играющій роль бабы. Приборъ подвѣшивается на цѣпи къ копру и удерживается возлѣ стрѣль *HH* помощью ручекъ *k*, *k* (черт. 106), при забивкѣ же устанавливается на голову сваи, входящую въ углубленіе, сдѣланное въ нижней попечинѣ *C₁*. Сквозь верхнюю крышку парового цилиндра пропущенъ трубчатый стержень поршня, неподвижно закрѣпленный въ верхней попечинѣ *C* подъ парораспределительную коробкою *D* (чертежи 107—109), въ которую паръ приводится изъ котла каучуковою или, предпочтительнѣе, металлическою колѣнчатою трубкою *P*. Паръ, пройдя по каналамъ *e*, по полому стержню *F* въ такой же поршень *E* и оттуда въ верхнюю часть цилиндра,—поднимаетъ его, причемъ воздухъ изъ нижней части цилиндра уходитъ въ отверстія *bb* (черт. 107); остающейся въ цилиндрѣ ниже этихъ отверстій воздухъ, сжимаемый поршнемъ

*) Введеніе, впрочемъ, ранѣе въ копрѣ Риггенбаха.

при концѣ подъема цилиндра, образуетъ упругую подушку, останавливающую дальнѣйшій подъемъ. Выходъ пара изъ цилиндра происходитъ по тому же полому стержню F и далѣе по каналамъ e , подъ золотникомъ K и оттуда наружу въ отверстія i . На днѣ цилиндра A находится, сверхъ того, для отвода конденсаціонной воды, клапанъ c , открывающійся при ударѣ бабы о сваю.

Парораспредѣленіе производится двумя поршневидными золотниками (чертежи 108 и 109): однимъ горизонтальнымъ I , приводимъ въ движение бабою при помощи рычага M , вращающагося около точки O , и другимъ вертикальнымъ K , заключеннымъ въ коробкѣ D , въ которой онъ можетъ свободно опускаться и подниматься давленіемъ пара, направляемаго первымъ золотникомъ. Движеніе второго золотника K собственно и производить парораспредѣленіе въ цилиндрѣ, первый же золотникъ, передвигающійся весьма незначительно, имѣютъ цѣлью лишь управлять движеніемъ второго золотника.

Въ верхней части пароваго цилиндра имѣется ручка Q съ прикрепленной къ ней на шарнирѣ O_1 муфтою N , черезъ которую проходитъ стержень рычага M . Такъ какъ центръ O_1 вращенія муфты находится правѣе центра вращенія O рычага M , то послѣдній, при движеніи цилиндра вверхъ и внизъ, качается, причемъ верхній конецъ рычага, снабженный вилкою L , ударяетъ въ крайнихъ своихъ положеніяхъ то по гайкѣ m_1 , то по гайкѣ m_2 , которыя насажены на стержнѣ первого золотника I , и, такимъ образомъ, при концахъ хода цилиндра вверхъ и внизъ, рычагъ M передвигаетъ золотникъ то вправо, то влѣво на нѣкоторую небольшую величину, которую можно регулировать гайками m_1 и m_2 .

Весь приборъ дѣйствуетъ слѣдующимъ образомъ: когда баба въ нижнемъ своемъ положеніи лежитъ на сваѣ, то парораспредѣлительный механизмъ находится въ положеніи, представленномъ на чертежѣ 108, причемъ вертикальный золотникъ K еще опущенъ (какъ на чертежѣ 109). Паръ, входя по трубкѣ P въ коробку D и проникая въ полость f подъ дно золотника K , подбрасываетъ его вверхъ, причемъ золотникъ не встрѣчаетъ сопротивленія поднятію со стороны сжатаго воздуха, ибо отверстіе i вверху коробки D открыто.

Немедленно послѣ этого паръ проникаетъ по каналамъ *e* въ стержень поршня *F* и далѣе въ цилиндръ, поднимая послѣдній. Когда, такимъ образомъ, цилиндръ дойдетъ до высшаго своего положенія (черт. 109), то стержень *M* передвинетъ верхній горизонтальный золотникъ *I* влѣво, причемъ выходное отверстіе *i₁* изъ коробки *D* закроется, а другое отверстіе *e₁*, сообщится съ трубкою *h*, примыкающею къ паропроводной трубѣ *P*. Въ этотъ моментъ вертикальный золотникъ *K*, испытывающій сверху болѣшее давленіе, чѣмъ снизу (такъ какъ верхняя его площадь болѣше нижней), а также вслѣдствіе собственной тяжести, упадетъ внизъ и, закрывъ доступъ пара изъ трубки *P* въ коробку *D*, откроетъ сообщеніе каналовъ *e* съ наружными отверстіями *i*, въ которыхъ и выйдетъ паръ изъ цилиндра, причемъ послѣдній упадетъ. Для того, чтобы золотникъ *K* при своемъ быстромъ паденіи не дѣйствовалъ вредно на коробку *D*, въ днѣ коробки устроена полость *f*, заключенный въ которой паръ предупреждаетъ ударъ золотника о дно коробки. Послѣ удара бабы о сваю золотникъ *K* вновь подбрасывается вверхъ, и приборъ продолжаетъ дѣйствовать непрерывно, пока паръ впускается изъ котла. Перемѣщая гайки *m₁* и *m₂* по стержню золотника *I*, можно по произволу измѣнять высоту подъема бабы, такъ какъ этимъ передвиженіемъ будетъ ускоряться или замедляться открытие и закрытие отверстій *i₁* и *e₁*.

Бьющій приборъ подвѣшивается на двойномъ блокѣ къ обыкновенному деревянному остову о двухъ стрѣлахъ, снабженному колесами для передвиженія. На чертежѣ 105 представленъ коперъ Левицкаго, помѣщенный на плоту для забиванія свай въ дно рѣки, въ томъ видѣ, какъ онъ былъ употребляемъ въ г. Ригѣ. Передняя часть плота *R* служить для болѣшей его устойчивости; съ тою же цѣлью паровая машина — 10-ти сильный локомобиль — поставлена на плоту по возможности далѣе отъ копра. Локомобиль, кромѣ доставленія пара копру, служить также для вращенія ворота *w*, которымъ поднимается бьющій приборъ и свая при ея установкѣ. При давленіи пара въ котлѣ въ 5 атмосферъ, вѣсъ бабы — 1300 килогр. и высота подъема ея 0,6 метр., коперъ Левицкаго дѣжалъ около

57 ударовъ въ минуту и забивалъ сразу пару шпунтовыхъ свай, длиною 4 саж., на глубину 3-хъ саж. въ песчаный грунтъ въ теченіе 15 минутъ. Перестановка копра на слѣдующую пару свай занимала также около 14 мин. Въ день забивалось 25 подобныхъ паръ или же 35 круглыхъ свай.

Коперъ Левицкаго работаетъ почти безъ шума и рѣдко требуетъ ремонта, чѣмъ выгодно отличается отъ копра Насмита. Въ то время, какъ въ послѣднемъ мертвый (неподвижно лежащій) грузъ бьющаго прибора составляетъ 0,7 его вѣса,—въ копрѣ Левицкаго онъ равенъ лишь 0,5.

Стоимость копра Левицкаго, въ предположеніи употребленія не локомобиля, а простого пароваго котла съ паровымъ же воротомъ, составляетъ 8.400 марокъ, или около 4.000 руб. При копрѣ находится шесть человѣкъ прислуги, а именно: завѣдывающій работою, машинистъ, закоперщикъ и 3 рабочихъ. Ремонтъ копра, а также проценты на затраченный капиталъ съ погашеніемъ, составляютъ около 17% годовыхъ отъ стоимости копра или, полагая въ году 300 рабочихъ дней,—около 2 р. 40 к. въ день; общая же стоимость содержанія копра съ прислугой, топливомъ и ремонтомъ составляетъ до 17 руб. въ день.

Профессоръ Левицкій произвелъ въ Ригѣ рядъ сравнительныхъ опытовъ надъ работою своего копра, обыкновенного ручного копра съ 25 рабочими на кошкахъ и 2-мя плотниками, и машинного копра съ воротомъ, у которого находилось 4 человѣка. Всѣ три копра работали рядомъ, въ одномъ и томъ же песчаномъ грунтѣ, и результаты сравненія оказались слѣдующими: въ 12 рабочихъ часовъ паровой коперъ, въ среднемъ, забивалъ 49 шпунтовыхъ свай на глубину 3 сажень, ручной—5,5 свай, машинный—1,75 свай на ту же глубину. При этомъ, такъ какъ содержаніе копровъ обходилось въ день: пароваго—17 р., ручнаго—25 руб. и машиннаго—4 руб., то забивка одной сваи стоила:

паровымъ копромъ	—	руб. 35	коп.
ручнымъ »	4	» 70	»
машиннымъ »	2	» 25	»

Слѣдуетъ имѣть въ виду, что подобная дешевизна работы парового копра можетъ имѣть мѣсто лишь при весьма значительномъ числѣ забиваемыхъ свай (въ Ригѣ приходилось ихъ забивать 12.000 штукъ). Однако, при количествѣ забиваемыхъ свай около 500—600 коперъ Левицкаго можетъ уже конкурировать съ машиннымъ воротковымъ.

Кромѣ Риги коперъ Левицкаго работалъ на Динабурго-Витебской желѣзной дорогѣ и съ такимъ же успѣхомъ.

Коперъ С. Арциша состоитъ изъ обыкновенного деревяннаго остова о двухъ направляющихъ и *паровой бабы* (черт. 110, 111). Паровая баба представляетъ собою паровой цилиндръ, къ поршню котораго прикреплено два штока: нижній сплошной и верхній полый. Нижній штокъ снабженъ остріемъ, помошью котораго онъ насаживается на голову сваи. Голова сваи укрѣпляется въ бугель *A* (черт. 112) помошью четырехъ зажимныхъ винтовъ *C*, *C*. Бугель снабженъ пальцами *B*, *B*, обхватывающими стрѣлы копра. На верхнемъ штокѣ насажена золотниковая коробка *D* (черт. 111 и 113), зажатая въ кольцѣ *A'*, которое, подобно бугелю *A*, снабжено пальцами *B'*, *B'*, обхватывающими стрѣлы копра. Нижній и верхній штоки служатъ направляющею для движенія бабы; причемъ, благодаря свободному движению бугеля *A* и кольца *A'* по стрѣламъ копра, штокъ, какъ направляющая, можетъ постепенно понижаться, слѣдя за погружениемъ сваи въ землю.

Паръ изъ котла по желѣзной колѣнчатой трубѣ *E* поступаетъ въ золотниковую коробку *D*, проходитъ въ кольцевой каналѣ *k* и, при нижнемъ положеніи золотника *S* (черт. 111), черезъ окна *O*, *O* вступаетъ во внутреннюю полость верхняго штока. Пройдя штокъ, паръ черезъ отверстіе въ верхней части поршня входитъ въ бабу и поднимаетъ ее. При подъемѣ бабы кулакъ *n*, установленный на извѣстной высотѣ штанги *L*, нажимаетъ на собачку *F*; нижній конецъ этой собачки выходитъ изъ зарубки *f*, сдѣланной на стержнѣ *G*. Стержень *G* свободно движется въ вертикальномъ каналѣ, сдѣланномъ въ золотниковой коробкѣ; верхній его конецъ скрѣпленъ съ золотникомъ *S*, а нижній снабженъ кольцомъ, къ которому привязывается веревка *V*.

Съ выходомъ нижняго конца собачки изъ зарубки f , стержень G не въ состояніи болѣе удерживать золотникъ въ нижнемъ его положеніи, потому послѣдній, подъ вліяніемъ давленія пара внутри его, поднимается. Съ поднятіемъ золотника (черт. 113), впускъ пара во внутрь бабы прекращается; окна золотника выходятъ изъ предѣловъ золотниковой коробки, внутренность бабы сообщается съ наружнымъ воздухомъ, и паръ изъ нея уходитъ. Баба падаетъ. Послѣ удара бабы о сваю, послѣдняя быстро погружается на нѣкоторую глубину въ землю; вмѣстѣ съ этимъ быстро же опускается и поршень со штокомъ и съ насаженою на немъ золотниковою коробкою. Встрѣчая сопротивленіе со стороны сваи, поршень со штокомъ сейчасъ же и останавливается, золотникъ же, съ прикрепленнымъ къ нему стержнемъ G , продолжаетъ по инерціи двигаться, а потому нижній конецъ собачки F снова входитъ въ зарубку f , будучи побуждаемъ къ тому давленіемъ пружины h . Съ паденіемъ стержня G и золотника, возвращается впускъ пара, который, не будучи въ состояніи приподнять золотникъ, снова приподнимаетъ бабу, и т. д.

Веревка V служить для опусканія золотника въ началѣ и въ концѣ работы, а также и въ томъ случаѣ, когда при паденіи бабы стержень G не успѣль самъ собою опуститься на столько, чтобы собачка F вошла въ зарубку f .

При поднятіи бабы воздухъ изъ-подъ поршня выходитъ изъ бабы по каналу m . Для облегченія выпуска мятаго пара и конденсаціонной воды, а равно для устраненія охлажденія бабы мятый паръ помощью особаго клапана въ поршнѣ и маленькаго канала въ верхней части нижняго штока можетъ отчасти проходить и подъ поршень.

Высота подъема бабы можетъ регулироваться положеніемъ кулака n на штангѣ L .

Баба, работая автоматически, дѣлаетъ до 50 ударовъ въ минуту при высотѣ подъема въ 3'. Если собачка сама не успѣваетъ захватывать стержень G , что случается, напр., при очень малыхъ осадкахъ сваи, такъ что каждый разъ для выпуска пара приходится дергать за веревку V , то число ударовъ въ минуту уменьшается до 20—10.

Согласно заявлению Г. Арциша оказывается, что 3 саженныя 7 вершковыя сваи, при вѣсѣ бабы въ 53 пуда и 42 ударахъ въ минуту, забиваются въ плотные грунты въ теченіе 6 — 10 минутъ. Считая время на передвиженіе копра и другія работы, на забивку одной сваи приходится нѣсколько меньше часа.

Согласно опытамъ инж. Баталина, семи саженныя сваи въ торфяной грунтъ забиваются въ $1\frac{1}{2}$ раза быстрѣе копромъ Арциша, чѣмъ ручнымъ; работа обходится также въ $1\frac{1}{2}$ раза дешевле.

Къ недостаткамъ копра Арциша относятъ: далеко не всегда достигаемую автоматичность работы, частую поломку нѣкоторыхъ частей и сравнительно малую высоту подъема бабы.

Цѣна бабы Арциша съ 6-ти сильнымъ котломъ около 1.600 руб.

Коперъ Лакура (Lacour) представляетъ одну изъ наиболѣе простыхъ по конструкціи разновидностей паровыхъ копровъ (черт. 114 — 116). Онъ состоитъ изъ обыкновенного деревянного остова и бьющаго прибора, который при своемъ движеніи направляется пальцами *ll*, проходящими между стрѣлами копра и закрѣпленными сзади широкими подгаешниками. Бьющій приборъ состоитъ изъ тяжелаго чугуннаго цилиндра *A*, играющаго роль бабы, и заключеннаго въ немъ поршня *e*, стержень котораго *f* проходитъ чрезъ дно цилиндра и опирается непосредственно на забиваемую сваю. Отверстіе *n* въ нижней части цилиндра служить для выпуска воздуха изъ-подъ поршня; другое отверстіе *m*, помѣщенное отъ дна на разстояніи нѣсколько превосходящемъ толщину поршня, даетъ выходъ пару изъ цилиндра, когда послѣдній поднимается выше нормы. Паръ доставляемый котломъ, приводится къ аппарату гибкимъ каучуковымъ рукавомъ, примыкающимъ къ паровпускной трубѣ *h*; выпускъ пара изъ цилиндра производится загнутою трубкою *k*. Кранъ *g* снабженъ снаружи двуплечимъ рычажкомъ, къ обоимъ концамъ котораго привязано по веревкѣ. Дергая то одну, то другую, можно по произволу открывать или закрывать кранъ и тѣмъ приводить въ сообщеніе верхнюю часть цилиндра то съ приводящей, то съ отводящею паръ трубками.

Коперъ Лакура можетъ дѣйствовать автоматически или вручную.

Послѣднее производится слѣдующимъ образомъ: рабочій, управляющій движеніемъ копра, потянувъ за веревку, привязанную къ ручкѣ распределительного крана g , впускаетъ паръ въ цилиндръ, который и поднимается, опираясь на поршень, стоящій на сваѣ. Когда баба достигла желаемой высоты, рабочій быстро открываетъ отверстіе k , поворачивая кранъ g въ обратную сторону помощью второй веревки, привязанной къ ручкѣ крана; при этомъ баба падаетъ на сваю. Рабочій снова тянетъ первую веревку и т. д. По окончаніи забивки сваи, бьющій приборъ поднимается на цѣпи паровою лебедкою и устанавливается на другой сваѣ. Для удобства дѣйствія приборомъ обѣ веревки, привязанныя къ крану, соединены въ одну непрерывную и переходятъ черезъ 2 блока, помѣщенные вверху и внизу копра, по которымъ веревка и движется свободно при поднятіи и опусканіи бабы. Рабочему остается только въ определенные моменты нѣсколько задерживать или подергивать веревку, и удары слѣдуютъ непрерывно одинъ за другимъ.

Автоматичность парораспределенія достигается тѣмъ, что къ крану g придѣлывается рычагъ, на одномъ концѣ котораго помѣщается гиря, стремящаяся повернуть кранъ въ положеніе, при которомъ паръ входитъ въ цилиндръ; однако, вѣсъ гири самъ по себѣ недостаточенъ для преодолѣнія тренія при вращеніи крана. Къ противоположной оконечности рычага привязана веревка, закрѣпленная другимъ своимъ концомъ къ забиваемой сваѣ и имѣющая такую длину, чтобы она натягивалась и открывала выпускное отверстіе k нѣсколько раньше, чѣмъ баба поднимется до высшей точки своего хода. При такомъ устройствѣ, если мы повернемъ кранъ g и пустимъ паръ въ приборъ, то баба поднимется, но прежде нежели нижнее дно ея встрѣтить поршень, веревка натягнется и кранъ повернется для выпуска пара. Баба начнетъ падать и ударится о голову сваи. Въ этотъ моментъ надѣтая на рычагъ гиря, слишкомъ легкая для того, чтобы преодолѣть треніе крана въ покойномъ состояніи, — въ моментъ удара, въ силу инерціи движенія, побѣждаетъ это треніе и опускается, поворачивая кранъ и открывая, такимъ образомъ, доступъ пару въ цилиндръ. Баба вновь подымается, дергаетъ за

веревку, падаетъ и т. д.; работа идетъ непрерывно, пока открыть кранъ парового котла.

Очевидно, что, измѣняя длину веревки, идущей отъ крана *g* къ сваѣ, можно нѣсколько регулировать высоту поднятія бабы. Всѣ бабы въ копрѣ Лакура составляютъ 1.000 килогр. Необходимая при этомъ поверхность нагрѣва котла — 10 кв. мет. Баба дѣлаетъ при ручномъ управлениі около 30 ударовъ въ минуту.

Пороховые копры. Изобрѣтенный въ 1871 г. американцемъ Шоу (Shaw) пороховой коперъ представляетъ остроумное и во многихъ случаяхъ весьма производительное и экономическое приспособленіе для забивки свай. Главныя достоинства этой системы заключаются въ сравнительной простотѣ устройства копра, значительной силѣ ударовъ и поэтому быстротѣ работы въ извѣстнаго рода грунтахъ и, наконецъ, дешевизнѣ двигателя, которымъ является обыкновенный пушечный порохъ. Сила взрыва пороха утилизируется въ этомъ копрѣ какъ для подъема бабы, паденіе которой производить взрывъ патрона въ пушкѣ, насаженной на голову сваи, такъ и для усиленнаго погруженія послѣдней въ грунтъ вслѣдствіе *отдачи* пушки при взрывѣ.

Здѣсь будетъ приведено описаніе конструкціи копра Шоу, выставленнаго на всемирной выставкѣ въ Филадельфіи въ 1876 г.

Остовъ копра (черт. 117) помѣщенъ на колесахъ и имѣть нижнюю горизонтальную раму, а также задній подкосъ, играющій роль лѣстницы, — деревянными, направляющія же *AA* (черт. 121, 122) сдѣланы изъ корытообразнаго желѣза. На верху копра и у нижняго конца лѣстницы помѣщаются два шкива *D* и *E*,透过 которые проходитъ канатъ съ крюкомъ, служащій для первоначального поднятія бабы, а также для установки сваи передъ забивкой. На основѣ копра находится также ручка *F* нажимного тормаза, которымъ останавливается движеніе бабы. Устройство этого тормаза объяснено ниже.

Собственно забивка производится при помощи слѣдующихъ частей копра: пушки, бабы и воздушнаго тормаза. Пушка, представленная на чертежѣ 118 въ фасадахъ, разрѣзъ и планъ, дѣлается изъ чугуна

и ставится нижней своей частью *b* на голову забиваемой сваи. Въ верхней части пушки высверлено цилиндрическое, съ незначительнымъ расширенiemъ кверху, жерло *a*, въ которое бросаются пороховые патроны. Для удержанія пушки возлѣ стрѣлъ копра къ ней придѣланы два крыла *cc* (черт. 118 и 122) съ приболченными по краямъ желѣзными полосками *dd*, захватывающими короткія полочки корытообразныхъ направляющихъ. Для подъема пушки канатомъ на передней сторонѣ ея имѣется шпинекъ *Z*. Вѣсъ пушки—620 килогр. (37 пуд.).

Баба (черт. 119) состоитъ изъ двухъ частей: верхней—чугунной, съ цилиндрическимъ, кверху нѣсколько расширяющимся каналомъ *a₁*, діаметръ которого больше діаметра жерла *a* пушки, и нижней—желѣзнаго стержня *f*, укрѣпленного въ верхней части помошью длинной цапфы и сквозного болта. Внизу стержень утолщенъ и укрѣпленъ стальными кольцами, наружный діаметръ которыхъ почти равенъ внутреннему діаметру жерла пушки. Баба имѣеть въ своей чугунной части, также какъ и пушка, два крыла *cc* съ полосками *dd*, помошью которыхъ обхватываетъ направляющія копра и свободно движется по нимъ. Для подъема бабы канатомъ имѣется также шпинекъ *Z*. Вѣсъ бабы—1036 килогр. (63 пуда).

Воздушный тормазъ (буфферъ) (черт. 120) представляетъ собою желѣзный дискъ *g*, укрѣпленный на стержнѣ *h* къ головѣ копра подъ шкивомъ *i*. Дискъ имѣеть діаметръ, равный внутреннему діаметру цилиндрическаго канала *a₁* въ бабѣ, и служить для постепенной остановки подъема бабы посредствомъ сжатія воздуха въ каналѣ входящимъ въ него дискомъ.

Патроны для дѣйствія копра приготавляются изъ пушечнаго пороха въ видѣ прессованныхъ и покрытыхъ парафиномъ и графитомъ цилиндриковъ, діаметромъ 30—35 мм., высотою 35—40 мм. и вѣсомъ отъ 40 до 60 граммовъ.

Работа пороховымъ копромъ ведется слѣдующимъ образомъ: пушка устанавливается на головѣ забиваемой сваи, а баба поднимается канатомъ надъ пушкою на нѣкоторую высоту; послѣ этого въ жерло пушки бросаютъ патронъ пороха ипускаютъ бабу свободно падать.

Баба своимъ стержнемъ f попадаетъ въ жерло пушки a и ударяетъ о лежащій на днѣ его патронъ, который взрывается и выбрасываетъ бабу вверхъ изъ пушки. Во время удара и взрыва свая погружается въ землю отъ дѣйствія двухъ причинъ: удара бабы и отдачи пушки при взрывѣ; величина, или работа этой отдачи измѣряется высотою подъема бабы послѣ взрыва (если только баба не достигла тормаза). При невысокомъ положеніи надъ землею свая съ пушкою, подброшенная вверхъ баба останавливается на нѣкоторой высотѣ въ силу собственного веса, и падаетъ обратно въ пушку, куда къ этому времени успѣваютъ бросить новый патронъ. Опять слѣдуетъ ударъ, взрывъ, подъемъ бабы и т. д. до тѣхъ поръ, пока не остановятъ бабу вторымъ, нажимнымъ тормазомъ или не перестанутъ бросать патроны.

При началѣ же забивки длинныхъ свай, когда пушка находится вблизи головы копра, баба по вылетѣ изъ пушки на своемъ пути наталкивается на буфферъ, дискъ котораго входитъ въ каналъ бабы и, плотно закрывая его, сжимаетъ въ немъ воздухъ; послѣдній, представляя для движенія бабы сильное и постепенно возрастающее упругое сопротивленіе, мало по малу останавливаетъ бабу и почти безъ всякой потери силы отбрасываетъ ее внизъ. Такимъ образомъ въ обоихъ случаяхъ, т. е. стоитъ ли свая низко или высоко, первоначальная большая скорость подъема бабы послѣ взрыва не теряется на ударѣ бабы о вершину копра, а возвращается почти цѣликомъ (кромѣ потерь на треніе бабы о направляющія и диска о бабу) при паденіи бабы внизъ, которая, слѣдовательно, дѣйствуетъ на сваю съ силою удара, равною силѣ предшествовавшаго взрыва. Но такъ какъ при этомъ ударѣ опять происходитъ новый взрывъ въ пушкѣ, то отсюда слѣдуетъ, что въ пороховомъ копрѣ сила, погружающая сваю при ударѣ и взрывѣ, равна почти удвоенной силѣ собственно удара бабы или, говоря иначе, соответствуетъ удвоенной высотѣ паденія бабы, въ случаѣ если послѣдняя уже не достигаетъ тормаза. Изъ сказанного видно также, что присутствіе упругаго воздушнаго тормаза равносильно подъему стрѣль копра до такой высоты, при которой баба при полетѣ вверхъ всегда останавливалась бы отъ дѣйствія собственной тяжести.

Послѣ залога въ 12—20 ударовъ стержень бабы долженъ быть очищенъ отъ копоти и смазанъ саломъ. Количество же остающихся въ самой пушкѣ продуктовъ сгоранія патроновъ весьма незначительно и выносится изъ нея взрывомъ. При числѣ непрерывно слѣдующихъ одинъ за другимъ ударовъ большемъ 20-ти, пушка настолько нагревается, что брошенный въ нее патронъ можетъ воспламениться до удара по немъ стержнемъ бабы, а потому послѣ залога въ 20 ударовъ пушкѣ надо давать время остить. Начинаютъ работу обыкновенно малыми патронами, вѣсомъ 10—12 грам. и постепенно увеличиваютъ зарядъ. Иногда, если свая идетъ трудно, кладутъ двойные заряды; впрочемъ, это довольно опасно, такъ какъ чугунная пушка можетъ быть разорвана (что и случилось, напр., съ пороховымъ копромъ, работавшимъ при постройкѣ моста Императора Александра II въ С.-Петербургѣ).

Чтобы имѣть возможность удерживать бабу во время ея движенія, напр., на время чистки стержня, или въ видахъ регулированія высоты паденія, пороховой коперъ снабжается механическимъ тормазомъ, устроеннымъ на направляющихъ копра (чертежи 121 и 122). Тормаженіе производится полосою тавроваго желѣза *BB*, которая можетъ быть прижата къ полочкамъ корытообразныхъ направляющихъ помощью натяженія рычагомъ *F* (черт. 117) стержня *GH*, прикрепленного къ длинной вѣтви колѣнчатаго рычага *K*, короткая вѣтвь котораго, несущая тавръ *BB*, будетъ при этомъ опускаться, заjmая полоску *d* бабы между тавромъ и палочкою направляющей.

Для удобства бросанія патроновъ въ пушку къ направляющимъ прикреплены куски угловаго желѣза, образующи ступеньки лѣстницы, на которую становится рабочій, держащій патроны.

Къ недостаткамъ порохового копра слѣдуетъ отнести страшный шумъ, производимый взрывами патроновъ. Это обстоятельство дѣлаетъ неудобнымъ употребленіе такого копра въ городахъ, гдѣ при этомъ сильно пугаются лошади.

Изобрѣтатель принимаетъ за норму для забивки одной сваи въ грунтѣ средней плотности, на глубину 7,5 метр. — восемь ударовъ въ продолженіи лишь одной минуты времени и стоимость забивки (пороха) — около 30—40 коп.

Для оцѣнки успѣшности работы копра дѣйствительной приведемъ нѣкоторыя числовыя данныя. При постройкѣ верфи въ League-Island (Америка) коперъ Шоу употребляли для забивки свай діам. 25 сант. (10 дюйм.) въ грунтъ, состоявшій изъ верхняго слоя глинистаго ила, подъ которымъ залегалъ слой плотной глины съ гальками. Всѣ бабы и пушки были нѣсколько менѣе, чѣмъ въ описанномъ выше; тѣмъ не менѣе, въ среднемъ, коперъ забивалъ сваи на глубину 5,87 метр. посредствомъ 5,2 удара, причемъ на каждую тратилось лишь по 254 грамма пороха. Наибольшая производительность копра доходила до 12 забитыхъ свай въ часъ, или 50 въ день.

Коперъ Шоу, работавшій близъ Филадельфіи и имѣвшій высоту 14 метр., забивалъ незаостренныя сваи діаметромъ 20 сант. и длиною 6 метр. въ теченіи 1 минуты 18-ю ударами на глубину 5,5 метр. въ глинистый грунтъ. При послѣднихъ ударахъ въ пушку бросалось по 2 патрона и высота поднятія бабы доходила до 3,5 метр.

По нѣкоторымъ нѣмецкимъ даннымъ, при забивкѣ свай на глубину 4,6 метр. въ плотный песчаный грунтъ съ гравіемъ, пороховой коперъ долженъ былъ производить до 300 ударовъ на сваю, причемъ каждый ударъ обходился 0,1 марки = 4,5 коп., и въ общемъ забивка одной сваи стоила очень дорого—до 15 руб. Сверхъ того отъ быстро повторявшихся сильныхъ ударовъ баба портилась и скоро приходила въ негодность.

Въ Европѣ пороховые копры введены Ридингеромъ (Аугсбургъ), придавшимъ имъ нѣсколько иную конструкцію, чѣмъ Шоу. Коперъ Ридингера вѣситъ около 8000 килогр. (при всѣхъ бабахъ—700 кил. и пушки — 300 кил., стоитъ на заводѣ 4800 марокъ (2.400 руб.). При постройкѣ одного моста близъ Дрездена такой коперъ въ теченіи 12 часовъ забивалъ 20 свай на глубину 2—2,5 метр. въ плотно-слежавшійся гравелистый грунтъ. На сваю приходилось до 60 ударовъ. При копрѣ находилось отъ 6 до 8 рабочихъ. Стоимость забивки одной сваи, считая всѣ расходы по содержанію копра и погашенію его стоимости съ %, составляла 8,75 мар. или около 4 руб.

У насъ въ Россіи пороховой коперъ работалъ въ началѣ постройки моста Императора Александра II въ С.-Петербургѣ, но былъ остав-

ленъ, вслѣдствіе дорого обходившейся работы и нѣкоторыхъ другихъ неудобствъ, между прочимъ, производимаго имъ шума.

Погруженіе свай помошью струи воды. Кромѣ описанныхъ выше приспособленій, служащихъ для забивки свай, т. е. кромѣ собственно копровъ, для той же цѣли примѣняются еще и нѣкоторыя другія или какъ самостоятельно дѣйствующія, или только какъ вспомогательныя при употребленіи копровъ. Эти приспособленія служатъ для разрыхленія грунта подъ сваями посредствомъ струи воды и для опусканія такимъ образомъ свай, причемъ послѣднія бываютъ или обыкновенныя (способъ Glean'a), или спеціально приготовленныя для указанной цѣли (способъ Brunlees'a).

Первый способъ впервые примѣненъ былъ J. Glean'омъ въ 1862 г., во время Американской войны за независимость, при забивкѣ свай, длиною 3,5—6,5 метр., въ песчаное дно бухты Mobile съ цѣлью защиты отъ занятія ея непріятельскими кораблями. Погруженіе свай производилось вліяніемъ одного только размыва грунта у острія сваи сильною струею воды, выбрасываемою изъ пожарного рукава. Для доставленія струи воды служила паровая пожарная помпа. Близъ острія въ сваю забивались два желѣзныхъ пробоя, одинъ надъ другимъ, черезъ которые просовывался отверстіемъ внизъ наконечникъ пожарного рукава, располагавшагося параллельно со сваею. Во время погруженія свай отверстіе наконечника рукава удерживалось особой веревкой на одномъ уровнѣ съ остріемъ сваи; когда же требуемая глубина опусканія свай была достигаема, — веревка отпускалась и рукавъ вмѣстѣ съ наконечникомъ вытаскивался. Грунтъ на днѣ бухты состоялъ изъ чистаго песка, и скорость погруженія свай достигала 0,3 метр. въ секунду.

Способъ Glean'a получилъ значительное распространеніе въ Европѣ и въ настоящее время довольно часто употребляется при погруженіи какъ отдѣльныхъ, такъ и шпунтовыхъ свай. Въ Россіи способъ Glean'a впервые былъ употребленъ въ Либавѣ. Для проведенія воды къ острію свай пользуются одною или, лучше, двумя прямymi газовыми трубками, діаметромъ отъ 25 до 70 мм., концы которыхъ оттягиваются до діаметра 15 — 20 мм.; трубы эти снабжаются еще двумя или

большимъ числомъ небольшихъ боковыхъ отверстій (20 — 10 м.м.) (черт. 123). Трубки эти свободно прилегаютъ къ сваѣ или прикрепляются къ ней небольшими скобами или просто веревкою. Свободное примыканіе трубки къ сваѣ не только не вліяетъ на правильный ходъ сваи, но даже представляетъ нѣкоторое удобство: въ случаѣ засоренія отверстій легко такую трубку приподнять и даже совсѣмъ вынуть изъ земли, а затѣмъ снова ее погрузить. Верхній конецъ трубки загибается и къ нему прикрепляется резиновый рукавъ отъ насоса. Для того чтобы удобнѣе было маневрировать съ такими трубками, которые дѣлаются длиною до 3—5 саж., къ загнутому верхнему ихъ концу привязывается веревка, перекидываемая черезъ блокъ у головы сваи, и къ ней привязывается какой-нибудь грузъ (черт. 124).

При забивкѣ свай отдельныхъ, пользуясь двумя трубками, располагаютъ ихъ: одну противъ сваи, другую сзади, въ плоскости проходящей между направляющими копра (черт. 125). При забивкѣ свай шпунтовыхъ тоже предпочтительнѣе пользоваться двумя трубками, располагая ихъ по обѣимъ сторонамъ забиваемаго ряда противъ стыка между сваею ранѣе забитою и забиваемою. Такое расположеніе трубы способствуетъ достижению плотности ряда, такъ какъ при этомъ вода не позволяетъ частицамъ грунта попадать между сваями. При пользованіи струею воды для погруженія шпунтовыхъ свай, лучшіе результаты получаются при забивкѣ ихъ по одиночкѣ. Правильность положенія отдельныхъ шпунтовыхъ свай достигается при этомъ помощью поплавковъ, клиньевъ, цѣпей (черт. 126), о чёмъ подробнѣе будетъ сказано ниже, въ статьѣ о забивкѣ сплошныхъ рядовъ.

Вода къ острію сваи доставляется ручными или паровыми насосами, пожарными трубами или непосредственно изъ городского водопровода. Въ большинствѣ случаевъ достаточно бываетъ центробѣжного насоса съ локомобилемъ, *maximum* въ 10—12 силъ.

Въ рыхлыхъ песчаныхъ грунтахъ при содѣйствіи струи воды свая можетъ погружаться своею собственною тяжестью, и въ такомъ случаѣ коперъ нуженъ только для направленія свай. Въ болѣе плотныхъ грунтахъ сваю нужно бывать нагружать, для чего и пользуются бабою, которую ставятъ на голову сваи, и даже помогать

погруженю сравнительно легкими ударами бабы. При случайныхъ остановкахъ сваи, особенно въ началѣ погруженія, достаточно бываетъ легкихъ ударовъ кувалдою сбоку или поворачиванія сваи изъ стороны въ сторону, чтобы заставить ее идти въ землю.

При глубоко-опускаемыхъ сваяхъ нагрузка ихъ безусловно необходима, такъ какъ давленіе выбрасываемой изъ рукава воды хотя, съ одной стороны, и облегчаетъ опусканіе, уменьшая трение между сваею и окружающимъ ее грунтомъ и разрыхляя послѣдній, но, съ другой стороны, стремится также и поднять сваю вверхъ.

Иногда къ ударамъ бабою прибѣгаютъ только въ концѣ забивки или потому, что свая безъ такихъ ударовъ не погружается, или же думая достигнуть этимъ большаго сопротивленія сваи, причемъ, опасаясь, что вода можетъ разрыхлить грунтъ на излишнюю глубину, прекращаютъ дѣйствіе водяной струи. Однако, опытъ показываетъ, что отказы свай, забитыхъ при помощи струи воды, ничуть не меньше тѣхъ, которые получаются при забивкѣ работою одной только бабы.

Пуская струю воды, забитую сваю легко выдернуть, а это, какъ мы видѣли, должно представлять тоже большое удобство.

Легкость и быстрота прониканія на значительную глубину въ землю трубокъ, черезъ которыя идетъ струя воды, а равно и вытаскиванія ихъ изъ земли даютъ возможность пользоваться ими для предварительного изслѣдованія грунта въ отношеніи возможности встрѣчи какихъ-либо препятствій, которыя могли бы затормазить или совершенно задержать погруженіе свай.

Число рабочихъ, необходимыхъ при копрѣ, дѣйствующемъ водяною струею, зависитъ отъ его высоты, тяжести и т. п., собственно же для управлениія водою необходимо на каждую трубку: 1 рабочій для подниманія и опусканія трубки, 1—для направленія трубки и 1—при рукавѣ.

Чтобы судить о вліяніи воды на быстроту забивки, приводимъ данные инж. Лебединскаго относительно забивки свай въ песчаный грунтъ при постройкѣ одного моста по Орловско-Витебской жел. дорогѣ: 4 саж. свая подъ вліяніемъ только струи воды погружалась на глубину 2,35 саж. въ 7 минутъ, затѣмъ до глубины въ 2,60 саж.

погружение производилось при одновременном действии воды и удара бабы въ теченіи 28 минутъ; 5 саж. свая действиемъ одной только воды погружалась на глубину 2,35 саж. въ 7 минутъ, затѣмъ добивалась до глубины въ 3,70 саж. въ теченіи 1,38 мин. На забивку 4 саж. сваи простымъ машиннымъ копромъ, безъ воды, требовалось 1 день, а на забивку 5 саж. сваи— $1\frac{1}{2}$ дня.

Имѣющіяся въ настоящее время опытныя данныя показываютъ, что примѣненіе способа Glean'a весьма успешно въ песчаныхъ и гравелистыхъ грунтахъ и, наоборотъ, совсѣмъ невыгодно въ глинистыхъ и торфяныхъ.

Способъ Glean'a представляетъ слѣдующія преимущества предъ обыкновенною забивкою, безъ воды:

- 1) значительное сбереженіе времени и сокращеніе расходовъ;
- 2) возможность употреблять для свай дерево такого размѣра и качества, которыхъ, при данномъ твердомъ грунте и потому тяжелой бабѣ, не допускали бы забивку свай обыкновеннымъ способомъ;
- 3) отсутствіе надобности въ употребленіи башмаковъ;
- 4) возможность легко исправлять положеніе неправильно погруженныхъ свай; дѣйствуя обыкновеннымъ ломомъ, при помощи струи воды, легко вытащить сваю въ 3—4 минуты, между тѣмъ вытащить сваю безъ воды стоитъ большаго труда и требуетъ 2—3 часовъ времени;
- 5) возможность легко и быстро изслѣдовать грунтъ передъ забивкою каждой отдельной сваи;
- 6) увѣренность, что свая забита безъ поврежденія ея нижняго конца;
- 7) мало ощущительное сотрясеніе почвы при работѣ, благодаря чему забивка свай не производить вреднаго вліянія на окружающія строенія.

Второй способъ погружения свай помощью струи воды былъ предложенъ еще въ 1853 году Брунлисомъ (Brunlees) и состоитъ въ слѣдующемъ. Чугунныя цилиндрическія полыя сваи (черт. 127) съ наружнымъ діаметромъ 10 дм. и толщиною стѣнокъ $\frac{3}{4}$ дм., составленныя изъ отдельныхъ звеньевъ, внизу заканчиваются плоскимъ

дискомъ, имѣющимъ діаметръ $2\frac{1}{2}$ фута и снабженнымъ на нижней своей поверхности шестью выступающими радиальными ребордами. Въ серединѣ диска имѣется отверстіе діаметромъ 3 дм., въ которое вставляется трубка, діаметромъ 2 дм., приводящая воду. Для погруженія сваи въ грунтъ, ее устанавливаютъ въ надлежащемъ положеніи и въ трубку изнутри сваи накачиваютъ воду насосомъ, производимымъ въ движение шести-сильною паровою машиною. Въ то же время сваю поворачиваютъ то въ одну, то въ другую сторону. Вода, выбрасываемая изъ трубки, разрыхляетъ грунтъ подъ дискомъ (чему способствуетъ также вращеніе сваи и присутствіе реберъ на диске) и выносить его въ стороны, благодаря чему свая углубляется. Скорость погруженія сваи въ песчаномъ грунтѣ доходитъ до 7 фут. въ 20 минутъ.

При устройствѣ опоръ разрушенного бурею Тэйского моста въ Шотландіи, цилиндрическая свая имѣла наружный діаметръ въ 51 сант. и толщину стѣнокъ 2,5 см. Нижній дискъ (черт. 128) съ ребордами, діаметромъ 1,2 мерт., отливался отдельно и былъ скрѣпляемъ со сваею болтами.

При постройкѣ одного моста въ Чили, сваи имѣли размѣры: діаметръ цилиндрической части 0,300 и 0,375 метр., толщина стѣнокъ 40 и 25 мм., діаметръ диска 0,915 и 1,065 мерт. Вода доставлялась трубою діаметромъ 125 мм., діаметръ ея наконечника 75 мм., отверстіе же въ диске имѣло діаметръ 150 мм. Глубина погруженія въ песчаноилистый грунтъ доходила до 8,54 метр., время погруженія одной сваи — 18 часовъ. Погруженіе производилось при непрерывномъ вращеніи сваи въ одну сторону, для чего на нее надѣвался горизонтальный деревянный шкивъ, черезъ который передѣгивался безконечный проволочный канатъ, обматывавшій барабанъ парового кобестана. Для сохраненія направленія сваи, ее зажимали между брусьями подмостей. Общій видъ расположенія работъ показанъ на черт. 129.

О чугунныхъ полыхъ сваяхъ, опускаемыхъ въ грунтъ по способу Потта (выкачиваніемъ воздуха изъ внутренней полости свай) упоминается въ статьѣ о кессонахъ.

Приспособленія для завинчиванія свай. Винтовыя сваи обыкновенно завинчиваются въ грунтъ помошью рычаговъ, или *аншпуговъ*, вставляемыхъ въ такъ наз. *наголовникъ*, надѣваемый на сваю и захватывающій ее при вращеніи. Если у самаго мѣста завинчиванія сваи есть возможность поставить рабочихъ (напр. на суднѣ или на льду), то аншпуги приводятся во вращеніе непосредственно людьми. При этомъ наголовникъ, по мѣрѣ погруженія сваи, передвигается вверхъ вдоль нея. Свая при завинчиваніи удерживается *направляющею рамою*, прикрепляемою къ подмостямъ, судну или плоту, съ которыхъ производится завинчиваніе, или располагаемой на льду, при работе зимою. Наголовникъ простѣйшаго устройства *) представленъ на черт. 130 и состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ листовъ *ab* и *a₁b₁*, съ четыреугольнымъ отверстиемъ по серединѣ для пропуска сваи; между листами помѣщены клинья, стянутые болтами *cc*, проходящими черезъ листы. Въ промежутки между клиньями въ наголовникъ вставляются аншпуги, также закрѣпляемые въ немъ болтами. Для завинчиванія круглыхъ деревянныхъ или металлическихъ свай употребляются наголовники иной конструкціи, три образца которыхъ представлены на чертежахъ 131 — 133. Въ первомъ изъ нихъ свая захватывается силою тренія, обнаруживающеюся во время вращенія наголовника между поверхностью сваи и тремя стальными шариками, помѣщенными въ съуживающихся къ одному концу вырезкахъ, сдѣланныхъ въ чугунной ступицѣ наголовника. Во второмъ образцѣ зацѣпленіе сваи производится зубцами, надавливаемыми на сваю аншпугами при вращеніи. Два аншпуга прикреплены неподвижно къ металлическому наголовнику, два же другихъ насажены на осяхъ *a* и *a₁* и, при вращеніи наголовника, нажимаютъ своими оконечностями съ эксцентрическимъ очертаніемъ на зубчатки *b* и *b₁* захватывающія сваю. Въ третьемъ образцѣ наголовникъ насаживается на сваю помошью клиньевъ, а вращеніе наголовника передается сваѣ помошью натяжныхъ болтовъ *bb*, которые одними концами прикреплены къ наголовнику, а другими къ штырю, просунутому чрезъ отверстія, продѣланныя въ стержнѣ сваи.

*) Для деревянныхъ свай.

Направляющая рама обыкновенно состоит изъ нѣсколькихъ не-подвижно установленныхъ бревенъ, въ которыхъ задѣлано металлическое кольцо (втулка), удерживающее сваю при завинчиваніи.

При затруднительности помѣщенія рабочихъ на мѣстѣ завинчиванія сваи, а также съ цѣлью усиленія дѣйствія людей на рычаги прибора, вращеніе аншпуговъ съ наголовникомъ производится часто помошью каната, надѣтаго на концы аншпуговъ, и помѣщенного на нѣкоторомъ разстояніи ворота, на который навивается этотъ канатъ рабочими. Такое завинчиваніе свай на разстояніи было, между прочимъ, примѣнено у насъ въ портовыхъ работахъ въ Керчи (черт. 134). Концы аншпуговъ были снабжены планками *d*, прибитыми подъ угломъ къ верхней поверхности рычаговъ; подъ эти планки пропускался безконечный канатъ, навиваемый на воротъ *B*, а съ другой стороны натягиваемый рабочимъ, во избѣженіе скользенія по аншпугамъ; такимъ образомъ и производилось вращеніе наголовника и завинчиваніе сваи. Для удержанія верха сваи служилъ направляющій брусь *A*, закрѣпленный на подмостяхъ и имѣвшій на концѣ полукруглую вилку, въ которой помѣщалась завинчивающая свая и гдѣ она задерживалась скобою. На брусь *A* возлѣ вилки находился блокъ *M*, черезъ который проводилась цѣпь для поднятія и установки сваи. Направляющій брусь перемѣщался особымъ катучимъ краномъ *C*, двигавшимся на рельсахъ по подмостямъ, на которыхъ также передвигался на тележкѣ и воротъ *B*, приводившій въ движеніе канатъ. Основаніемъ для подмостей служили завинченныя раньше сваи. Для работы употреблялось 7 человѣкъ рабочихъ, а именно:

для вращенія ворота	4
» наблюденія за навиваніемъ каната и для удержанія его.	1
» закладыванія веревки на рычаги наголовника. . .	2

Эти рабочіе могли завинчивать три сваи, на глубину отъ 5 до 9 футъ въ иловато- песчаный грунтъ, въ теченіи $1\frac{1}{2}$ —2 дней.

Наибольшее сопротивленіе завинчиванію свай представляеть грунтъ, состоящій изъ чистаго песка. При примѣненіи для завинчи-

ванія муфть съ аншпугами, длиною въ $2\frac{1}{2}$ саж., 30 человѣкъ рабочихъ едва въ состояніи завинтить въ такой грунтъ винтовую сваю съ діаметромъ лопасти винта около $\frac{1}{2}$ саж. на глубину $1\frac{1}{2}$ —2 саж. Если въ песчаныхъ грунтахъ содержится примѣсь земли или глины, то тѣ же 30 рабочихъ могутъ завинтить сваю на глубину до 5—6 саж. Конечно предѣлъ возможного усилія для завинчиванія свай зависитъ отъ сопротивленія ея скручиванію. Нагнетаніе воды во внутрь полой сваи, открытой также снизу, облегчаетъ значительно погруженіе сваи, уменьшая, главнымъ образомъ, треніе между лопастями винта и грунтомъ. Поэтому такое примѣненіе способа Brunlees'a можетъ быть особенно рекомендовано для завинчиванія свай въ песчаные грунта.

Иногда завинчиваніе свай производится не аншпугами, а помощью особаго станка (черт. 135), вращеніемъ вручную рукоятокъ *M* двухъ безконечныхъ винтовъ *L*, приводящихъ въ движение зубчатое колесо *H*, насаженное на сваю и могущее, по мѣрѣ завинчиванія сваи, перемѣщаться по ней вверхъ, благодаря особому устройству зажимовъ *G*. Это приспособленіе, примененное впервые въ Америкѣ, имѣеть то преимущество, что не занимаетъ много мѣста и требуетъ небольшаго числа рабочихъ, обыкновенно 4-хъ, которые могутъ завинчивать сваи съ винтовыми наконечниками, діаметромъ 1,2 метр., въ твердую известковую породу на глубину 4,5 метр. въ одинъ рабочій день.

Забивка и завинчиваніе отдельныхъ свай.

При описаніи различныхъ приспособленій, служащихъ для погруженія свай въ землю, были указаны и способы дѣйствія ими, а потому въ настоящей статьѣ остается дать только нѣкоторыя общія указанія относительно веденія свайныхъ работъ.

Забивка свай. Работа можетъ быть ведена или на сушѣ, или на мѣстности, покрытой водою. Въ первомъ случаѣ на землю кладется помостъ или ставятся подмостки на козлахъ; во второмъ—работка ведется съ судовъ, плотовъ, подмостей или со льда.

При веденіи работъ на сушѣ могутъ быть три случая: 1) сваи должны быть забиты на всю свою длину въ землю; 2) головы свай должны находиться ниже поверхности земли—обыкновенно ниже горизонта грунтовыхъ водъ; и 3) сваи должны выступать изъ земли на болѣе или менѣе значительную часть ихъ длины.

Въ первомъ случаѣ употребляется помостъ, состоящій изъ бревенчатыхъ подкладокъ, располагаемыхъ черезъ $1 - 1\frac{1}{2}$ сажени, и досчатаго настила. Подкладки выравниваются по ватерпасу, въ случаѣ надобности подъ нихъ забиваются обрубки дерева или складываются городки, если мѣстность не ровная (черт. 136). Доски къ подкладкамъ не прибиваются. Если свайныхъ работъ много и употребляемые копры постановлены на телѣжки, то или по помосту, или непосредственно по землѣ укладывается рельсовый путь, по которому и двигается коперъ. Перемѣщеніе копровъ простѣйшихъ системъ производится помощью ломовъ, или аншпуговъ; если же копры паровые, то очень часто перемѣщеніе производится тою же машиною, которая служить и для подъема бабы. Для того чтобы коперъ не

скользилъ по подмостямъ, если тренія копра по помосту недостаточно, или не двигался по рельсамъ во время работы, его прикрепляютъ къ помосту скобами, затормаживаютъ колеса телѣжки или притягиваютъ телѣжку къ рельсамъ или шпаламъ помощью особыхъ крючковъ съ цѣпями и натяжными винтами.

Если головы свай должны находиться ниже поверхности земли, какъ это бываетъ при забивкѣ свай подъ фундаменты, то работа ведется двояко: 1) вырываютъ соотвѣтственной глубины котлованъ, опускаютъ на дно его коперъ и работу ведутъ такъ же, какъ и на поверхности земли, т. е. устраиваютъ предварительно помостъ. Присачивающуюся въ котлованъ воду отводятъ въ одинъ изъ угловъ, откуда и откачиваютъ. Для удобства работы на днѣ котлована, онъ долженъ быть просторенъ. Если котлованъ тѣсенъ, то, для забивки свай въ углахъ его, нужно имѣть коперъ, нижняя рама котораго имѣеть видъ треугольника, причемъ стрѣлы копра стоятъ у вершины треугольной основы (черт. 64). Если фундаменты имѣютъ видъ стѣнъ, а слѣдовательно и котлованъ принимаетъ форму рвовъ, то, вслѣдствіе тѣсноты послѣднихъ, обыкновенно нельзя бываетъ ставить копры на днѣ и приходится работать съ поверхности земли. Равнымъ образомъ приходится отказываться отъ расположенія копра на днѣ котлована и въ томъ случаѣ, если по мѣстнымъ условіямъ можно ожидать большаго притока воды, а слѣдовательно и дорогого водоотлива. Въ такихъ случаяхъ работа ведется такъ: 2) забиваютъ сваи до поверхности земли, затѣмъ выбираютъ между ними землю и сваи или спиливаютъ, или догоняютъ до проектной глубины, пользуясь или подбакомъ, или такимъ копромъ, въ которомъ стрѣлы продолжаются ниже горизонтальной рамы. При такой догонкѣ свай коперъ ставится на помостъ, располагаемый на недобитыхъ еще сваяхъ, верхи которыхъ для этого выравниваются. При забивкѣ свай въ фундаментныхъ рвахъ, очевидно, можно произвести выемку земли до забивки свай, съ тѣмъ чтобы послѣднимъ ненужно было проходить излишній слой грунта. Для постановки копра надъ рвами, послѣдніе перекрываютъ помостомъ изъ бревенъ и настила, который по мѣрѣ производства работы перемѣщается. На практикѣ встрѣ-

чаются и такие случаи, что сваи, забитыя, положимъ, на половину своей глубины со дна котлована, догоняются до проектной глубины копрами, поставленными наверху котлована; этимъ достигается возможность увеличить высоту подъема бабы надъ сваями на всю глубину котлована.

Если сваи забиваются длинныя, т. е. выступающія изъ земли, напр. при устройствѣ береговыхъ опоръ деревянныхъ мостовъ и т. п., то устраиваются подмости, состоящія изъ козель и половаго настила. Козлы состоять изъ перекладины—бревна въ 5—7 верш. толщины—и четырехъ ногъ изъ брусьевъ или пластинъ, врубаемыхъ въ перекладину косыми шипами съ заплечиками. Ноги располагаются наклонно, для того чтобы козлы были болѣе устойчивы, и приводятся въ треугольную связь (черт. 137). Отдельные козлы располагаются на разстояніи 2—3 саж. и перекрываются бревнами, на которыхъ и кладется половой настиль. Если козлы поставлены чаще, то половой настиль можно класть и непосредственно на нихъ. Если мѣстность волнистая, козлы, очевидно, должны имѣть разную высоту. По мѣрѣ забивки свай, задніе козлы убираются, и ставятся впереди. При этомъ коперъ можетъ быть постепенно передвигаемъ на большое разстояніе впередъ, оставаясь на определенной высотѣ надъ землею. Въ случаѣ надобности на такихъ подмостяхъ укладывается рельсовый путь для движенія копра; козлы при этомъ, конечно, должны быть болѣе прочные.

Если мѣстность покрыта водою, то забивка свай легче всего можетъ быть произведена зимою со льда. При этомъ на льду кладется такой же помостъ, какъ и на землѣ, съ одной стороны — для того чтобы не такъ было холодно стоящимъ рабочимъ, съ другой — для большаго удобства перемѣщенія и закрѣплѣнія копра, а также во избѣженіе несчастій отъ мѣстныхъ обрушеній льда при неравномѣрной его нагрузкѣ. Въ случаѣ надобности по льду можетъ быть уложенъ рельсовый путь, причемъ шпалы или лежни могутъ быть приморожены.

Забивать сваи съ судовъ ручными и простыми машинными копрами можно только подъ временные постройки, напр. подъ времен-

ные мосты, подмостки и т. п., вслѣдствіе того, что эта забивка, вообще недостаточно точная въ смыслѣ правильности положенія свай, еще болѣе ухудшается качкою судна. Качка эта происходит вслѣдствіе работы копра, такъ какъ нагрузка судна постоянно мѣняется въ зависимости отъ того, лежитъ ли баба на сваѣ или поднята надъ нею. Качка эта больше при ручныхъ копрахъ, у которыхъ артель ставится на нѣкоторомъ разстояніи отъ копра. При работѣ съ судовъ копрами паровыми, въ которыхъ одинъ ударъ слѣдуетъ весьма быстро за другимъ, качка бываетъ наименьшая, такъ какъ судно, такъ сказать, не успѣваетъ слѣдить за отдѣльными ударами бабы; поэтому, работая паровыми копрами съ судомъ, можно забивать сваи и подъ постоянныя сооруженія. Кромѣ работы копра качка обусловливается вѣтромъ и волненіемъ.

Коперь ставится или на одномъ суднѣ, или на двухъ (черт. 138); въ послѣднемъ случаѣ суда перекрываются бревнами съ настиломъ, на которомъ и помѣщается коперь. Для упора забиваемой сваи по-перекъ лодокъ укладывается особый брусь съ вырубкою для сваи. Суда устанавливаются на данномъ мѣстѣ помощью одного или нѣсколькихъ якорей или же притягиваются къ ранѣе забитымъ сваямъ.

Плоты для постановки копровъ связываются изъ двухъ или трехъ рядовъ бревенъ (черт. 105) и покрываются настиломъ. Работа съ плотовъ ничѣмъ не отличается отъ работы съ судовъ.

Для забивки свай подъ постоянныя сооруженія на мѣстности покрытой водою въ большинствѣ случаевъ надо устраивать подмости. Если вода не глубока, а теченіе и волненіе слабы, то подмости можно бывать расположить на козлахъ, въ противномъ же случаѣ нужно забить для этого временные сваи.

Видъ подмостей находится въ зависимости отъ рода сооруженія, для котораго онѣ предназначаются. Для постройки, напр., быковъ или устоевъ, вообще сооруженій, имѣющихъ небольшіе размѣры въ планѣ, подмости обыкновенно состоять изъ двухъ рядовъ свай, (черт. 139), окружающихъ сооруженіе и имѣющихъ въ планѣ форму прямоугольника. Сваи каждого ряда стягиваются схватками или перекрываются насадками. Поперекъ насадокъ или схватокъ кладутся

поперечины, а на нихъ половой настиль или наоборот—сваи перекрываются поперечинами, на нихъ располагаютъ продольные лежни и на послѣднихъ кладутъ настиль. Для большей жесткости всей системы между сваями располагаютъ кресты изъ хватокъ или полу-хватокъ. Вдоль длинныхъ рядовъ свай, по поперечинамъ, кладется рельсовый путь, по которому двигается большая платформа, перекрывающая пространство, огражденное этими рядами. На этой платформѣ лежитъ другой рельсовый путь, по направленію перпендикулярному къ первому пути, и по немъ двигается телѣжка съ копромъ. Перемѣщая платформу и телѣжку, коперь можно поставить надъ любою точкою пространства, огражденного подмостями. Если сооруженіе имѣеть большое протяженіе въ одну сторону, напр. мостъ, моль и т. п., то подмости состоять изъ 2, 3 рядовъ свай, расположенныхъ вдоль сооруженія, причемъ сваи перекрываются насадками, поперечинами и настиломъ, и помошью крестовъ приводятся въ треугольную связь. При забивкѣ отдѣльныхъ свай для такихъ подмостей можно пользоваться ранѣе забитыми сваями для забивки послѣдующихъ. Для этого, по мѣрѣ забивки свай, онѣ покрываются настиломъ и на немъ ставится специальный коперь, которымъ можно забивать слѣдующія сваи. Въ качествѣ такого копра съ успѣхомъ можно употреблять паровые подъемные краны съ большимъ выносомъ, какъ это показано на чертежѣ 95 и 140. По этому способу можно забивать не только временные, но и постоянные сваи; другими словами, этотъ способъ даетъ возможность забивать постоянные сваи безъ особыхъ подмостей.

При забивкѣ свай на водѣ, верхи ихъ должны или выступать изъ воды, или приходиться на нѣкоторой глубинѣ подъ водою. При устройствѣ подмостей въ первомъ случаѣ, помостъ располагается на той высотѣ, на которой должны приходиться головы свай; во второмъ случаѣ—по возможности ниже, въ зависимости отъ возможныхъ колебаній горизонта воды въ періодъ работы. Если головы свай должны быть расположены очень низко подъ водою, ихъ приходится забивать съ подбакомъ или брать длинныя сваи и спиливать на требуемой глубинѣ. Послѣднее обходится дороже, но работа идетъ удоб-

нѣе и точнѣе; при болѣе или менѣе значительномъ сопротивлѣніи грунта, сваи, при забивкѣ ихъ съ подбабкомъ, иногда совсѣмъ не идутъ въ грунтъ, такъ какъ подбабокъ поглощаетъ значительную долю работы бабы.

Разбивка свайныхъ работъ на сушѣ и на льду производится такимъ образомъ, что назначаются кольями сперва ряды свай, по этимъ кольямъ натягиваются причалки и по нимъ назначаютъ кольями положеніе отдѣльныхъ свай. Забивку начинаютъ съ крайнихъ свай; къ этимъ сваямъ притягиваютъ схватки (черт. 141), между которыми и производится забивка остальныхъ свай. Отдѣльные сваи укрѣпляются между схватками скобами и клиньями, какъ это показано на черт. 142. Загоняя болѣе или менѣе туть или другой клинъ, можно заставлять сваю отклоняться въ ту или другую сторону вдоль ряда. Если ряды длинные, то сперва забиваются отдѣльные сваи, на разстояніи около 3 саж. одна отъ другой, и стягиваются ихъ схватками; между которыми продолжаютъ бить остальные сваи. Послѣ забивки свай, ихъ спиливаютъ, нарубаютъ шипы и т. д.

При забивкѣ свай съ судовъ или съ плотовъ разбивка вообще не можетъ быть произведена точно. Во всякомъ случаѣ и тутъ удобнѣе забить сперва крайнія сваи рядовъ или отдѣльные сваи ряда, на разстояніи около 3 саж. одна отъ другой, стянуть ихъ схватками и остальные сваи забивать уже между этими послѣдними.

При забивкѣ свай помошью подъемныхъ крановъ съ большими выносомъ, положеніе забиваемыхъ свай опредѣляется непосредственнымъ измѣреніемъ длины распорныхъ брусьевъ удерживающихъ сваю въ данномъ положеніи.

При забивкѣ свай съ подмостей, разбивка производится на подмостяхъ и подвижной платформѣ, причемъ на подмостяхъ назначаются зарубками или гвоздями положеніе рядовъ, а на подвижной платформѣ—положеніе отдѣльныхъ свай въ ряду. Для большей вѣрности забивки свай, въ случаѣ сильной качки или волненія, мѣсто, назначенное подъ сооруженіе, обносится иногда сплошнымъ рядомъ свай.

При веденіи свайныхъ работъ нужно имѣть весьма строгій над-

зоръ за рабочими, такъ какъ очень часто случается, что въ трудныхъ случаяхъ, особенно если работа оплачивается сдѣльно, сваи не забиваются на всю проекную глубину, а спиливаются. Во избѣжаніе подобныхъ злоупотребленій полезно бываетъ клеймить сваи близъ головы, надвигать коперъ на забитыя сваи и повѣрять ихъ отказъ, наконецъ, выдергивать сваи. Такое выдергиваніе, помимо контроля глубины забивки, имѣеть еще и то полезное значеніе, что при этомъ является возможность видѣть состояніе свай послѣ ихъ забивки, какъ то: цѣлы ли башмаки, цѣлы ли самыя сваи, не измочалились ли концы. Работа выдергиванія будетъ описана ниже.

При забивкѣ свай ведется журналъ примѣрно такой формы.

Мѣсяцъ и число.	№№ свай.	Раз- мѣры сваи. длин. тол.	Вѣсъ бабы.	Высота подъема.	№ залога.	Число ударовъ въ залогѣ.	Углубленіе сваи послѣ залога.	При- мѣчанія.

Въ послѣдней графѣ помѣщаются различныя свѣдѣнія объ обстоятельствахъ работы, о разныхъ случайностяхъ, причинахъ малой успѣшности или остановокъ въ работе и т. д.

Разныя случайности при забивкѣ свай. Какъ бы тщательно ни велась работа, во всякомъ случаѣ неизбѣжны различныя случайности, которые отзываются какъ на правильности хода свай, такъ и на успѣшности работъ. Всѣхъ случайностей предусмотрѣть невозможно, а потому коснемся здѣсь только нѣкоторыхъ, наиболѣе типичныхъ. Къ такимъ случайностямъ относятся: отклоненіе свай отъ вертикального положенія, вращеніе свай, мнимый отбой или ложный отказъ, пученіе и изломъ свай, потеря башмака и разбиваніе головы сваи.

Отклоненіе свай отъ вертикального положенія можетъ происходить отъ случайныхъ препятствій, встрѣчающихся въ грунтѣ, отъ

неправильности въ установкѣ, заостреніи или прикрепленіи башмака, оть непрямолинейности (кривизны) сваи, неправильной срѣзки головы ея и, наконецъ, оть невѣрной установки копра. Случайныя препятствія, попадающіяся въ грунтъ, вызываютъ наиболыше отклоненіе свай въ томъ случаѣ, когда онѣ залегаютъ не глубоко, и самая свая не пріобрѣла еще достаточной устойчивости, будучи мало погружена въ землю; поэтому, замѣчая отклоненіе сваи, необходимо убѣдиться, нѣтъ ли такого препятствія и, въ случаѣ обнаруженія,—устранить его. Отклоненіе свай, обусловливаемое другими причинами, обнаруживается также по преимуществу въ началѣ забивки, а потому слѣдуетъ выяснить причину ихъ, т. е. провѣрить правильность установки сваи и копра и исправить замѣченные недостатки. При послѣдующей забивкѣ закоперщикъ долженъ внимательно слѣдить за тѣмъ, правильно ли идетъ свая, что ему видно по степени нажима сваи на ломъ. Если, не смотря на всѣ предосторожности, свая продолжаетъ отклоняться, необходимо голову ея подводить подъ удары бабы и даже прибѣгать къ содѣйствію неправильныхъ ударовъ бабы, т. е. направлять послѣдніе такимъ образомъ, чтобы они стремились отклонить сваю въ противоположную сторону. Достигнуто это можетъ быть наклоненіемъ и перемѣщеніемъ копра въ соотвѣтственную сторону, причемъ баба будетъ бить по сваѣ не срединою, а тою или другою стороною. Этими пріемами обыкновенно удается исправить ходъ сваи, если она углублена въ грунтъ не болѣе, какъ на половину ея длины; въ противномъ случаѣ тѣми же пріемами можно будетъ только предотвратить дальнѣйшее отклоненіе сваи. Если неправильный ходъ замѣчается на многихъ сваяхъ,—слѣдуетъ провѣрить заостреніе и срѣзку головы. Если попадаются сваи недостаточно прямолинейныя, то ихъ слѣдуетъ устанавливать такимъ образомъ, чтобы кривизна приходилась въ плоскости ряда свай; при этомъ хотя свая и будетъ отклоняться отъ вертикали, но голова ея все-же не выйдетъ изъ ряда, а это имѣть значеніе въ случаѣ укладки надъ сваями насадокъ (напр. въ ростверкѣ).

Если, не смотря на всѣ принятые мѣры, нарушилась прямолинейность забиваемаго ряда, а на него необходимо наложить насадку,

то приходится поступать такъ: срѣзавъ головы свай подъ одну плоскость, на крайнихъ сваяхъ (*a, a*) (черт. 143) ряда намѣтить положеніе шиповъ, на которые должна сѣсть насадка. Помощью натертой мѣломъ причалки отбить ширину шиповъ на головахъ промежуточныхъ свай, а затѣмъ нарубить и шипы, невзирая на не симметричное ихъ расположение на сваѣ (*b*). Если на какой либо сваѣ (*c*) шипъ приходится далеко отъ центра сваи, его совсѣмъ не нарубаютъ; если шипъ приходится вѣнцѣ очертанія головы сваи (*d*), то къ послѣдней прикрепляютъ «подмогу» и шипъ нарубаютъ на этой послѣдней. Еслибы какая либо свая настолько отклонилась отъ ряда, что даже и при помощи подмоги нельзя было уложить на нее насадку, то такую сваю слѣдуетъ выдернуть и забить вновь.

Вращеніе свай наблюдается въ тѣхъ случаяхъ, когда сваи заготовлены не изъ прямослойнаго лѣса. При такомъ вращеніи свая, во время ея забивки, дѣлаетъ иногда нѣсколько оборотовъ вокругъ своей оси; при этомъ самая забивка немного замедляется, но вреда отъ этого особеннаго нѣть, конечно если свая круглая. УстраниТЬ это можно искусственнымъ постепеннымъ поворачиваніемъ сваи въ противоположную сторону, для чего въ сваю забивается гвоздь, на него надѣвается веревочная петля, въ которую и вставляется ломъ или аншпугъ.

Ложный отказъ, или мнимый отбой выражается въ томъ, что свая или совершенно не идетъ въ землю, или даетъ небольшие отказы, тогда какъ, судя по забивкѣ сосѣднихъ свай, нельзѧ допустить, чтобы такой отказъ былъ явленіемъ нормальнымъ. На одну изъ причинъ подобного отказа было уже указано раньше, а именно на присутствіе случайнаго препятствія въ грунтѣ, но причина эта не единственная. Дѣйствительно, опытъ показываетъ, что иногда свая, давшая отказъ, по истеченіи нѣкотораго времени продолжаетъ погружаться дальше при тѣхъ же самыхъ условіяхъ работы, каковы: вѣсъ и высота подъема бабы и т. п. Наблюдаются такой отказъ при усиленной работѣ, особенно при ручныхъ копрахъ, когда въ залогъ дѣлаютъ свыше 35 ударовъ. При такихъ условіяхъ отказъ можетъ быть объясненъ быстрымъ мѣстнымъ сжатіемъ грунта подъ сваю,

которое уменьшается по мѣрѣ того, какъ частицы грунта уходятъ изъ-подъ сваи, другими словами, по мѣрѣ того, какъ распространяется въ стороны сжатіе грунта. Для того чтобы продолжать забивку сваи, давшей ложный отказъ, можно употребить другой, болѣе сильный коперъ, могущій преодолѣть временно наступившее большое сопротивленіе грунта, или же, проще, слѣдуетъ «дать сваѣ отдохнуть», т. е. начать дальнѣйшую ея забивку только послѣ нѣкотораго перерыва. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ложный отказъ наблюдается на очень многихъ сваяхъ, а потому въ такихъ случаяхъ, во избѣженіе напрасной траты времени, работу слѣдуетъ вести такимъ образомъ, чтобы по полученіи первого ложнаго отказа сваи переходить къ забивкѣ другихъ свай (только не смежныхъ съ первою) и затѣмъ возвращаться къ недобитымъ сваямъ. Иногда, измѣняя быстроту работы бабы, можно совершенно прекратить появленіе ложныхъ отказовъ.

Пученіе свай выражается въ томъ, что отъ дѣйствія удара онъ подаются книзу, а по снятіи бабы вновь приподнимаются. Такое явленіе, если оно обнаруживается въ началѣ забивки, иногда объясняется продольнымъ изгибомъ свай, имѣющихъ нѣкоторую кривизну («свая пружинить»). Если же явленіе наблюдается послѣ забивки сваи на сравнительно большую глубину, то оно можетъ быть объяснено упругостью проходимаго слоя грунта, въ связи съ недостаточнымъ тренiemъ боковой поверхности сваи о грунтъ. Иногда наблюдается и такое явленіе: послѣ забивки нѣсколькихъ свай, начинаютъ вылѣзать изъ земли сваи ранѣе забитыя. Если подобное пученіе наблюдается только надъ немногими сваями, совѣтуютъ дать нѣсколько учащенныхъ залоговъ съ небольшими перерывами. Если же пученіе наблюдается надъ многими сваями, совѣтуютъ забивать ихъ комлемъ, т. е. толстымъ концемъ, съ цѣлью увеличить сопротивленіе подъему свай.

Изломъ сваи, потеря башмака происходить почти исключительно отъ встрѣчи сваею препятствія на большой глубинѣ отъ поверхности. Свая въ такихъ случаяхъ сперва даетъ ложный отказъ; если усилить удары или только продолжать ихъ, свая даетъ сразу большую осадку, а затѣмъ снова отказъ. Рядъ такихъ чередующихся отказовъ и оса-

докъ служить вѣрнымъ признакомъ излома сваи (черт. 144) или потери башмака (черт. 145). Иногда замѣчается вѣданье башмака въ сваю (черт. 146). Въ такомъ случаѣ остается только выдернуть сваю и забить новую съ болѣе тяжелымъ башмакомъ.

Разбиваніе головы сваи выражается сперва въ появленіи продольныхъ трещинъ, а затѣмъ въ измочаливаніи конца сваи. Происходитъ это отъ плохой насадки бугеля, при которой голова сваи недостаточно сильно сжата. Разбиваніе головы чаще случается со сваями, заготовленными изъ сырого, свѣжесрубленного лѣса. Плохую насадку бугеля и поврежденіе головы сваи можно замѣтить по звуку при ударѣ бабы о сваю. Если бугель насаженъ плотно и голова сваи цѣла—звукъ звонкій, въ противномъ случаѣ — глухой. Глухой звукъ, помимо этого, можетъ служить признакомъ внутреннихъ недостатковъ свай, каковы: гниль, дряблость, сильная червоточина; такія сваи идутъ вообще тише и легко ломаются.

Завинчиваніе свай. Для удобства работы наголовникъ, помошью котораго сваѣ передается вращательное движеніе, можетъ быть укрепленъ въ любомъ мѣстѣ по длинѣ сваи; это обстоятельство, въ случаѣ завинчиванія свай на сушѣ, устраниетъ надобность въ устройствѣ какихъ-либо подмостей. Всѣ приспособленія для работы, если завинчиваніе производится рычагами, будетъ заключаться въ установкѣ достаточно высокой треноги, въ которой на трехъ вантахъ помошью блоковъ неподвижно укреплено желѣзное кольцо (втулка), удерживающее сваю при завинчиваніи въ неизмѣнномъ положеніи. На черт. 147 показано подобное завинчиваніе наклонной сваи при посредствѣ каната и ворота. При началѣ работы необходимо направлять нижній конецъ сваи брускомъ *A*, имѣющимъ на концѣ вторую втулку.

При веденіи работъ на мѣстности покрытой водою пользуются судами (черт. 148), плотами, подмостями или обходятся вовсе безъ подмостей, если можно воспользоваться ранѣе завинченными сваями (черт. 134), какъ это имѣло мѣсто въ Керчи, или завинчиваютъ сваи со льда. Завинчиваніе свай представляетъ собою работу болѣе покойную, чѣмъ забивка ихъ, а потому и не вызывающую самостоя-

тельной качки судовъ; вслѣдствіе этого завинчиваніе свай съ судовъ, при отсутствіи сильного волненія, вполнѣ удобно; для того чтобы теченіе не вліяло на правильность работы, суда должны быть установлены на якоряхъ или привязаны къ постояннымъ точкамъ на берегу. Устройство подмостей не представляетъ никакихъ особенностей; они должны быть только достаточно просторны для помѣщенія на нихъ рабочихъ. Разбивка работъ производится такъ-же, какъ и для забиваемыхъ свай. Изъ случайностей, на которыхъ приходится наталкиваться при завинчиваніи свай, можно указать на отказъ свай отъ дальнѣйшаго погруженія, изломъ наконечника и перекручивание стержня.

Отказъ свай можетъ происходить отъ различныхъ причинъ: 1) отъ большаго тренія наконечника о грунтъ, котораго не могутъ преодолѣть рабочие; 2) отъ встрѣчи слоя скалистаго грунта; 3) отъ встрѣчи камня, котораго винтовая лопасть не можетъ сдвинуть въ сторону. Первая причина отчасти можетъ быть устранина; впрочемъ, въ томъ только случаѣ, если винтовой наконечникъ къ тому приспособленъ. Дѣйствительно, если черезъ наконечникъ нагнетать воду, то она въ значительной степени ослабляетъ треніе, и свая можетъ быть завинчена глубже. Если продолжать вращеніе свай, наткнувшись на слой скалы, то она будетъ вращаться безъ погруженія. Насилованіе свай, которая наткнулась на камень и не въ состояніи его сдвинуть, можетъ повлечь за собою изломъ наконечника.

Цѣлость свай при преодолѣніи ею тренія и другихъ препятствій обусловливается исключительно размѣрами частей, а потому передъ проектированіемъ свай необходимо ближе изучить свойства того грунта, въ который предположено ихъ завинчивать.

Забивка сплошныхъ и шпунтовыхъ свайныхъ рядовъ.

Забивка свайныхъ рядовъ имѣть цѣлью образованіе подводной или подземной стѣнки, болѣе или менѣе непроницаемой. Если стѣнка имѣть своимъ назначеніемъ служить для образованія перемычки, перерѣзать водоносные слои и т. п., то она должна быть возможно болѣе водонепроницаема. Если свайный рядъ будетъ служить для поддержанія въ вертикальномъ откосѣ стѣнокъ котлована и уменьшенія только притока грунтовой воды въ него, непроницаемость его можетъ быть меньше. Когда, наконецъ, нужно образовать подводную форму—бездонный ящикъ—для отливки бетоннаго фундамента, то небольшія щели между отдѣльными сваями ряда не только не вредны, но даже и полезны, на что и указывается въ статьѣ о бетонныхъ фундаментахъ.

Назначеніемъ свайныхъ рядовъ обусловливается избраніе того или иного вида свай, бревенъ или брусьевъ, шпунтовыхъ или простыхъ. Такъ, для перемычекъ употребляютъ шпунтовыя доски или брусья, для бетонныхъ ящиковъ и т. п.—бревна или нешпунтованныя доски. Длина свай, глубина ихъ забивки, величина испытываемыхъ ими усилий опредѣляютъ собою размѣры избраннаго вида свай.

Свайные ряды забиваются по прямымъ линіямъ, и, если нужно ими оградить какую либо сомкнутую фигуру, то ее образовываютъ изъ нѣсколькихъ прямолинейныхъ рядовъ. При начертаніи такихъ сомкнутыхъ рядовъ избѣгаютъ, по возможности, входящихъ угловъ съ цѣлью сокращенія общей длины ряда, а слѣдовательно и числа свай, подлежащихъ забивкѣ.

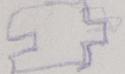
Прямолинейность свайныхъ рядовъ или отдельныхъ прямыхъ участковъ сомкнутыхъ рядовъ достигается употреблениемъ такъ называемыхъ *направляющихъ рамъ*, т. е. парныхъ брусьевъ, обхватывающихъ рядъ съ обѣихъ сторонъ и непозволяющихъ отдельнымъ сваямъ отклоняться въ стороны. Иногда ряды круглыхъ свай забиваются безъ направляющихъ рамъ; въ этомъ случаѣ, очевидно, ничто не мѣшаетъ располагать ряды по кривымъ линіямъ.

Независимо отъ вида свай, изъ которыхъ образуется стѣнка *), непроницаемость ея находится въ зависимости, главнымъ образомъ, отъ правильного положенія отдельныхъ свай въ ряду послѣ ихъ забивки. Правильность же эта обусловливается какъ способомъ производства работъ, а именно: избраніемъ соотвѣтственнаго направленія забивки отдельныхъ свай и постепенностью погруженія всего ряда, такъ и степенью опытности лицъ, непосредственно распоряжающихся работою.

Разсмотримъ эти условія въ отдельности.

Выше, когда рѣчь шла о томъ, съ которой стороны слѣдуетъ скашивать заостреніе свай, было уже указано на то, что шпунтовые сваи слѣдуетъ забивать въ такомъ порядке, чтобы вновь забиваемая свая была обращена пазомъ въ сторону ранѣе забитой, другими словами, чтобы стѣнка забивалась *гребнемъ впередъ*; это и есть первое условіе достижения непроницаемости ряда. Необходимость такого порядка забивки свай объясняется слѣдующими соображеніями. При забивкѣ первой шпунтовой сваи съ квадратнымъ гребнемъ, пазъ ея будетъ заполненъ землею, камешками и т. п. Для того чтобы вторая свая, забиваемая со стороны паза первой, могла плотно примкнуть къ этой послѣдней по всей длины, необходимо, чтобы она своимъ гребнемъ выдавила всю землю, попавшую въ пазъ первой сваи. Но это представляетъ собою весьма трудную задачу при квадратномъ очертаніи паза и гребня. Если же не вся земля будетъ выдавлена

*.) Стѣнка изъ круглыхъ бревенъ ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть водонепроницаемою. Дурно забитая стѣнка изъ шпунтовыхъ свай можетъ оказаться болѣе проницаемою, чѣмъ сплошная стѣнка изъ брусьевъ не шпунтовыхъ, но правильно забитыхъ.



или въ пазъ попадеть камешекъ, то вторая свая своимъ нижнимъ концомъ отойдетъ оть первой сваи, и между ними образуется уширяющаяся къ низу щель. Если же, наоборотъ, вторую сваю забивать со стороны гребня первой, то послѣднему не придется выдавливать землю изъ паза второй сваи, такъ какъ пазъ этотъ остается пустымъ, будучи выше земли. Правда, въ этомъ случаѣ придется второй сваѣ выдавливать землю изъ входящихъ угловъ a b съ окольо гребня первой сваи (черт. 149), но это является работою болѣе легкою, такъ какъ тутъ земля имѣеть болѣе свободный выходъ, чѣмъ изъ паза. При всемъ томъ самая форма заостренія свай способствуетъ сжатию земли въ пазѣ и удаленію ея изъ входящихъ угловъ окольо гребня, какъ это видно по черт. 150 и 151.

Выдавливать землю изъ пазовъ треугольной формы, очевидно, легче, чѣмъ изъ пазовъ квадратныхъ, а потому въ этомъ случаѣ скрѣе уже можно допустить забивку стѣнокъ пазомъ впередъ; но если вспомнить, что треугольные пазы гораздо легче даютъ сквозныя щели (черт. 23), чѣмъ пазы квадратные, то слѣдуетъ признать, что и при забивкѣ свай съ треугольными пазами все же разумнѣе вести стѣнку впередъ гребнемъ, а не пазомъ.

Если же принять во вниманіе, что стоимость работы одинакова, будетъ-ли стѣнка забиваться впередъ пазомъ или гребнемъ, то пренебреженіе такою существенною мѣрою для достиженія большей непроницаемости ряда, допускаемое на нѣкоторыхъ работахъ, можно объяснить только невнимательнымъ отношеніемъ къ дѣлу.

Наибольшая непроницаемость ряда могла бы быть достигнута въ томъ случаѣ, еслибы всѣ отдельные сваи ряда можно было погрузить одновременно, т. е. если можно было бы осадить всю стѣнку цѣликомъ, какъ одну широкую сваю; однако, это оказывается неисполнимымъ вслѣдствіе того, что для каждой сваи или пары свай нужно было бы ставить отдельный коперь. Не говоря уже объ огромномъ расходѣ на приобрѣтеніе большаго числа копровъ, зависящаго отъ длины ряда, неисполнимость такой работы обусловливается самою конструкціею и размѣрами копровъ въ планѣ. При такихъ условіяхъ по неволѣ приходится погружать отдельно каждою сваю или, лучше,—

каждую пару свай, число же одновременно погружаемых свай сообразовывать съ числомъ имѣющихъ копровъ и удобствомъ ихъ расположения. Обыкновенно въ одномъ ряду копры располагаютъ на разстояніи 20—30 свай одинъ отъ другого; при болѣе близкихъ разстояніяхъ и расположениіи копровъ съ одной стороны ряда, остановка работы одного копра можетъ мѣшать успѣху работъ сосѣдняго. Какъ увидимъ ниже, иногда по направленію свойнаго ряда предварительно забиваются одиночныя сваи, для укрѣпленія на нихъ направляющихъ рамъ; въ такомъ случаѣ весь рядъ бываетъ раздѣленъ на прясла или звеня, длина которыхъ опредѣляется разстояніемъ между рамными сваями; въ этомъ случаѣ одинъ коперъ ставится на 1—3 звена, смотря по длинѣ ихъ и удобству работъ. Въ каждомъ такомъ звенѣ, сваи можно забивать двояко: или одну сваю за другую, сразу на всю проектную глубину, или же забивать ихъ всѣ постепенно, т. е. сперва всѣ сваи погрузить, положимъ, на 0,25 саж., затѣмъ коперъ надвинуть снова на первую сваю и, начиная съ нея, осадить весь рядъ еще на 0,25 и т. д., пока рядъ не погрузится на проектную глубину. Второй способъ забивки, вслѣдствіе небольшихъ разностей въ глубинахъ погруженія смежныхъ свай, ближе подходитъ къ одновременному погруженію всего ряда, а потому и даетъ лучшіе результаты въ смыслѣ большей правильности положенія отдельныхъ свай въ ряду, а слѣдовательно и большей непроницаемости его. При такомъ способѣ забивки свай приходится часто перемѣщать коперъ вдоль ряда и всякий разъ вывѣрять его установку. Это обстоятельство отзыается какъ на времени, такъ и на стоимости работъ, почему способъ забивки съ постепеннымъ осаживаніемъ свай употребляется рѣже. Но такъ какъ способъ этотъ обеспечиваетъ большую непроницаемость свайнаго ряда, а это можетъ отозваться на сокращеніи расходовъ по другимъ работамъ, напр. по водоотливу, то онъ, въ концѣ концовъ, можетъ оказаться болѣе выгоднымъ даже и въ экономическомъ отношеніи. Для удешевленія этого способа забивки рядовъ, а равно и для увеличенія успѣха работъ, слѣдуетъ принять мѣры къ облегченію перемѣщеній копра, каковы: прокладка рельсоваго пути вдоль забиваемаго ряда и установка копра на колесахъ.

Во всякомъ случаѣ, при избраниі того или иного способа забивки свайныхъ стѣнокъ, слѣдуетъ имѣть въ виду не одну только сравнительную дешевизну работы, но и степень желаемой непроницаемости ряда. Особенно слѣдуетъ рекомендовать способъ постепенного погружения свай въ тѣхъ случаяхъ, когда стѣнки должны входить въ составъ постоянныхъ сооруженій, каковы: плотины, шлюзы, укрепленія опоръ мостовъ и т. п.

Однако, при соблюденіи вышеприведенныхъ условій, непроницаемость ряда можетъ быть достигнута въ томъ только случаѣ, если каждая отдельная свая будетъ забита вполнѣ правильно.

Неправильный ходъ свай выражается въ слѣдующихъ формахъ:

1) сваи, оставаясь въ одной плоскости, выходятъ изъ параллельного положенія, причемъ или верхніе, или нижніе концы свай расходятся:

- 2) сваи отклоняются въ плоскости перпендикулярной къ ряду *);
- 3) сваи вращаются около своей оси; и, наконецъ,
- 5) сваи теряютъ башмаки и ломаются.

Причины такого неправильного хода свай бываютъ двоякаго рода:

1) неодинаковость сопротивленія грунта въ разныхъ мѣстахъ и случайные препятствія, попадающіяся въ земль въ видѣ камней, кряжей и т. п., и 2) неправильность заостренія свай или скашиванія, неправильная форма или посадка башмака, неправильное направление ударовъ бабы, несоответствіе вѣса бабы и высоты ея подъема съ размѣрами свай и сопротивленіемъ грунта.

Случайные препятствія, встрѣчающіяся въ грунтѣ, въ значительной степени затрудняютъ работу и отражаются на цѣлости и правильности положенія отдельныхъ свай, а потому весьма полезно до приступа къ работамъ произвести изслѣдованіе грунта на глубину погруженія свай, вдоль всего ряда. Такъ какъ въ этомъ случаѣ важно только знать, нѣтъ-ли въ земль камней, кряжей и т. п., то инструментомъ для разведокъ можетъ служить щупъ или просто жѣлезный стержень съ острымъ концомъ. По определеніи щупомъ мѣста расположе-

*) Это сопровождается скальваніемъ гребня или щекъ паза.

ложењія большихъ камней и т. п., послѣдніе могутъ быть вырыты и устраниены или взорваны. Если въ землѣ находится цѣлый слой камней, щепы, обрубковъ и т. п., и нельзя разсчитывать, что сваи безъ вреда для себя прорѣжутъ этотъ слой, то слѣдуетъ вырыть траншею вдоль ряда и выбрать всѣ препятствія. Конечно, не всегда это бываетъ возможно, а потому въ такихъ случаяхъ приходится или брать болѣе толстыя сваи съ тяжелыми башмаками, или измѣнять положеніе самаго ряда.

Сравнительно мелкія препятствія вызываютъ обыкновенно и небольшія отклоненія свай въ стороны. Для исправленія такихъ отклоненій пользуются клиньями, загоняемыми между сваями и брусьями направляющей рамы, небольшими отклоненіями въ направленіи ударовъ бабы, наконецъ, измѣненіемъ вида затески или скашиванія послѣднія вытаскиваются изъ земли. Возможностью регулированія хода свай измѣненіемъ вида заостренія и скашиванія и обусловливается принятие правила—не обдѣлывать нижнихъ концовъ свай заблаговременно, а только передъ употребленіемъ ихъ въ дѣло.

Неправильность въ заостреніи или скашиваніи свай обыкновенно влечетъ за собою отклоненіе свай отъ вертикального положенія и можетъ быть исправлена расклиниваниемъ свай въ направляющей рамѣ, устранена же—исправлениемъ затески нижнихъ концовъ.

При неправильномъ направленіи ударовъ, сваи также отклоняются отъ вертикального положенія.

При несоответствіи силы ударовъ съ сопротивленіемъ грунта и размѣрами свай, послѣднія или совсѣмъ не идутъ въ грунтъ, или идутъ скачками, лопаются, отклоняются въ стороны, теряютъ башмаки. При этомъ наблюдается такое, напр., явленіе: свая не идетъ, несмотря на цѣлый рядъ сильныхъ ударовъ, а затѣмъ сразу опускается на большую величину; это значитъ, что она или преодолѣла препятствіе или раскололась подъ землею; въ такихъ случаяхъ необходимо выяснить истинную причину явленія, а для этого прежде всего надо вытащить сваю и осмотрѣть, въ какомъ она окажется состояній. Если удары бабою слишкомъ быстро слѣдуютъ одинъ за

другимъ, сваи также очень часто перестаютъ идти въ землю; но стоить то илько дать имъ «отдохнуть»—и они снова пойдутъ. Причина такого явленія была уже объяснена выше. Тяжелыя бабы чаше раскальваютъ шпунтовыя доски, чѣмъ погружаютъ ихъ даже въ сравнительно легкій грунтъ.

Трудно дать общія правила, какъ слѣдуетъ поступать въ каждомъ частномъ случаѣ, такъ какъ обыкновенно то или иное явленіе обусловливается цѣлою совокупностью неблагопріятныхъ обстоятельствъ при работѣ.

Очень часто застрявшія сваи рабочіе спиливаютъ, съ тѣмъ чтобы замаскировать неудачу ихъ погруженія. Подобный обманъ можетъ причинить большой вредъ, но обнаруживается обыкновенно слишкомъ поздно, а потому необходимо имѣть строгій надзоръ за работами *).

Направляющія рамы для забивки свайныхъ рядовъ на сушѣ состоять изъ двухъ брусьевъ, стянутыхъ между собою болтами или досчатыми схватками. Рамы эти укрепляются или на предварительно забитыхъ отдѣльныхъ сваяхъ, называемыхъ рамными (маячными), или же на сваяхъ, погружаемыхъ одновременно съ остальными. Въ первомъ случаѣ рамы называются постоянными, во второмъ—подвижными.

Постоянныя направляющія рамы, въ зависимости отъ расположения рамныхъ свай, бываютъ трехъ типовъ:

Рамы первого типа (черт. 152) образуются двумя схватками, притянутыми болтами къ рамнымъ сваямъ, забитымъ черезъ каждыя 1—2 саж. одна отъ другой по направленію самой стѣнки и во всѣхъ углахъ; такимъ образомъ, въ этомъ случаѣ рамные сваи входятъ въ составъ стѣнки. Если рядъ забивается не изъ круглыхъ свай, то при забивкѣ рамныхъ необходимо принять мѣры противъ возможности ихъ вращенія во время забивки. Иногда при забивкѣ шпунтовыхъ досчатыхъ стѣнокъ, на рамные сваи употребляютъ бревна съ вынутыми въ низъ пазами, или (однако рѣдко) безъ пазовъ; въ пер-

*) Въ числѣ мѣръ противъ спиливанія употребляется, напр., клейменіе верхнихъ концовъ свай и воспрещеніе спиливать клейма, подъ условіемъ неплатежа денегъ за сваю безъ клейма.

вомъ случаѣ, очевидно, также нельзя допускать вращенія свай при забивкѣ.

Рамы второго типа (черт. 153) устраиваются такимъ образомъ: по линіи, параллельной сплошному ряду свай, забиваются отдельные круглые сваи *a, a*, на разстояніи 1—2 саж. одна отъ другой; къ нимъ прикрепляется полусхватка *b b*; противъ рамныхъ свай *a, a*, въ притыкъ въ полусхваткѣ, забиваются сваи *c, c*; наконецъ, къ послѣднимъ, помошью сквозныхъ болтовъ, проходящихъ чрезъ сваи *a* и *c*, притягивается вторая полусхватка *d d*.

Такимъ образомъ, въ обоихъ типахъ при самомъ устройствѣ рамъ уже забиваются отдельные сваи, которыя должны войти въ составъ будущей стѣнки; поэтому разстояніе между ними должно быть сообразовано съ шириной брусьевъ или досокъ, назначенныхъ для составленія стѣнокъ.

Рамы третьего типа образуются двумя насадками, которыя укрѣпляются на отдельныхъ круглыхъ сваяхъ, забитыхъ вдоль стѣнки, по обѣимъ ея сторонамъ. Рамныя сваи забиваются или одна противъ другой (черт. 154), или въ шахматномъ порядке (черт. 155) въ разстояніи 1—2 саж. одна отъ другой. Головы рамныхъ свай обдѣлываются шипами, а въ насадкахъ выбираются гнѣзда. При забивкѣ рамныхъ свай, грунтъ вокругъ нихъ нѣсколько уплотняется, а это можетъ отзываться на ходѣ въ землю стѣнки; наибольшее уплотненіе грунта происходитъ при устройствѣ рамъ по третьему типу, если рамныя сваи расположены одна противъ другой. Съ цѣлью ослабленія вредного влиянія мѣстнаго уплотненія грунта иногда рамныя сваи забиваются наклонно (черт. 156), и вместо насадокъ употребляются полусхватки, съ цѣлью еще большаго удаленія рамныхъ свай отъ сплошнаго ряда.

Направляющія рамы всѣхъ описанныхъ типовъ располагаются или на нѣкоторой высотѣ надъ поверхностью земли (или надъ дномъ котлована)—около 0.25—1.0 саж., или на 0.20—0.30 саж. ниже поверхности, для чего, въ такомъ случаѣ, вырываются соответственные канавки. При болѣе высокомъ положеніи рамъ забивка ряда идетъ успѣшнѣе въ смыслѣ его правильности, а потому вообще рамы

следует располагать по возможности выше, особенно же въ томъ случаѣ, когда сваи длинныя и забиваются на большую глубину въ землю. При высокомъ положеніи рамъ, послѣ окончанія забивки ряда, сваи должны высоко выступать изъ земли, въ чёмъ, однако, рѣдко встрѣчается надобность, въ случаѣ расположенія работъ на сушѣ, а потому забитый такимъ образомъ рядъ можно еще осадить въ землю, снявши рамы. Окончательная осадка ряда можетъ быть произведена или совсѣмъ безъ рамъ, или съ подвѣскою рамъ подвижныхъ.

Направляющія рамы двухъ сходящихся рядовъ можно располагать или на одной высотѣ, или одну раму класть выше другой на толщину рамы; послѣднее оказывается вообще болѣе удобнымъ какова бы ни была конструкція рамъ. На черт. 157—160 показаны разные способы пересѣченія рамъ въ углахъ: 1) къ одной угловой сваѣ (черт. 157) прикрепляются обѣ рамы, но при этомъ брусья *a* одной изъ нихъ мѣшаютъ забивкѣ сваи въ другой рамѣ, а потому работу ведутъ двояко: или прикрепляютъ одну раму и забиваютъ въ ней сваи, затѣмъ брусья *a* притягиваютъ болтомъ къ одной изъ промежуточныхъ свай, а конецъ его, приходящійся около угловой сваи, обрубаютъ, послѣ чего прикрепляютъ вторую раму и забиваютъ въ ней сваи; или, вмѣсто обрубки конца рамнаго бруса, послѣдній снимаютъ на время забивки сваи другого ряда, смежной съ угловою; 2) вмѣсто одной угловой, забиваютъ двѣ сваи, какъ показано на (черт. 158—160).

Ширина рамъ, т. е. внутреннее разстояніе между отдѣльными брусьями рамы, дѣлается или равною толщинѣ свай, или немногимъ болѣе этой толщины; въ послѣднемъ случаѣ, для того чтобы каждая свая была плотно зажата въ рамѣ, необходимо загонять клинья между брусьями рамы и сваями. Подбивая и ослабляя тѣ или другія клинья, получаемъ возможность исправлять отклоненія свай отъ правильнаго положенія, а потому широкія рамы предпочтительнѣе. Постоянство разстоянія между брусьями рамы достигается въ первыхъ двухъ типахъ болтами и рамными сваями, а въ третьемъ типѣ — болтами и временными прокладками. При неправильномъ ходѣ, сваи стремятся расширять раму, а потому въ такихъ случаяхъ, не довольствуясь бол-

тами, располагаемыми противъ рамныхъ свай, пропускаютъ еще дополнительные въ промежуткахъ между ними.

Рамныя сваи только въ первомъ типѣ рамъ входять въ составъ свайнаго ряда, а потому, при устройствѣ рамъ по второму и третьему типу, по окончаніи забивки ряда рамныя сваи можно выдернуть. Однако, очень часто рамныя сваи, а особенно рамы оставляютъ и послѣ забивки ряда для приданія ему большей жесткости и устойчивости. Если свайные ряды входять въ составъ постоянныхъ сооруженій, то рамы, служившія при забивкѣ и отчасти износившіяся, замѣняютъ новыми парными схватками или насадками; въ послѣднемъ случаѣ въ насадкѣ выбирается пазъ, а головы свай брускатаго ряда обдѣлываются гребнемъ, на который и надѣвается насадка.

Такая замѣна тѣмъ болѣе необходима, что между рамами и сваями бываютъ обыкновенно забиты клинья, оставлять которые неудобно.

Смотря по размѣрамъ забиваемыхъ свай, глубинѣ забивки свайнаго ряда, степени однородности грунта и желаемой устойчивости ряда, а равно въ зависимости отъ того, предполагается ли сохранить рамныя сваи и рамы и послѣ забивки,—рамныя сваи заготавливаютъ изъ 6—7 вершковаго сосноваго или 5—6 вершковаго еловаго лѣса; на рамы берутъ 5—6 вершковый еловый, а на постоянныя схватки или насадки, укрѣпляемые въ замѣнѣ рамъ,—5—7 вершковый сосновый лѣсъ, смотря по толщинѣ стѣнки. Рамы заготавливаются изъ брусьевъ, отесанныхъ на 1—4 канта, или изъ пластинъ.

Рамныя сваи шпунтовыхъ досчатыхъ стѣнокъ, при устройствѣ рамъ по первому типу, обыкновенно бываютъ толще остальныхъ свай ряда и заготавливаются изъ круглаго лѣса или изъ брусьевъ. Раньше было уже упомянуто, что въ такомъ случаѣ рамныя сваи дѣлаются безъ пазовъ или съ пазами. Если не требуется большой непроницаемости ряда, то отсутствіе пазовъ въ рамныхъ сваяхъ, очевидно, не имѣетъ большаго значенія. Если стараются достигнуть большей непроницаемости ряда, то обыкновенно сваи употребляются шпунтовыя, т. е. снабженныя пазами или шпунтами или гребнями. Рамныя шпунтовыя сваи, казалось бы, слѣдуетъ снабжать также и гребнемъ, и пазомъ, но если вспомнить сказанное выше относительно вліянія

направленія забивки послѣдовательныхъ свай на степень непроницаемости ряда, то не трудно прийти къ заключенію, что рамныя сваи, входящія въ составъ ряда, слѣдуетъ обдѣлывать съ обѣихъ сторонъ гребнями, съ тѣмъ чтобы съ обѣихъ сторонъ такихъ свай можно было забивать послѣдующія сваи, обращая ихъ пазами къ рамнымъ. Однако, въ дѣйствительности рѣдко придерживаются этого логического заключенія изъ вышеприведенныхъ соображеній и поступаютъ обыкновенно діаметрально противоположно: рамныя сваи, какъ промежуточные, такъ и угловыя, снабжаются двумя пазами. Объяснить это можно исключительно экономическими соображеніями: при нарубкѣ двухъ гребней уменьшается полезная ширина свай, и сѣченіе ихъ ослабляется больше, чѣмъ при выборкѣ двухъ пазовъ. Однако, при желаніи имѣть рамныя сваи болѣе сильными, предпочтительнѣе дѣлать ихъ парными и снабжать двумя гребнями (черт. 161).

Обращаясь къ вопросу о сравнительныхъ выгодахъ того или другого типа направляющихъ рамъ, слѣдуетъ сказать, что наиболѣе совершеннымъ является третій типъ, наименѣе совершеннымъ—первый; вмѣстѣ съ тѣмъ третій типъ наиболѣе дорогой, а первый наиболѣе дешевый. Второй типъ занимаетъ среднее мѣсто между ними.

При выборѣ того или иного типа направляющихъ рамъ слѣдуетъ принимать въ соображеніе назначеніе ряда, обусловливающее необходимую степень его непроницаемости. Такъ, если рядъ служить для образованія бетоннаго ящика, для укрѣпленія вертикальныхъ стѣнокъ котлована для уменьшенія фильтрацій грунтовыхъ водъ,—можно довольствоваться рамами, устроеными по первому типу; если рядъ долженъ служить для образованія перемычекъ, особенно при глубокой водѣ, для пересѣченія водоносныхъ слоевъ подъ плотинами или шлюзами,—слѣдуетъ примѣнять хотя и болѣе дорогіе, но зато и болѣе совершенные типы направляющихъ рамъ. Выборъ того или другого типа рамъ, кромѣ назначенія ряда, зависитъ и отъ степени плотности грунта: въ грунтахъ легкихъ, однородныхъ рамы первого типа могутъ вполнѣ хорошо исполнять свое назначеніе, и устройство рамъ по третьему типу въ этомъ случаѣ будетъ совершенно бесполезно увеличивать стоимость работъ.

Подвижные направляющие рамы, какъ сказано выше, въ противоположность рамамъ постояннымъ, не имѣютъ неподвижныхъ точекъ опоры, а подвѣшиваются къ сваямъ, входящимъ въ составъ стѣнки и забиваемымъ одновременно съ остальными (черт. 162). Рамы эти могутъ исполнять свое назначение только при сравнительно легкихъ, однородныхъ грунтахъ, а потому дѣлаются обыкновенно изъ болѣе тонкихъ брусьевъ и даже изъ досокъ. По мѣрѣ погруженія ряда, направляющія рамы перестанавливаются по высотѣ, съ тѣмъ чтобы онѣ были по возможности выше надъ землею. Иногда такія рамы подвѣшиваются въ два ряда, на разныхъ высотахъ (черт. 163). Если рядъ забить достаточно глубоко, то рамы можно снять и дальнѣйшее его погруженіе производить уже безъ рамъ. Остающіяся, послѣ снятія рамъ, сквозныя дыры отъ болтовъ забиваются деревянными пробками. Сваи, къ которымъ подвѣшены рамы, погружаются въ землю, вообще говоря, неравномѣрно, а потому разстояніе между болтами, удерживающими рамы, должно измѣняться, а именно увеличиваться по мѣрѣ перехода рамъ изъ горизонтального положенія въ болѣе или менѣе наклонное. Чтобы при такомъ неравномѣрномъ ходѣ свай направляющія рамы не могли колоться или изгибать болты, дыры для пропуска болтовъ дѣлаются въ рамкахъ не круглые, а продолговатыя.

Иногда одновременно пользуются и постоянными и подвижными рамами, напр. при употребленіи длинныхъ свай.

Для приданія большей устойчивости шпунтовымъ стѣнкамъ, забитымъ при помощи подвижныхъ рамъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ вдоль готоваго уже шпунтоваго ряда забиваются на возможно большую глубину отдѣльныя круглые сваи, которыя помощью болтовъ соединяются со схватами забитаго ряда.

При устройствѣ перемычекъ забиваются два параллельныхъ между собою шпунтовыхъ ряда, промежутокъ между которыми заполняютъ глинистою землею. Чтобы придать перемычкѣ большую устойчивость, а равно съ цѣлью воспрепятствованія распиранію перемычки землею, рамныя сваи противоположныхъ рядовъ связываются между собою помощью схватокъ, болтовъ и т. д. (черт. 164).

Направляющія рамы для забивки свайныхъ рядовъ на мѣстности, покрытой водою. Всѣ вообще работы значительно осложняются, если мѣсто ихъ производства покрыто водою. Забивка свайныхъ рядовъ при такихъ условіяхъ также сильно затрудняется. При устройствѣ перемычекъ свайные ряды погружаются въ землю вообще на небольшую глубину 1,0—1,5 саж., и это обстоятельство отчасти облегчаетъ трудность задачи. Если же нужно забивать сваи глубоко въ землю при большой глубинѣ воды, то задача становится крайне трудною, что и отзывается на непроницаемости стѣнки. Большая трудности устройства водонепроницаемыхъ перемычекъ въ грубоихъ рѣкахъ при слабомъ грунтѣ дна, какъ напр. при постройкѣ опоръ Николаевскаго моста въ С.-Петербургѣ, безспорно, явились сильными двигателями въ дѣлѣ усовершенствованія опускныхъ способовъ заложенія фундаментовъ. Благодаря кесонамъ, опускнымъ цилиндрамъ, механическимъ способамъ выемки земли подъ водою, теперь рѣдко можетъ встрѣчаться надобность въ устройствѣ грандіозныхъ перемычекъ, а потому въ настоящемъ изложеніи можно ограничиться обзоромъ способовъ забивки свайныхъ стѣнокъ лишь при небольшой глубинѣ воды—въ 1—2 саж.

Обыкновенно употребляютъ два рода направляющихъ рамъ: одинъ подъ подою, по возможности ниже отъ ея поверхности, а другой выше поверхности воды, причемъ первый погружается вмѣстѣ со сваями (подвижныя рамы), а второй подвѣшивается тогда, когда рамныя сваи уже окончательно погружены (постоянныя рамы).

Наиболѣе типичными являются двѣ описанныя ниже конструкціи.

Перваго типа подводная направляющія рамы устраиваются такимъ образомъ: по направленію будущей стѣнки забиваютъ черезъ 1,0 — 2,0 саж. три сваи (черт. 165), изъ которыхъ первую погружаютъ въ землю, положимъ, на 0,75 саж., вторую на 0,60 саж. и третью на 0,45 саж. Послѣ этого къ первой сваѣ помощью болта притягиваютъ двѣ схватки, располагая болты у самой поверхности воды; свободные концы этихъ схватокъ притягиваютъ болтомъ ко второй сваѣ, располагая болть на 0,15 саж. выше поверхности воды. Къ той же второй сваѣ, выше или ниже первой

схватки, подвѣшиваютъ вторую схватку, свободные концы которой притягиваются къ третьей сваѣ, располагая болты на 0,15 саж. выше, чѣмъ во второй сваѣ. Послѣ этого тремя копрами сразу забиваются сваи въ землю до тѣхъ поръ, пока болты, прикрепляющіе схватки къ третьей сваѣ, не дойдутъ до поверхности воды. Затѣмъ къ третьей сваѣ подвѣшивается новая пара схватокъ, свободные концы которыхъ прикрепляются къ четвертой сваѣ, предварительно забитой на такую глубину, чтобы верхній ея конецъ былъ выше третьей сваи на 0,15 саж., и осаживаются 2, 3 и 4-ую сваю до тѣхъ поръ, пока схватки у послѣдней сваи тоже не погружаются въ воду; прибавляются еще схватку и сваю и осаживаются 3, 4 и 5-ую сваи и т. д. Помѣрѣ прибавленія новыхъ свай и схватокъ, забиваются послѣднія 3 сваи, причемъ глубина ранѣе забитыхъ свай постепенно выравнивается, и схватки изъ наклоннаго положенія переходятъ въ горизонтальное (черт. 166). Когда забита послѣдняя свая, можно всѣ сваи забить на большую глубину; для этого осаживаются однимъ копромъ первую сваю, положимъ, на 0,15 саж., затѣмъ 1 и 2 двумя копрами еще на 0,15, наконецъ 1, 2 и 3 тремя копрами еще на 0,15. При этомъ положеніе свай будетъ такое, какъ показано на черт. 167. При дальнѣйшей работѣ пользуются тремя копрами и забиваются одновременно на 0,15 саж. 2, 3 и 4, затѣмъ 3, 4 и 5 и т. д. Этимъ способомъ можно погрузить сваи, а вмѣстѣ съ тѣмъ и направляющія рамы, на произвольную глубину. При послѣдовательномъ погруженіи свай необходимо наблюдать, чтобы относительное погруженіесосѣднихъ свай не превосходило 0,15—0,20 саж., такъ какъ въ противномъ случаѣ схватки, дѣйствуя какъ тяги, будутъ стремиться отклонить сваи въ стороны или же погнуть болты, или сами расколются. Во всякомъ случаѣ дыры для болтовъ въ схваткахъ должны быть продолговатыя, для того чтобы, при небольшихъ разностяхъ въ погруженіи свай, схватки не оказывали вреднаго влияния на сваи и болты и не страдали сами.

Когда всѣ сваи, а съ ними и схватки, будутъ погружены до проектной глубины, къ нимъ прикрепляется второй рядъ рамъ выше поверхности воды.

Второго типа подводныя направляющія рамы устраиваются слѣдующимъ образомъ. По направленію ряда (черт. 168) забиваются черезъ 1—2 саж. отдельныя маячныя сваи *a*, *a* на всю проектную глубину. Сваи эти полезно бываетъ забивать глубже остальныхъ свай ряда для увеличенія устойчивости цѣлой стѣнки. Въ промежуткахъ между сваями *a*, *a* забиваются одновременно по двѣ сваи *b*, *b*, связанныя схватками *c*, *c*. Схватки эти располагаются на одинаковомъ разстояніи отъ концовъ свай, а именно въ такомъ, чтобы, по окончаніи забивки свай, схватки оказались по возможнѣости ближе къ дну. Длина схватокъ бываетъ или немногимъ менѣе (черт. 168), или болѣе (черт. 169) разстоянія между срединами свай *a*, *a*. Такимъ образомъ, маячныя сваи въ этой конструкціи служатъ направляющими для отдельныхъ звеньевъ подводной рамы, состоящій изъ рамныхъ свай *b*, *b* и схватокъ *c*, *c*. При одновременной забивкѣ свай *b*, *b* схватки будутъ опускаться, оставаясь почти неизмѣнно въ горизонтальномъ положеніи; тѣмъ не менѣе дыры въ схваткахъ полезно дѣлать немного удлиненными, на случай неравномѣрности хода свай. Забивка двухъ свай можетъ идти довольно равномѣрно, а потому является возможность этимъ способомъ опустить подъ воду одновременно двѣ направляющія рамы. Выше поверхности воды, во всякомъ случаѣ, маячныя сваи связываются схватками, которые образуютъ надводную постоянную направляющую раму. Такимъ образомъ, способъ этотъ даетъ возможность, въ случаѣ надобности, имѣть три направляющія рамы, а это, въ настоящее время, болѣе чѣмъ достаточно.

Въ мѣстахъ пересѣченія сходящихся рядовъ приходится забивать по три маячныхъ сваи *a*, *a*, *a*, какъ показано на черт. 170.

Сравнивая оба описанные типа подводныхъ рамъ, нельзя не отдать предпочтенія второму: работа по забивкѣ маячныхъ и рамныхъ свай идетъ гораздо проще, не требуетъ частыхъ перестановокъ копровъ, число послѣднихъ можетъ ограничиться двумя (между тѣмъ какъ для первого типа двухъ копровъ мало, такъ какъ это сильно затормазило бы работу), глубина погруженія схватокъ произвольна.

Однако, оба эти типа имѣютъ тотъ одинъ общій недостатокъ,

что по направлению ряда приходится забивать одиночные сваи на всю ихъ проектную глубину, а это обыкновенно отражается на водо-проницаемости стѣнки. Послѣднее обстоятельство побуждаетъ многихъ строителей отказываться отъ употребленія подводныхъ рамъ и довольствоваться или одною постоянною надводною рамою, устроеною по третьему типу, или, кромѣ того, пользоваться подвижною.

Описанныя конструкціи рамъ употребляются для забивки какъ сплошныхъ, такъ и шпунтовыхъ рядовъ. Въ послѣднемъ случаѣ рамные сваи употребляются тоже шпунтовыя. Относительно этихъ свай можно повторить сказанное относительно рамныхъ свай при постоянныхъ рамкахъ, а именно, что ихъ слѣдуетъ снабжать двумя гребнями, а не двумя пазами или пазомъ и гребнемъ, какъ это обыкновенно дѣлается.

Кромѣ описанныхъ направляющихъ рамъ для забивки сомкнутыхъ подводныхъ стѣнокъ, ограждающихъ небольшую площадь, съ успѣхомъ могутъ служить такъ называемые скелеты.

Скелеты состоять (черт. 171) изъ брускатыхъ стоекъ, стянутыхъ горизонтальными схватками, располагаемыми на разстояніи 0,75—1,0 саж. одна отъ другой по высотѣ. Угловыя стойки дѣлаются изъ 2 или 3 брусьевъ, стянутыхъ болтами. Схватки играютъ роль постоянныхъ направляющихъ рамъ при забивкѣ между ними свай. Для неизмѣняемости формы скелета и увеличенія жесткости стѣнокъ, между схватками располагаются раскосы, стойки противоположныхъ стѣнокъ стягиваются болтами и т. п. Скелеты собираются на подмостяхъ или судахъ и затѣмъ на канатахъ спускаются въ воду. До постановки скелета, планируется. Скелеты, благодаря своей громоздкости, употребляются сравнительно рѣдко, и то преимущественно для образованія бездонныхъ ящиковъ, служащихъ для отливки бетонныхъ фундаментовъ, о которыхъ было сказано ранѣе.

✓ Производство работъ по забивкѣ свайныхъ рядовъ. Въ настоящемъ изложениѣ будемъ имѣть въ виду ряды шпунтовые; что же касается сплошныхъ, т. е. такихъ, сваи которыхъ не снабжены шпунтами и гребнями, то забивка ихъ, благодаря этому обстоятельству, становится проще, а потому послѣ всего того, что будетъ

сказано о забивкѣ шпунтовыхъ рядовъ, не будетъ уже надобности говорить отдельно о забивкѣ рядовъ сплошныхъ.

При описаніи направляющихъ рамъ было обращено вниманіе на то, что въ большинствѣ типовъ приходится забивать одиночныя сваи по направленію ряда, которая впослѣдствіи должны входить въ составъ стѣнки. Забивкою такихъ свай весь рядъ бываетъ раздѣленъ на нѣсколько звеньевъ. Въ предѣлахъ этихъ звеньевъ сваи можно забивать двояко: или поодиночкѣ, сразу на всю проектную глубину, или же сперва набрать въ рамъ цѣлое звено свай и погружать его постепенно. Послѣдній способъ даетъ лучшіе результаты; однако, присутствіе ранѣе забитыхъ рамныхъ свай не проходитъ безслѣдно для непроницаемости ряда. При устройствѣ направляющихъ рамъ по третьему типу длина звеньевъ можетъ быть произвольно велика, а главное—звено можетъ быть постепенно удлиняемо, вслѣдствіе чего и погруженіе свай можно производить постепенно вдоль всего ряда.

Если рядъ разбить рамными сваями на звенья, то въ каждомъ такомъ звенѣ всѣ промежуточныя сваи можно забивать или по одному направленію, отъ одной рамной сваи къ другой, или же начинать забивку отъ обѣихъ рамныхъ свай и идти на встрѣчу.

Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ приходится смыкать рядъ, т. е. забивать послѣднюю сваю въ звенѣ. Если рамныя сваи шпунтовыя и снабжены пазомъ и гребнемъ, а звено смыкается у рамной сваи, то и смыкающая свая берется обыкновенная шпунтова; если же сваи забиваются отъ рамныхъ свай къ серединѣ звена, и съ обѣихъ сторонъ забивка идетъ гребнемъ впередъ, то для смыканія нужно заготовить особую сваю — снабженную двумя пазами. Въ зависимости отъ ширины промежутка, который нужно сократить, смыкающая свая берется одиночная или парная. Иногда смыкающей сваѣ придается слегка клинообразная форма съ тою цѣлью, чтобы такая свая могла сжать ранѣе забитыя сваи звена.

Забивка одиночныхъ свай, входящихъ въ составъ ряда, будутъ ли то рамныя сваи (черт. 152), сваи с с (черт. 153), маячныя и рамныя сваи подводныхъ рамъ, или первыя сваи при постоянныхъ рамкахъ, устроенныхъ по третьему типу,—должна вестись съ большою тщательностью.

Эти сваи должны быть совершенно вертикальны, а пазы и гребни ихъ—расположены точно по направлению забиваемаго ряда. Такъ какъ вертикальность свай зависитъ отъ формы заостренія ихъ, то послѣдняя должна быть строго симметрична относительно оси сваи. При забивкѣ круглыхъ рамныхъ свай, вращеніе скорѣе можетъ имѣть мѣсто, чѣмъ при забивкѣ свай брускатыхъ или досчатыхъ, а потому, чтобы свая не вращалась при забивкѣ, заостреніе дѣлается двугранное, безъ скашиванія; въ этомъ случаѣ приходится принимать особыя мѣры противъ вращенія, напримѣръ забить въ боковую поверхность сваи костыль, надѣть на него веревочную петлю и просунуть черезъ нее ломъ, помошью котораго можно понемногу поворачивать сваю въ ту или другую сторону (черт. 172).

Кромѣ правильности заостренія, вертикальность забивки свай зависитъ отъ правильной ихъ первоначальной установки, а также и отъ правильнаго положенія копра; поэтому на это слѣдуетъ обращать особенное вниманіе во все время работы. Пока свая мало погружена въ землю, она легко измѣняетъ свое положеніе, а потому въ началѣ слѣдуетъ работать легкими ударами бабы, время отъ времени повѣрять по отвѣсу вертикальность сваи и, въ случаѣ надобности, поправлять положеніе сваи, такъ какъ всякое отклоненіе въ сторону первыхъ шпунтовыхъ свай отразится и на слѣдующихъ.

Забивка шпунтовыхъ свай по одиночкѣ. Для того чтобы промежуточныя сваи плотно прилегали къ рамнымъ и другъ къ другу, прибѣгаютъ къ скашиванію заостренія свай, а также къ непосредственному нажатію забиваемыхъ свай къ ранѣе забитымъ. Вслѣдствіе скашиванія заостренія, сваи стремятся отойти отъ вертикального положенія въ сторону ранѣе забитыхъ свай, но, за невозможностью такого отклоненія, только прижимаются къ нимъ. Степень такого нажатія зависитъ, въ известныхъ предѣлахъ, отъ угла скашиванія. Непосредственное нажатіе свай производится клиньями, какъ показано на черт. 173 и 174, а еще лучше помошью поплавка и распорки (черт. 175 и 176). Поплавкомъ въ данномъ случаѣ называется обрубокъ шпунтовой сваи *a*, длиною около 0,5 саж., надѣваемый своимъ пазомъ на гребень забиваемой сваи. Распорка *b*

верхнимъ своимъ концомъ упирается въ зарубку въ верхнемъ концѣ поплавка, а нижнимъ—въ ближайшую рамную сваю. Ударами молота поплавокъ осаживаются, причемъ онъ, благодаря распоркѣ, нажимается на сваю, а послѣдняя въ свою очередь нажимается на предыдущую. Осаживая поплавокъ, не допускаютъ, чтобы онъ упался въ землю.

Когда свая такимъ образомъ прижата къ соседней, промежутки между нею и брусьями направляющей рамы расклиниваются, но не слишкомъ сильно. Послѣ этого начинаютъ производить легкіе удары бабою по сваѣ.

По мѣрѣ погруженія сваи, она пріобрѣтаетъ нѣкоторую устойчивость, вмѣстѣ съ чѣмъ можно усиливать удары—увеличивать высоту подъема бабы въ машинномъ копрѣ или увеличивать число ударовъ въ залогѣ, работая копромъ ручнымъ. Когда свая будетъ забита на всю свою глубину, снимаютъ поплавокъ или клинья, приставляютъ слѣдующую сваю и тѣмъ же порядкомъ погружаютъ и ее. Если при этомъ замѣчаютъ, что сваи наваливаются назадъ или впередъ по направленію ряда,—измѣняютъ величину скашиванія заостренія; если сваи наваливаются по направленію перпендикулярному къ ряду,—сильнѣе забиваютъ тѣ или другіе клинья между сваю и брусьями рамы, заостреніе дѣлаютъ не симметричное, располагая его ребро ближе къ одной или другой сторонѣ сваи, нарубаютъ на сваѣ гребень и пазъ косо, не параллельно ея длинѣ. Наконецъ, когда остается сомкнуть рядъ, тщательно измѣряютъ величину промежутка, заготовляютъ соотвѣтственную сваю, обыкновенно клинообразную, съ нѣкоторымъ излишкомъ въ ширинѣ, и загоняютъ ее. Достаточно плотно сомкнуть рядъ можно въ томъ только случаѣ, если промежутокъ ограниченъ линіями, параллельными или расходящимися кверху, а потому, приближаясь къ мѣсту смычки, нужно имѣть это въ виду. Не останавливаясь на разсмотрѣніи разныхъ случайностей, которыми сопровождается работа забивки, ограничимся однимъ только замѣченіемъ о необходимости строго слѣдить за ходомъ свай и, такъ сказать, не запускать появившихся неправильностей въ ходѣ свай, а немедленно принимать тѣ или иные мѣры къ ихъ исправленію.

Всякое вообще отклонение шпунтовой сваи отъ вертикали сопряжено съ извѣстными неудобствами, но особенно вредно образованіе между сваями щели, расходящейся къ низу. Если щель, расходящуюся къ верху, не удалось бы уменьшить соотвѣтственнымъ на- жатіемъ сваи или направленіемъ удара бабы, то всеже ее можно уничтожить впослѣдствіи забивкою рейки или просто законопаткою; что же касается щели, расходящейся къ низу, то производимаго ею разъединенія шпунтовой стѣнки нельзя устраниТЬ никакими сред-ствами. Поэтому остается одно — не допускать самаго образованія такихъ шелей: вытаскивать неправильно идущія сваи и забивать ихъ снова; оставляя сваи недобитыми, продолжать рядъ, съ тѣмъ чтобы неправильно погрузившуюся сваю стиснуть съ обѣихъ сторонъ и не дать ей отклоняться дальше.

Постепенное осаживание шпунтовыхъ рядовъ начинается съ наборки свай въ рамы. Если по направленію ряда забиты рамныя сваи, то собираются сваями промежутки. Если рамы устроены по третьему типу, то можно: 1) подраздѣлить рядъ на нѣсколько звеньевъ и набирать ихъ одно за другимъ; 2) набрать сразу весь рядъ; 3) на- конецъ, можно наборку ряда производить по мѣрѣ забивки свай.

Если по направленію ряда имѣются уже забитыя сваи, то наборку производятъ безразлично или въ одну сторону, или отъ обѣихъ рамныхъ свай другъ къ другу на встрѣчу. Избраніе того или иного пріема обусловливается длиною звена и возможностью помѣстить одинъ или два копра. Наборка производится такимъ же образомъ, какъ и забивка свай по одиночкѣ, съ тою только разницею, что при этомъ сваи забиваются на небольшую глубину — не свыше 0,5 саж. Для смычки такого звена употребляютъ сваю также слегка клинообразной формы, съ излишкомъ въ ширинѣ. Когда звено на- брано, начинаютъ постепенное осаживание ряда. Наборка произво- дится или одиночными сваями, или парными, осаживание же удобнѣе производить парами ввиду того, что ширина свай бываетъ 9" — 10", а ширина бабы 15" — 20", слѣдовательно баба вполнѣ покрываетъ парную сваю; если же осаживать одиночныя сваи, то баба иногда покрывала бы сваю не серединою, а одною только стороною, что

могло бы отражаться на ходѣ свай. Если наборка производилась въ одиночку, то передъ забивкою нужно надѣть на сваи парные бугеля. Осаживание ведется обыкновенно въ одну сторону, отъ первой сваи до послѣдней; сразу осаживаютъ рядъ на 0.15 — 0.50 саж. сваи до послѣдней; сразу осаживаютъ рядъ на 0.15 — 0.50 саж. Послѣ первого осаживания коперъ возвращаютъ къ предпослѣдней сваѣ и, начиная съ нея, осаживаютъ весь рядъ снова на 0.15 — 0.50 саж. и т. д. до тѣхъ поръ, пока рядъ не будетъ погруженъ на проектную глубину.

Такъ какъ, по мѣрѣ погруженія свай, сопротивленіе прониканію ихъ въ землю постепенно возрастаетъ, то при каждомъ послѣдовательномъ осаживаніи приходится пользоваться все болѣе сильными ударами — или увеличивая число ударовъ въ залогѣ, или измѣня высоту подъема или вѣсъ бабы. Удобнѣе всего послѣднее, т. е. постепенное осаживание ряда вести разными копрами. Для наборки свай въ рамы лучше пользоваться легкими ручными копрами, а для осаживания набраннаго уже ряда — машинными тѣхъ или иныхъ системъ. Имѣя нѣсколько копровъ, работу по забивкѣ длиннаго ряда ведутъ такимъ образомъ: когда ручной коперъ окончить наборку первого звена, его переводятъ на второе звено, а на первое надвигаютъ машинный коперъ съ легкою бабою; когда оба эти копра окончать свою работу, ихъ передвигаютъ еще на одно звено впередъ, а на первое ставятъ третій коперъ съ болѣе тяжелою бабою. Этимъ третьимъ копромъ въ два или три приема оканчиваютъ осаживание первого звена или же пользуются еще четвертымъ копромъ, подвигая три первые копра на слѣдующія звенья ряда. Варьируя высоты подъема и вѣса бабы, можно достигнуть нѣкоторой равномѣрности работы послѣдовательныхъ копровъ, такъ что они будутъ почти одновременно переходить съ одного звена на другое; но полагаться на такую равномѣрность работы трудно, а потому выгоднѣе располагать копры подальше одинъ отъ другого, съ тѣмъ чтобы остановка въ работе однимъ копромъ не мѣшала остальнымъ; поэтому при короткихъ звеньяхъ копры ставятъ не на каждомъ звенѣ, а черезъ одно или два звена.

Если направляющія рамы устроены по третьему типу, то, какъ

указано выше, наборку и осаживание можно производить тройко; разсмотримъ эти три способа въ отдельности.

1-й способъ заключается въ томъ, что набираютъ въ раму 20—30 свай, на крайнія сваи такого звена подвѣшиваютъ подвижныя рамы и затѣмъ начинаютъ осаживать отдельныя сваи, пользуясь вторымъ копромъ, первый же перемѣщаются дальше и при помощи его набираютъ второе звено въ 20—30 свай. Послѣ наборки второго звена, приступаютъ къ его осаживанію, пользуясь вторымъ копромъ; первый коперъ ставятъ на наборку третьяго звена; для дальнѣйшаго осаживания первого звена ставятъ третій коперъ. По мѣрѣ окончанія работы копровъ, ихъ передвигаютъ на дальнѣйшія звенья, однимъ словомъ работа идетъ также, какъ и въ томъ случаѣ, когда рядъ бываетъ раздѣленъ на звенья рамными сваями. Ходъ работы по этому способу показанъ на чер. 177.

2-й способъ заключается въ томъ, что набираются сваи сразу вдоль всего ряда, затѣмъ ихъ помощью подвижныхъ рамъ раздѣляютъ на звенья; на каждое звено ставятъ по копру, которымъ оно и забивается въ землю нѣсколькими послѣдовательными осаживаніями. Способъ этотъ представляетъ нѣкоторое удобство въ томъ случаѣ, когда на работѣ имѣются нѣсколько копровъ съ бабами одинакового вѣса, такъ что для измѣненія силы ударовъ приходится только увеличивать высоту подъема бабы.

3-й способъ заключается въ слѣдующемъ: въ рамы помощью ручнаго копра набираютъ 20 — 30 свай, послѣ чего ставятъ второй коперъ и начинаютъ имъ осаживать первую сваю; когда она погружится, положимъ, на 0.15 саж., переходить ко второй; осадивъ ее на 0.15, возвращаются снова къ первой и осаживаютъ ее еще на 0.15; затѣмъ осаживаютъ 2-ю и 3-ю сваю. Такимъ образомъ первая свая будетъ погружена на 0.45 саж., вторая на 0.30 саж. и третья на 0.15 саж. ниже той глубины, до которой опускаются сваи при ихъ наборкѣ въ рамы. Послѣ этого осаживаютъ еще на 0.15 саж. первыя 4 сваи, далѣе еще на 0,15 первыя пять свай. Между тѣмъ, первымъ копромъ продолжаютъ набирать сваи въ рамы. Когда второй коперъ погрузить первую сваю, напримѣръ, какъ въ

нашемъ случаѣ, на 0,75 саж., продолжаютъ постепенно осаживать 2, 3, 4 и 5-ую сваю, затѣмъ 3, 4, 5 и 6-ую; — 4, 5, 6 и 7-ую и т. д. Когда, наконецъ, будутъ погружены на 0,75 саж., первыя 20—30 свай, надвигаютъ третій коперъ съ еще болѣе тяжелою бабою и начинаютъ работать имъ въ томъ-же порядкѣ, какъ и вторымъ копромъ, а именно: забиваютъ сваи №№ 1; 1, 2; 1—3; 1—4; 1—5; 2—6; 3—7 и т. д.

Если сваи нужно забить еще глубже, можно поставить четвертый коперъ; если же его нѣтъ, то можно ограничиться и тремя, а для того чтобы полное осаживание ряда третьимъ копромъ было не 0,75 с., а, положимъ, 1,20 саж., работу нужно вести такимъ образомъ: забивать последовательно сваи №№: 1; 1, 2; 1—3; 1—4; 1—5; 1—6; 1—7; 1—8; 2—9; 3—10; и т. д.

Постепенный ходъ погруженія свай по этому способу показанъ на черт. 178.

Очевидно, примѣненіе послѣдняго способа забивки возможно въ томъ только случаѣ, если копры двигаются по рельсамъ, а потому частое перемѣщеніе вдоль ряда не представляетъ затрудненій.

Если предположено пользоваться для забивки ряда рамами подвижными, то работа начинается съ того, что забиваютъ на небольшую глубину двѣ крайнія сваи и надѣваютъ на нихъ рамы. Послѣ этого въ рамы набираются сваи и постепенно осаживаются. Для зажиманія свай при наборкѣ можно пользоваться какъ клиньями, такъ и поплавкомъ.

При забивкѣ свай на мѣстности, покрытой водою, приходится пользоваться или рамами, или скелетами, причемъ какъ въ тѣхъ, такъ и въ другихъ, по направленію ряда забиваются рамныя сваи или располагаются стойки, другими словами—рядъ раздѣляется на звенья, а потому приемы работы остаются тѣ же, что и при пользованіи постоянными рамами первого типа. Сваи можно забивать или въ одиночку, или набирая цѣлыя звенья и постепенно ихъ осаживая.

Забивка шпунтовыхъ свай на мѣстности, покрытой водою, ведется обыкновенно съ постоянныхъ подмостей.

Относительно наборки и осаживанія шпунтовыхъ свай можно сдѣлать слѣдующія общія замѣчанія: въ началѣ работы слѣдуетъ пользоваться ударами болѣе слабыми, чѣмъ при забивкѣ отдѣльныхъ свай, особенно, если имѣемъ дѣло со шпунтовыми досками. Начинать работу гораздо лучше ручными копрами, такъ какъ въ нихъ баба бываетъ привязана къ лопарю, а потому ее можно даже тихо опускать на сваю. Баба должна вѣрно покрывать сваю, не нажимать ее въ ту или другую сторону; въ этомъ случаѣ закоперщикъ не долженъ подводить сваю подъ бабу, а, наоборотъ, стараться соотвѣтственно установкою копра наводить бабу на сваю.

Хотя способъ послѣдовательного осаживанія свайныхъ рядовъ и обеспечиваетъ большую правильность положенія отдѣльныхъ свай, а слѣдовательно и большую непроницаемость ряда, но при этомъ, благодаря тому обстоятельству, что въ работе бываетъ сразу большое число свай, различныя отклоненія отъ правильнаго положенія исправляются гораздо труднѣе. Перечислить различныя случайности, встрѣчающіяся при этихъ работахъ и дать указанія, какъ поступать въ томъ или въ другомъ случаѣ,—весьма трудно.

Ввиду затруднительности исправленія отклоненій отдѣльныхъ свай, нѣкоторые строители не совсѣмъ погружаютъ сразу болѣе 20—30 свай, съ тѣмъ чтобы переходить къ забивкѣ послѣдующаго звена въ томъ только случаѣ, если исправность забивки первого вполнѣ обеспечена.

Въ самое послѣднее время для устройства направляющихъ рамы стали пользоваться корытообразнымъ желѣзомъ.

Одновременно съ этимъ сдѣлана была весьма удачная попытка *) забивки сплошныхъ рядовъ изъ двутавроваго желѣза, причемъ двутавры располагались своею стѣнкою поперемѣнно—то вдоль ряда, то поперекъ его, какъ это схематически показано на черт. 179.

*) При постройкѣ Kornhausbrücke въ Бернѣ, въ 1897 г.

Приспособленія для выдергиванія свай и спиливанія ихъ подъ водою.

Выдергиваніе свай въ строительной практикѣ примѣняется довольно часто, такъ, напр., выдергиваютъ сваи, служившія для образования подмостей или опоръ временныхъ мостовъ; выдергиваютъ сваи для проверки правильности забивки ихъ, а также при разборкѣ старыхъ сооруженій, перемычекъ и т. п.

Въ процессѣ выдергиванія заключаются двѣ работы: сперва нужно нарушить сдѣлленіе сваи съ грунтомъ (собственно, треніе сваи о грунтѣ), т. е. сдвинуть сваю съ мѣста, а затѣмъ вытащить ее на поверхность земли или воды. Первая часть работы требуетъ, вообще, небольшаго вертикального перемѣщенія, но довольно значительного усилия, вторая же работа, наоборотъ, — большаго поднятія сваи и сравнительно небольшаго усилия—равнаго вѣсу сваи. При выдергиваніи свай подводныхъ это второе усилие уменьшается еще вѣсомъ вытѣсняемой сваю воды.

Всѣ существующія приспособленія для выдергиванія свай назначаются, главнымъ образомъ, для преодолѣнія первого сопротивленія.

Для захвата головы сваи, смотря по тому, находится ли она на поверхности, или подъ водою, употребляются разные приемы: 1) въ сваѣ просверливается дыра, черезъ нее пропускаютъ дубовый брускъ или желѣзный стержень, за который и захватываютъ канатомъ или цѣпью (черт. 180 и 181); 2) на сваю надѣваютъ кольцо съ двумя острыми зубцами, которые, при натяженіи каната, вѣдаются въ сваю (черт. 182); способъ этотъ представляетъ то неудобство, что

усиліє передається сваї не по осі ея, а наклонно; 3) приспособленіе, показанное на черт. 183, устраниетъ неудобство простого кольца; 4) свая захватывается клещами съ широкими заершенными лапами (черт. 184).

Приспособленія собственно для выдергиванія свай употребляются слѣдующихъ видовъ:

1) *Рычаги*, въ зависимости отъ количества свай, подлежащихъ выдергиванію, имъютъ болѣе или менѣе сложную конструкцію. Простѣйшаго вида рычагомъ можетъ служить обыкновенная свая, комлевой конецъ которой снабженъ желѣзнымъ крюкомъ (черт. 185). Точкою опоры служить обрубокъ бруса, располагаемый поближе къ крюку. Для подъема противоположного опорѣ конца рычага устанавливаютъ треногу, съ прикрепленнымъ къ вершинѣ ея блокомъ, чрезъ который перекидываютъ канатъ, однимъ концомъ привязываемый къ рычагу. Поднявъ длинный конецъ рычага, къ крюку прикрепляютъ канатъ, идущій къ сваѣ, а затѣмъ опускаютъ длинный конецъ, предоставляемъ ему дѣйствовать на сваю собственнымъ вѣсомъ, или же къ этому дѣйствію присоединяютъ усилие рабочихъ, тянувшихъ этотъ конецъ веревками. Первое опусканіе рычага обыкновенно не трогаетъ сваи, а производить только натяженіе каната или вдавливаніе въ сваю захватывающихъ ее приспособленій. Послѣ этого снова поднимаютъ рычагъ, подтягиваютъ при этомъ ослабѣвшій канатъ и вторично его опускаютъ. Послѣ нѣсколькихъ послѣдовательныхъ качаній рычага свая трогается съ мѣста. Послѣ этого поднятіе сваи уже не представляетъ затрудненій: надѣ нею ставятъ треногу съ блокомъ, перекидываютъ чрезъ него канатъ, однимъ концомъ захватываютъ сваю, а другимъ ее поднимаютъ.

Если приходится выдергивать много свай, или въ томъ случаѣ, когда сваи забиты комлемъ внизъ, и потому вытаскиваніе ихъ представляеть сравнительно большее сопротивленіе во все время работы, слѣдуетъ пользоваться болѣе совершенными рычагами. На черт. 186 представлена такой усовершенствованный рычагъ. Опорою рычага служить желѣзный цилиндрическій стержень, укрепленный на деревянной рамѣ. Рычагъ насаживается на эту опору помощью осо-

быхъ вилокъ, прибитыхъ къ нему по обѣимъ сторонамъ. Такихъ вилокъ дѣлается двѣ пары: одна *A* на разстояніи одного, другая *B* на разстояніи двухъ футъ отъ конца рычага. Насаживая рычагъ тою или другою парою вилокъ, можно измѣнять длину короткаго плеча. Цѣпь отъ сваи не прикрѣпляется неподвижно къ крючку, какъ въ вышеописанной конструкціи, а захватывается канатомъ *a b c d e f*. Кольцо *C* укрѣплено неподвижно, а потому, натягивая конецъ каната *f*, можно натянуть и цѣпь, идущую къ сваѣ. Длинный конецъ рычага подвѣшивается къ треногѣ. Работа этимъ рычагомъ ведется такимъ образомъ: поднимаютъ длинный конецъ рычага, установленного на вилкахъ *A*, натягиваютъ канатъ *a b c d e f* съ цѣпью отъ сваи, затѣмъ рычагъ опускаютъ усилиемъ рабочихъ. Послѣ первого опусканія свая обыкновенно не трогается. Затѣмъ снова поднимаютъ рычагъ, натягиваютъ канатъ и опять опускаютъ рычагъ; для натяженія каната *a b c d e f* употребляется лебедка или воротъ. При сильномъ натяженіи цѣпи она отъ удара издаетъ такой же чистый звукъ, какъ и цѣльная полоса желѣза. Когда свая тронута, дальнѣйшее поднятіе ея можно произвести тѣмъ же рычагомъ. Для того чтобы работа шла скрѣпе, рычагъ кладутъ на опору вилками *B*. По мѣрѣ того какъ свая выходитъ изъ земли, приходится измѣнять мѣсто прикрѣпленія цѣпи къ сваѣ.

Для того чтобы работа шла успѣшно, необходимо, чтобы опоры рычага были совершенно неподвижны, не могли осѣдать, такъ какъ въ противномъ случаѣ работа рычага пойдетъ на вдавливаніе въ землю опоры, а не на выдергиваніе сваи. Во избѣженіе несчастій—шибовъ рычагомъ, въ случаѣ обрыва цѣпи или перелома головы сваи—рабочихъ слѣдуетъ ставить дальше отъ рычага, располагая ихъ по обѣимъ сторонамъ его.

2) Домкраты простые и гидравлические съ успѣхомъ могутъ быть примѣнямы для выдергиванія свай. Смотря по сопротивленію сваи, а также по подъемной силѣ домкратовъ, ихъ приходится ставить по два или по четыре (черт. 187) на сваю. Работа ведется такъ: подъемные стержни домкратовъ опускаются до самаго низу, на нихъ кладутъ брусья *aa* и *bb*, а на эти брусья кладутъ обрубки *cc* и *dd*,

къ которымъ и привязывается цѣпь отъ сваи; когда все это готово, приводятъ въ дѣйствіе всѣ домкраты одновременно. Сперва цѣпи натягиваются, вѣдываются въ дерево, а затѣмъ трогается и свая. Если приходится выдергивать сваи подводныя, домкраты устанавливаются на судахъ. Для того чтобы суда не накренивались въ сторону, домкраты слѣдуетъ располагать не непосредственно на судахъ, а на брускатой рамѣ, перекрывающей оба судна.

3) Для выдергиванія подводныхъ свай можно пользоваться накрениваніемъ судна отъ неравномѣрной его нагрузки. Вдоль судна по дну его кладется рельсовый путь, на который ставится вагончикъ съ камнемъ; когда вагончикъ приближенъ къ одному концу судна, послѣднее накренивается, и при этомъ къ нему привязываютъ цѣпь отъ сваи. Послѣ этого вагончикъ перевозятъ на другой конецъ судна, которое стремится при этомъ накрениться въ другую сторону, при чёмъ встрѣчаетъ сопротивленіе сваи. При соотвѣтственномъ грузѣ камня, послѣ двухъ, трехъ перекатываній вагончика свая подается.

Спиливаніе свай на мѣстности не покрытой водою не представляетъ никакихъ трудностей, и вѣрность работы обусловливается исключительно правильностью назначенія высоты спиливанія. Лучше всего достигнуто это можетъ быть нивеллировкою. Иногда, въ котлованахъ, пользуются для назначенія высоты спиливанія свай горизонтомъ просачивающейся воды. Срѣзка свай подъ водою представляетъ работу сравнительно менѣе легкую. На небольшихъ глубинахъ воды — отъ 2-хъ до 3-хъ футовъ — и при маломъ количествѣ свай, для этого служатъ подсыпи, насаженные на длинныя рукоятки (черт. 188). Срѣзка свай на большей глубинѣ или при большомъ числѣ свай производится обыкновенно посредствомъ спиливанія ихъ. Спиливать сваи можно съ судовъ и съ помостей.

Работа съ судовъ даетъ худшіе результаты, какъ по причинѣ колебаній судна, такъ и могущихъ быть измѣненій горизонта воды. Поэтому спиливать сваи съ судовъ можно въ томъ только случаѣ, если не требуется, чтобы головы всѣхъ свай лежали совершенно въ одной горизонтальной плоскости. Работа съ подмостей даетъ вполнѣ удовлетворительные результаты.

Въ настоящее время имѣется нѣсколько болѣе и менѣе совершенныхъ конструкцій пиль. Менѣе совершенными являются пилы прямая и ленточная, болѣе совершенными — круглая и въ видѣ сектора.

Прямые пилы работаютъ при поступательномъ (черт. 189) или качательномъ движеніи (черт. 190). Въ первомъ случаѣ пила укрѣпляется на рамѣ, поставленной на колеса, а во второмъ на рамѣ, подвѣшиваемой къ постоянной точкѣ, установленной на платформѣ, которая можетъ быть перемѣщаема по подмостямъ при переходѣ отъ одной сваи къ другой. Въ обоихъ случаяхъ рабочіе притягиваются пилу къ сваѣ канатомъ, привязываемымъ къ рамѣ. Если вода имѣетъ теченіе, пилу располагаютъ со стороны теченія: этимъ увеличивается нажатіе пилы на сваю, а также достигается и то удобство, что верхній конецъ сваи, будучи надавливаемъ теченіемъ, не стремится заѣсть пилу. Обѣ конструкціи довольно тяжелы, особенно первая. Все ихъ достоинство заключается въ простотѣ устройства. Успѣхъ работы такими пилами колеблется въ широкихъ размѣрахъ въ зависимости отъ глубины и спокойствія воды; такъ, напр., при спиливаніи свай на небольшой глубинѣ въ рѣкѣ, трое рабочихъ легко спиливаютъ до 15 свай, а на морѣ, на глубинѣ 3 саж. отъ поверхности воды, пять человѣкъ рабочихъ съ трудомъ спиливаютъ 2—4 сваи.

Ленточная пила, устройство которой понятно изъ черт. 191, представляетъ значительныя преимущества предъ прямыми пилами, такъ какъ тутъ для работы не нужно приводить въ движение цѣлой рамы. При работе такою пилою въ Нантѣ квадратныя сваи, имѣвшія 38 сант. въ сторонѣ, спиливались въ 3—4 минуты; а въ день спиливалось до 40 свай. При этой пилѣ работали: 1 старшій рабочій и 3 чернорабочихъ; пятый собиралъ всплывшіе спиленные концы.

Пила въ видѣ сектора, представленная на черт. 192, приводится въ движение двумя рабочими, качающими горизонтальный рычагъ *A* то вправо, то влево. Пила эта можетъ быть поставлена на плоту или на подмостяхъ. Положеніе пилы относительно станка, на которомъ она укрѣплена, можетъ быть измѣняемо, такъ что ею можно спиливать сваи на произвольной глубинѣ. При работахъ военной

гавани въ Килѣ дневной успѣхъ работы былъ таковъ: двое рабочихъ на глубинѣ 2—3 метровъ спиливали по 9 свай, на глубинѣ 4—5 метровъ—5—6 свай. Наибольшій успѣхъ былъ при спиливаніи шпунтовыхъ свай съченіемъ 20×30 сантиметровъ и выражался 20 штуками въ день.

Круглые пилы дѣлаются съ ручнымъ приводомъ или съ паровымъ двигателемъ. Простейшій видъ пилы съ ручнымъ приводомъ показанъ на черт. 193. Особенность этой конструкціи заключается въ томъ, что пила наверху помощью цѣпи *a*, а внизу помощью обоймъ *b*, можетъ быть крѣпко притянута къ спиливаемой сваѣ. Благодаря этому спиливаніе можно производить съ достаточною точностью и съ судовъ. По мѣрѣ распила, пила надвигается на сваю помощью зубчатой рейки и шестерни.

Радиусъ какъ круглой пилы, такъ и пилы-сектора долженъ быть, очевидно, нѣсколько больше толщины спиливаемой сваи. Въ настоящее время приготовляютъ круглые пилы діаметромъ до $3\frac{1}{2}$ —4 фут., а потому ими можно спиливать сваю какой угодно толщины.

Круглые пилы имѣютъ то важное преимущество передъ прямыми, что круглою пилою можно выпилить изъ шпунтоваго ряда произвольное число бревенъ или досокъ и въ любомъ мѣстѣ, чего прямую пилою сдѣлать нельзя.

Болѣе сложной конструкціи круглая пила съ ручнымъ приводомъ показана на черт. 194. Вертикальная ось пилы, снабженная вверху маховикомъ, приводится во вращеніе ручнымъ воротомъ посредствомъ зубчатой передачи. Пила можетъ быть въ известныхъ предѣлахъ поднята или опущена на станкѣ вмѣстѣ съ осью, причемъ укрепленная на оси шестерня, передающая вращеніе отъ ворота, перемѣщается соотвѣтственно по оси и закрѣпляется въ требуемомъ положеніи заклинкою.

Круглые пилы приводятся иногда въ движение паровымъ двигателемъ помощью ременной передачи. Такъ, при работахъ въ Килѣ, для вращенія круглой пилы діаметромъ 1 метръ со скоростью до 200 оборотовъ въ минуту, примѣнялся локомобиль въ 7 лошадиныхъ силъ. Такія пилы могутъ быть поставлены въ параллель съ паровыми

машинными копрами. Кромъ ихъ существуютъ, аналогичныя съ паровыми копрами, специально приспособленныя паровыя круглыя пилы, въ которыхъ движение паровой машины непосредственно передается пилѣ.

Что касается успѣха работы круглыми пилами съ ручнымъ приводомъ, то онъ немногимъ только выше успѣха работы пилами въ видѣ сектора, такъ какъ хотя при постоянномъ вращательномъ движеніи усиление рабочихъ лучше утилизируется, чѣмъ при поперемѣнномъ качательномъ, но зато зубчатая передача поглощаетъ часть работы на вредныя сопротивленія.

Успѣхъ работы паровыми пилами выражается 10—16 сваями въ часъ; что же касается стоимости спиливанія одной сваи, то таковая приблизительно въ три—четыре раза меньше, чѣмъ при ручной работе.

Если нѣтъ надобности непремѣнно выдернуть сваю, а нужно только уничтожить часть ея, выступающую изъ земли, то иногда вместо выдергиванія прибегаютъ къ спиливанію, которое во многихъ случаяхъ можетъ обойтись дешевле выдергиванія. Однако, съ болѣшимъ еще успѣхомъ можно для той же цѣли пользоваться динамитомъ.

Нарубаніе шиповъ подъ водою приходится дѣлать весьма рѣдко и то при незначительной только глубинѣ воды надъ головами свай (1—2 фут.). На черт. 195 показано приспособленіе для нарубки шиповъ; оно состоитъ изъ деревяннаго, хорошо проконопаченнаго ящика, въ днѣ котораго вырѣзано отверстіе настолько просторное, чтобы въ него могла войти голова сваи. Вокругъ этого отверстія прибивается труба изъ смоленой парусины или, лучше, кожаная. Установивъ ящикъ такимъ образомъ, чтобы свая пришла внутрь его, кожаную трубу плотно притягиваютъ веревкою къ сваѣ. Вычерпавъ изъ ящика воду, на сваѣ можно нарубить шипъ. Если головы свай расположены глубоко, то ихъ спиливаютъ подъ плоскость и обходятся безъ всякихъ шиповъ.

Взрываніе свай динамитомъ *), съ цѣлью удаленія ихъ, можно производить двояко:

*) Эту работу можно поручать только лицамъ, основательно знакомымъ со всѣми предосторожностями, которыя нужно соблюдать при обращеніи съ

1) Если желают взорвать сваи ниже уровня дна или грунта, въ который сваи забиты, то зарядъ динамита опускаютъ въ буровую скважину, просверленную въ сваѣ по ея оси. Для заряда достаточно одного фунта динамита № 1 или целлулознаго. Патроны динамита можно опустить одинъ за другимъ въ просверленную скважину или, что удобнѣе, заключить ихъ въ общую бумажную или жестянную гильзу, причемъ въ одинъ изъ патроновъ вставляется пистонъ съ гремучей ртутью и конецъ бикфордова шнуря. Послѣ этого скважина можетъ быть забита пескомъ или водою, если шнуръ гуттаперчевый.

Послѣ взрыва динамита верхняя часть сваи частью раскалывается, въ мѣстѣ же расположенія патрона совершенно разрушается.

2) Если сваи нужно взорвать у самого дна или выше дна, то можно пользоваться взрывомъ свободно прилегающихъ зарядовъ. Зарядъ заключается въ жестянную гильзу или холщевый мѣшокъ, снабжается пистономъ и шнуромъ и опускается на сваю. Для опусканія можно пользоваться такимъ приспособленіемъ (черт. 196): къ длинному деревянному бруsku или жерди прикрепляютъ обручъ, диаметръ котораго немногимъ болѣе диаметра сваи; къ бруску привязываютъ зарядъ динамита съ идущимъ отъ него бикфордовымъ шнуромъ. Найдя голову сваи (если вода мутна, приходится сваю искать ощупью) какимъ нибудь шестомъ, опускаютъ возлѣ этого шеста упомянутый обручъ съ зарядомъ, стараясь надѣть его на сваю. Зарядъ слѣдуетъ нажать на сваю; поэтому, если вода имѣеть теченіе, его располагаютъ со стороны этого послѣдняго. Когда зарядъ опущенъ, зажигаютъ шнуръ; происходитъ взрывъ, выбрасывается столбъ воды (высотой 2—3 саж.), а затѣмъ на поверхность воды вслѣдствіе конецъ сваи. На сваю диаметромъ 12—14" довольно одного фунта динамита № I или целлулознаго.

Динамитомъ можно пользоваться и для взрыва сплошныхъ или шпунтовыхъ стѣнокъ. Для этого берутъ брусоекъ, привязываютъ къ нему цѣлый рядъ патроновъ, одинъ возлѣ другого, или, вмѣсто патроновъ, привязываютъ жестяныя наполненные динамитомъ гильзы длиною около 2 фут. каждая.

Длина заряда должна равняться длине стѣнки, которую желательно взорвать въ одинъ пріемъ. На 1 футъ длины стѣнки нужно около 1 фунта динамита № I. Въ крайній патронъ или гильзу вставляютъ пистонъ и конецъ бикфордова шнура.

Брускъ съ патронами опускаютъ помошью двухъ жердей въ воду со стороны теченія, съ тѣмъ чтобы зарядъ былъ прижатъ къ стѣнкѣ. Шнуръ отъ заряда подвязываютъ къ жерди, на которой онъ спускается.

Отъ взрыва первого патрона моментально взрываютъ всѣ остальные, и стѣнка разрушается на требуемой глубинѣ.

Работа динамитомъ, хотя и не обходится дешево, благодаря сравнительно высокой цѣнѣ динамита въ Россіи, однако, по сравненію со всѣми остальными способами уничтоженія подводныхъ свай, имѣть большое преимущество въ быстротѣ.

КОНЕЦЪ.

Таблица I.

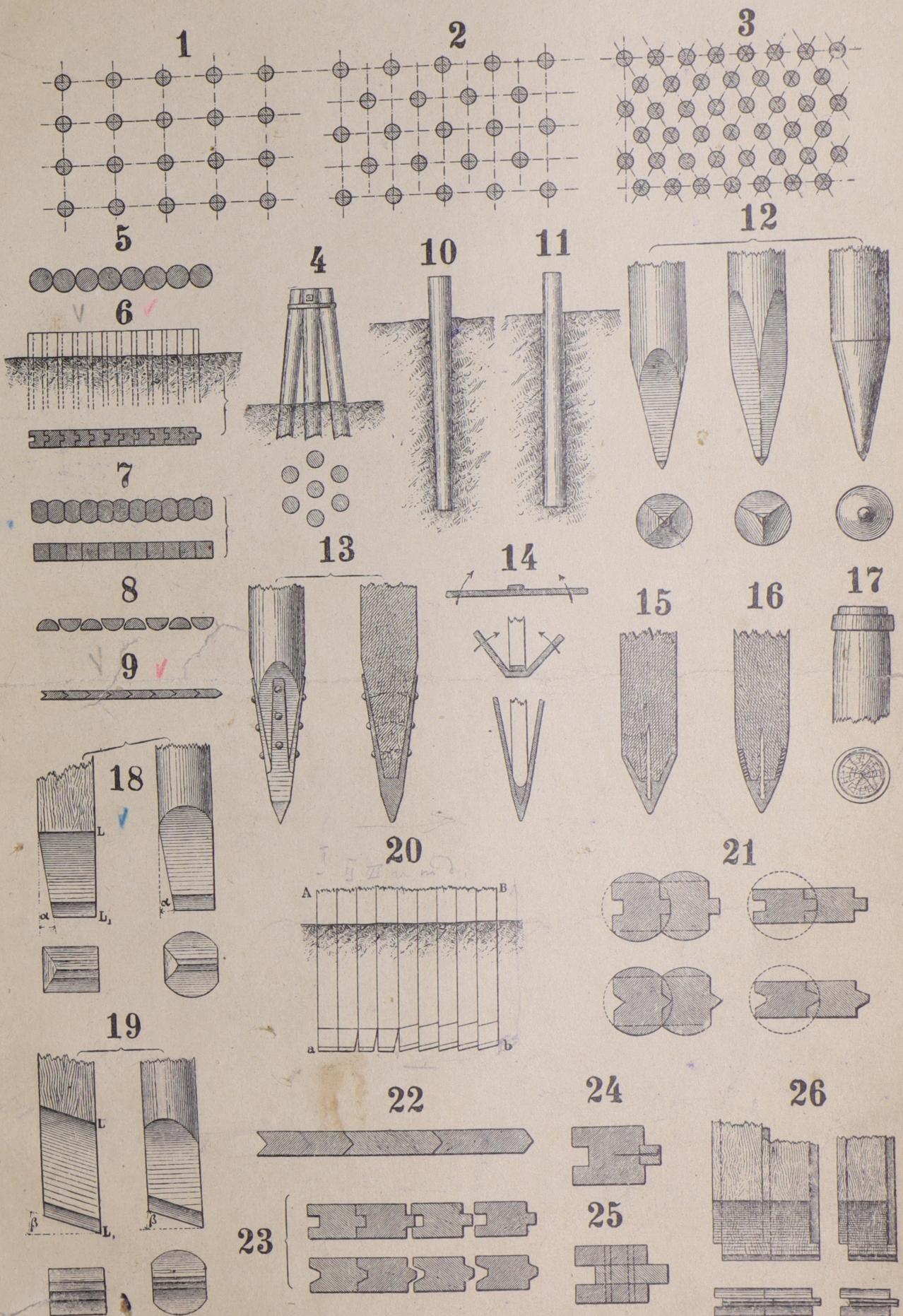


Таблица II.

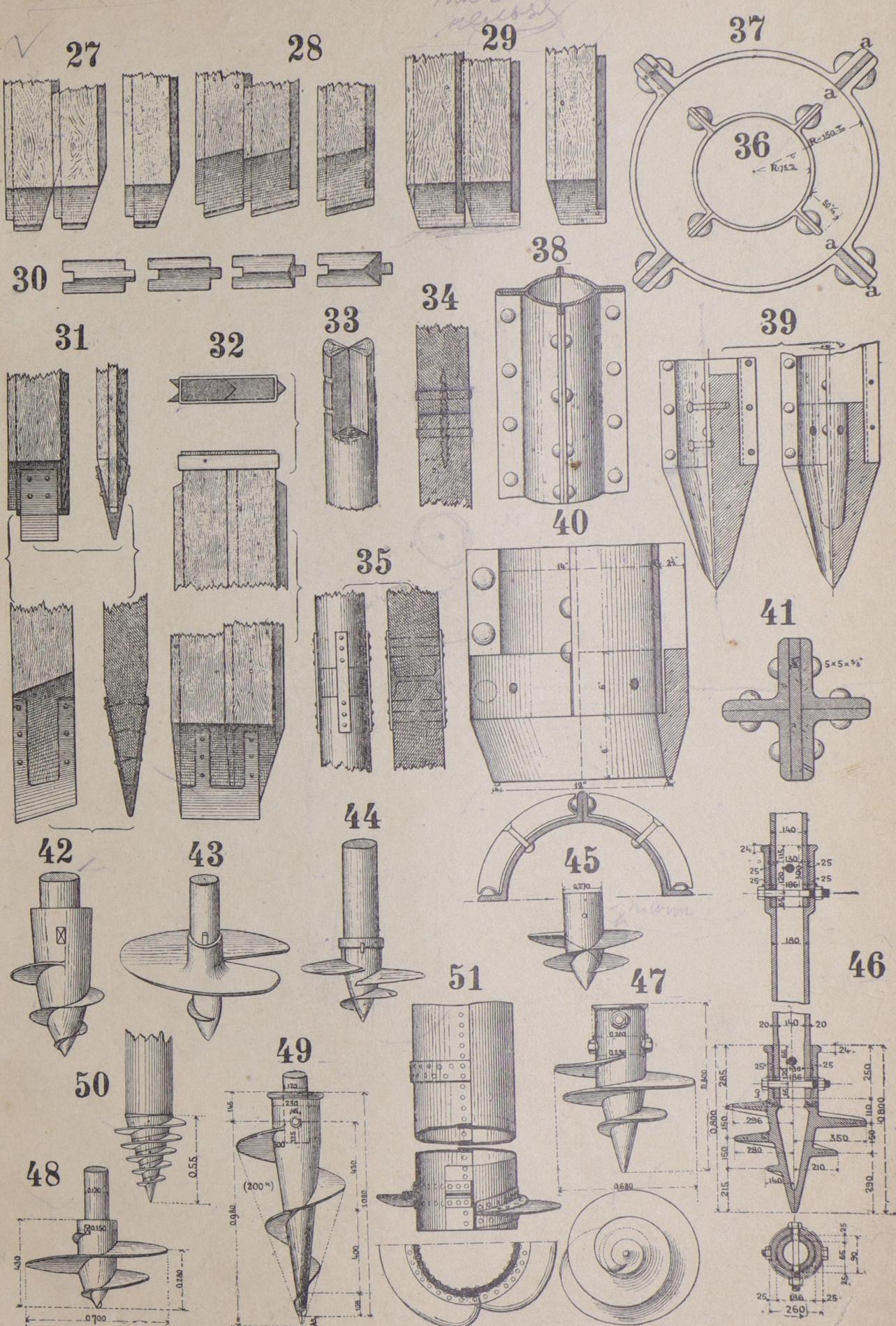


Таблица III.

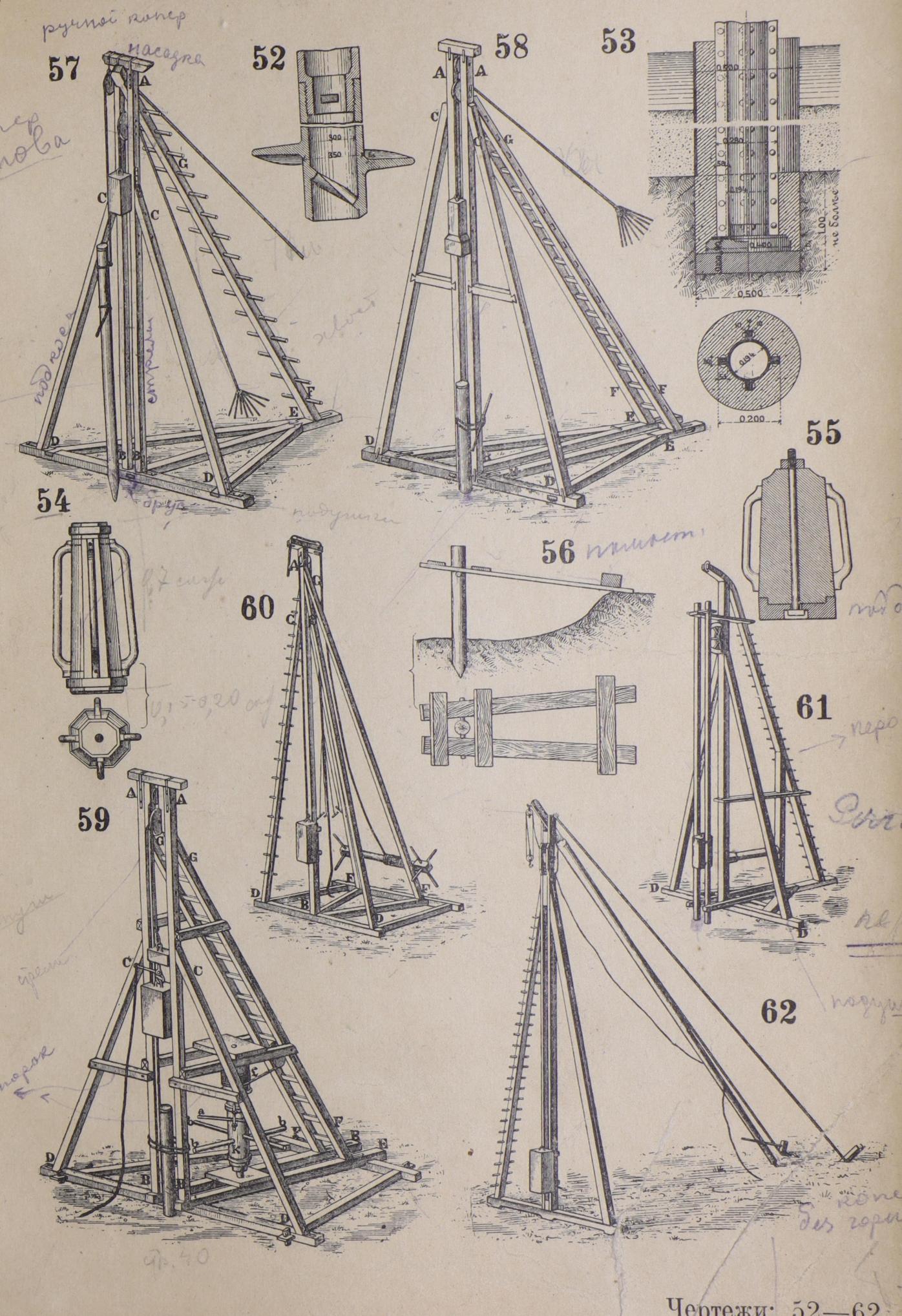


Таблица IV.

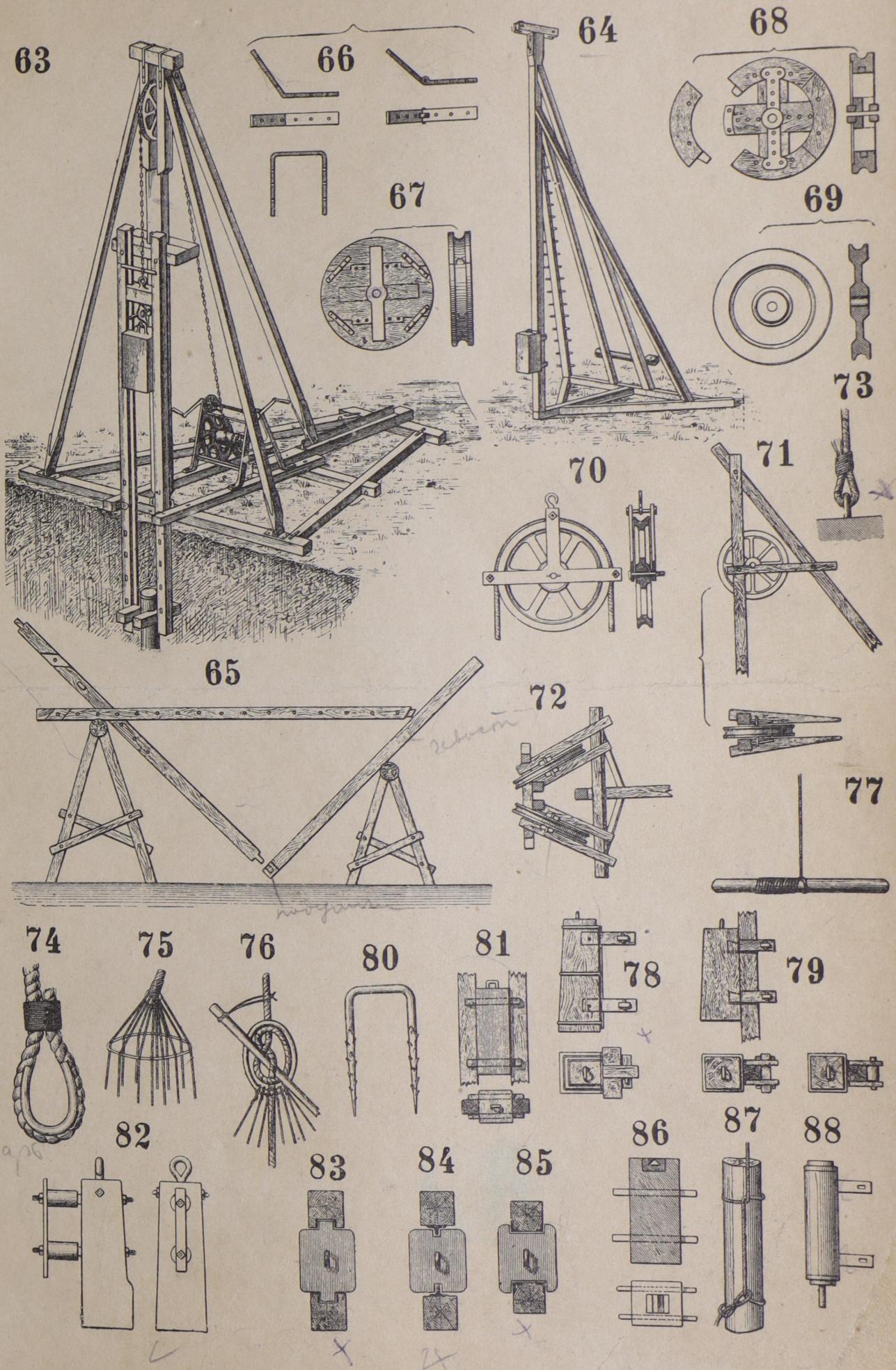
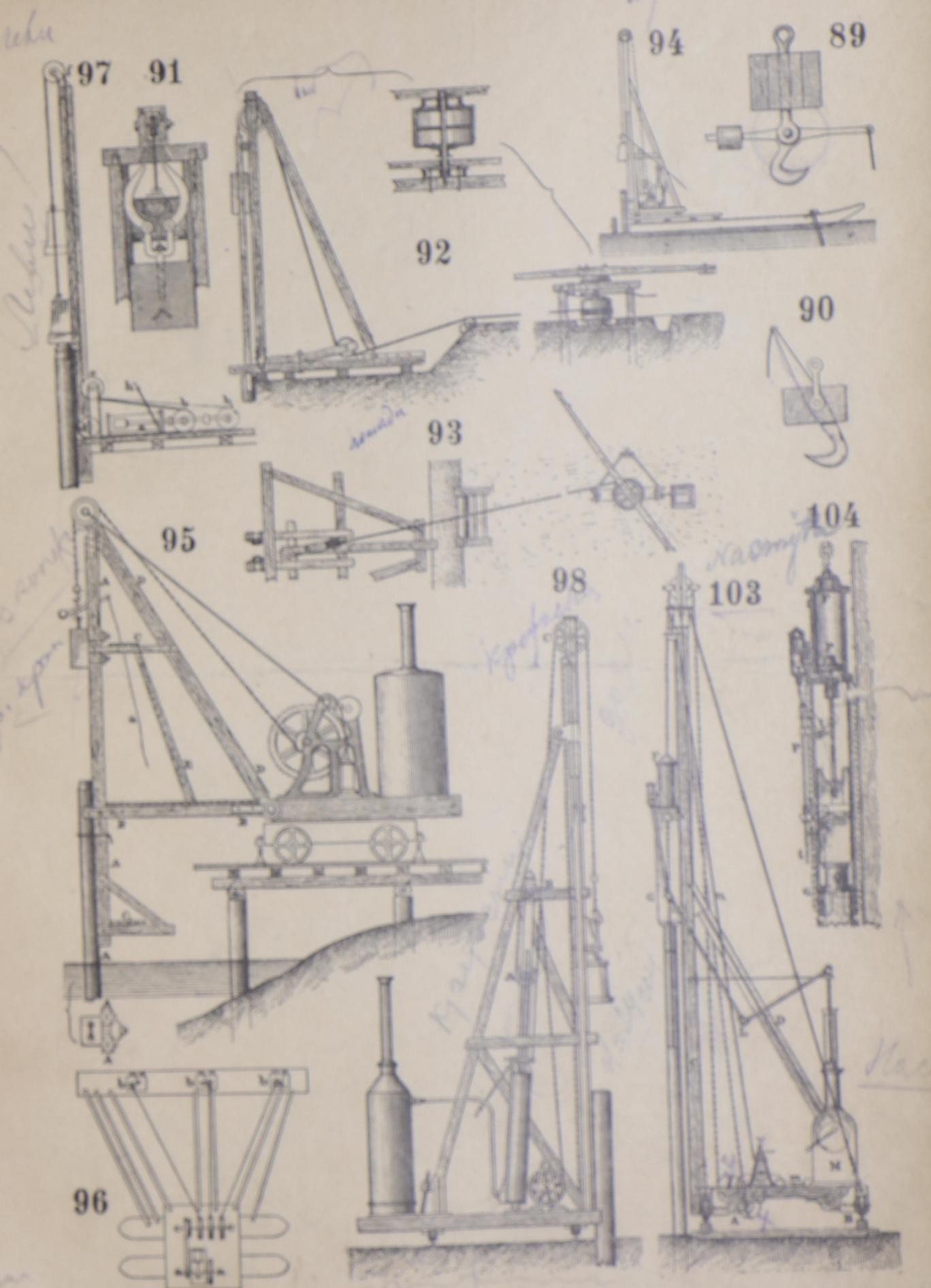


Таблица V.



Чертежи: 89—98, 103, 104.

Таблица VI.

объем
контр

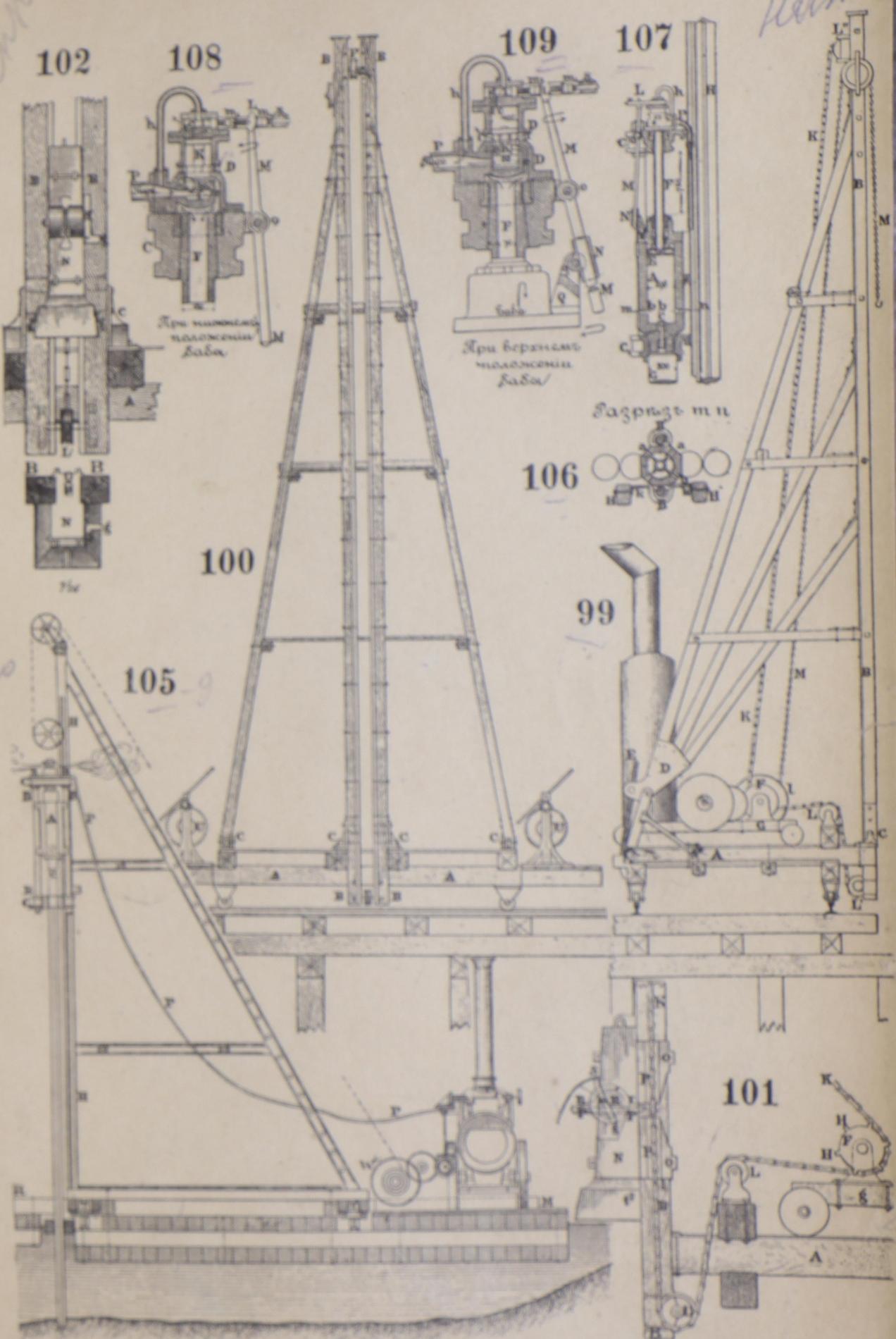
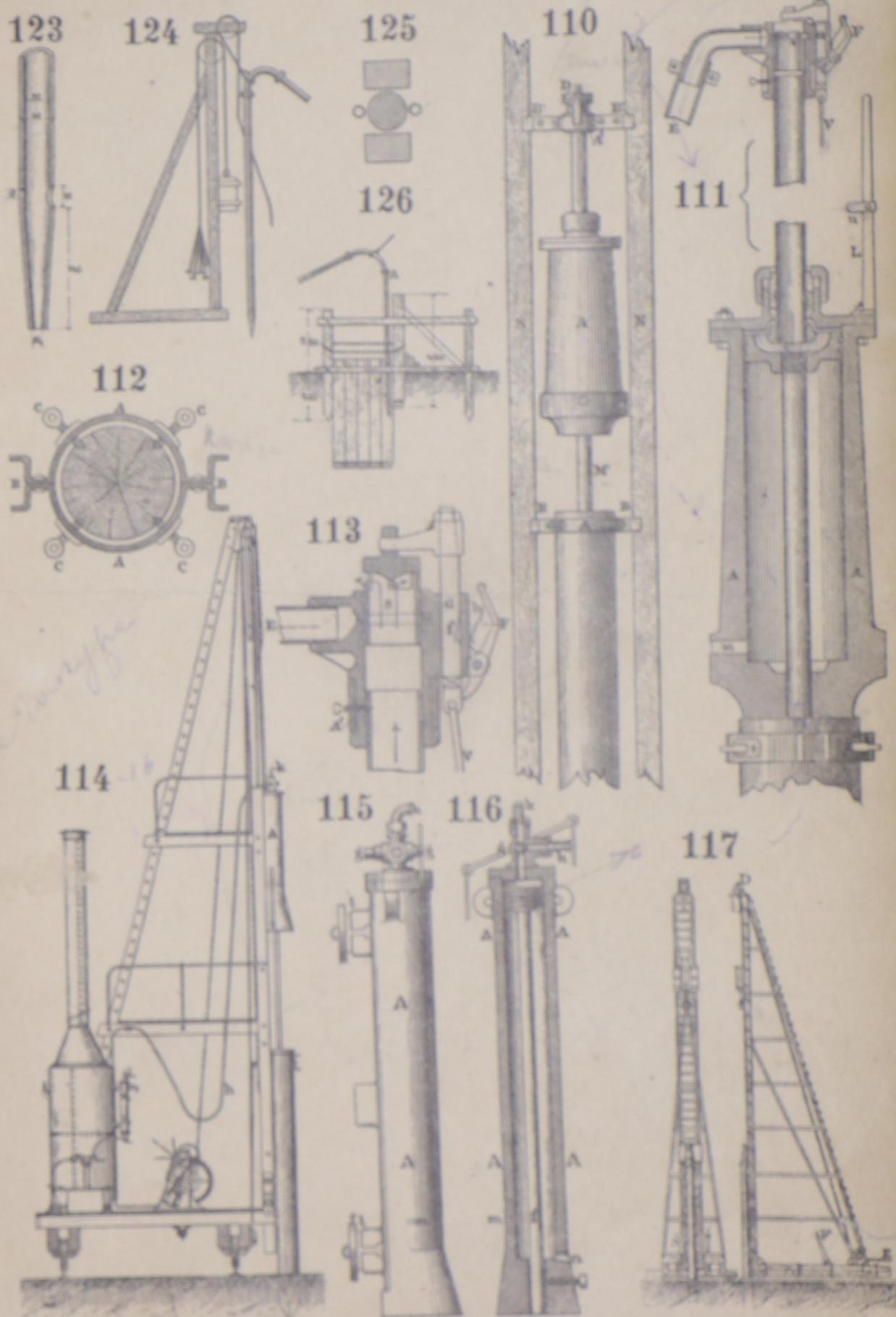


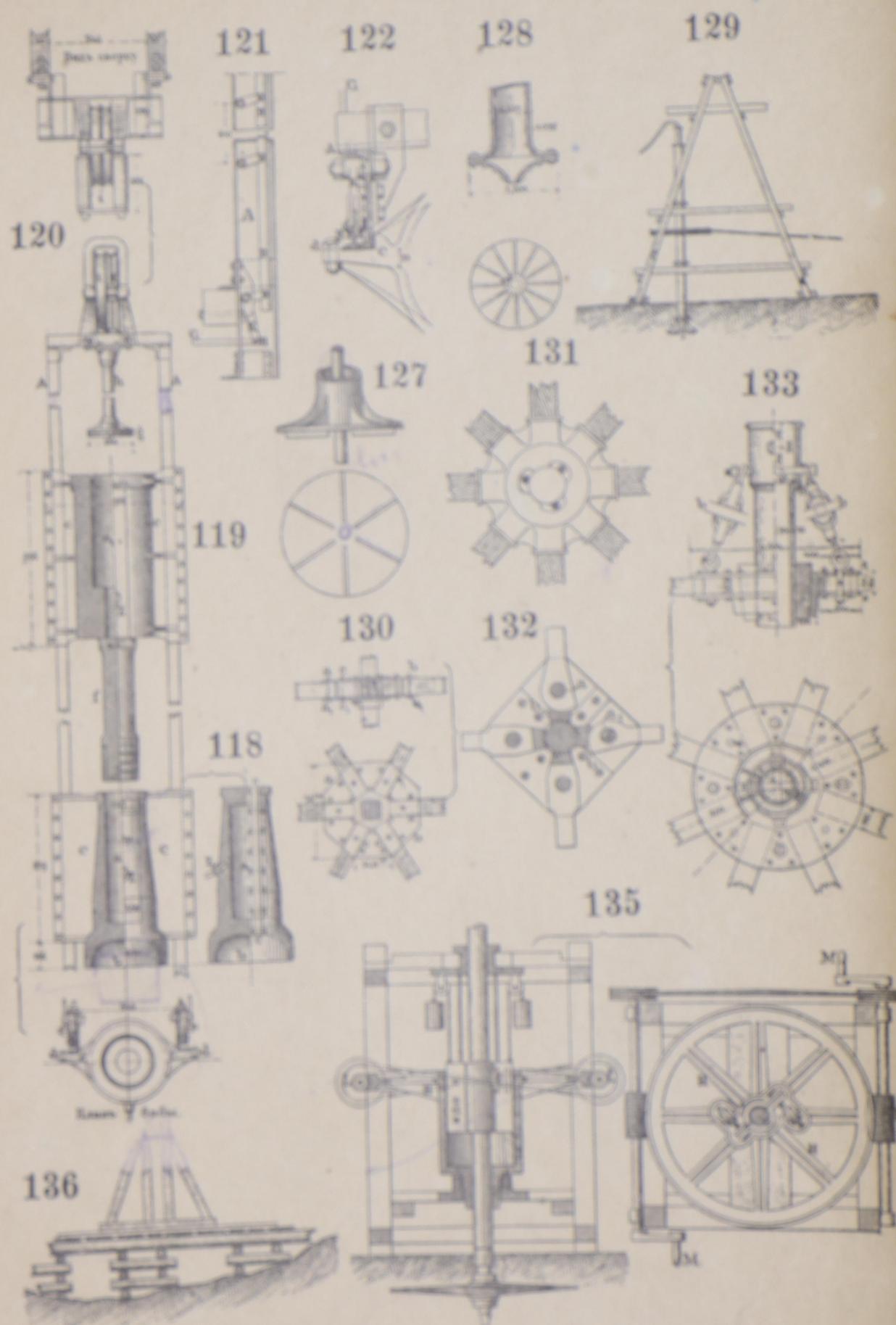
Таблица VII.

сборки



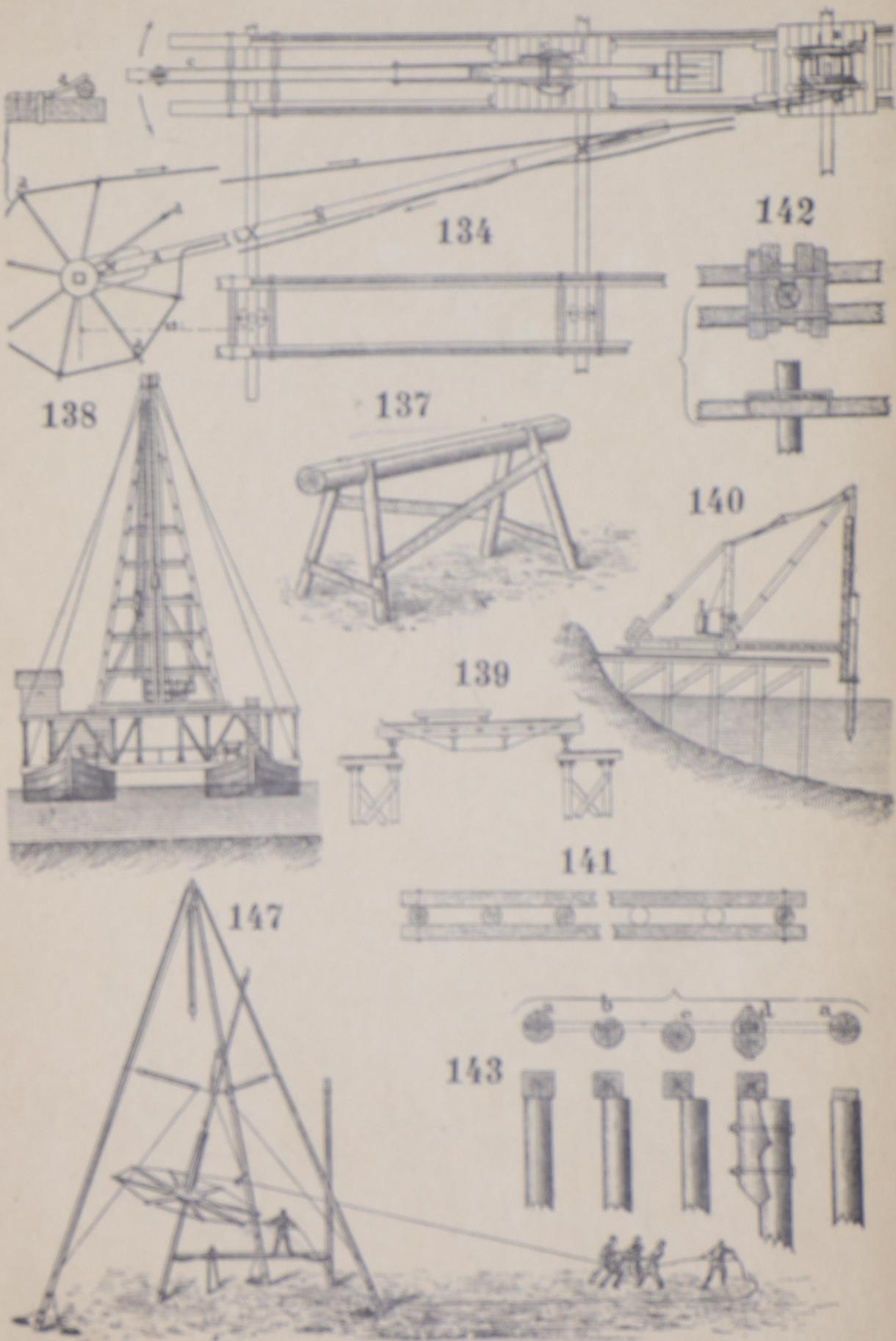
Чертежи: 110—117, 123—126.

Таблица VIII.



Чертежи: 118—122, 127—133, 135, 136.

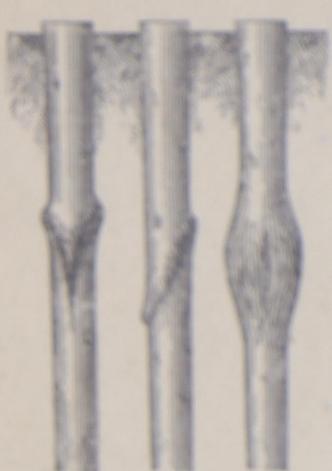
Таблица IX.



Чертежи: 134, 137—143, 147.

Таблица X.

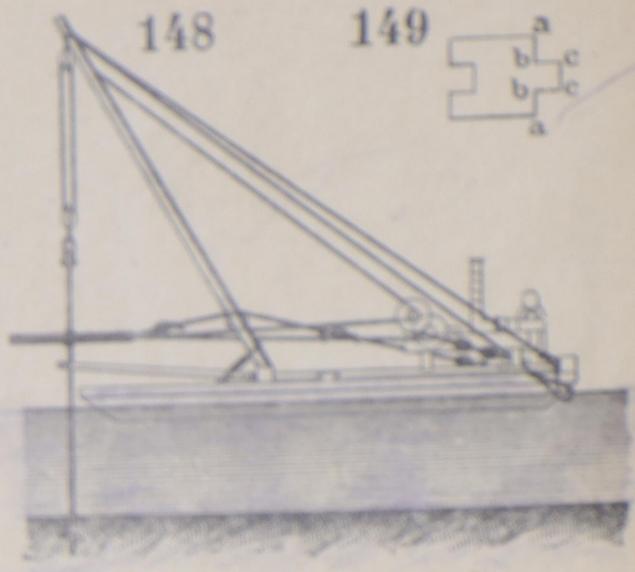
144



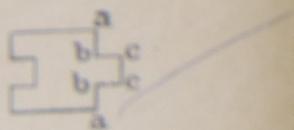
145



148



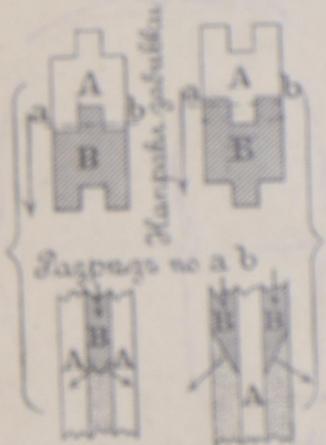
149



146



150



151

152



153



154



156



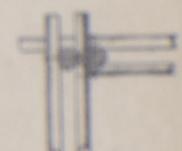
157



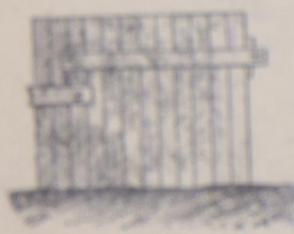
155



158



162



163



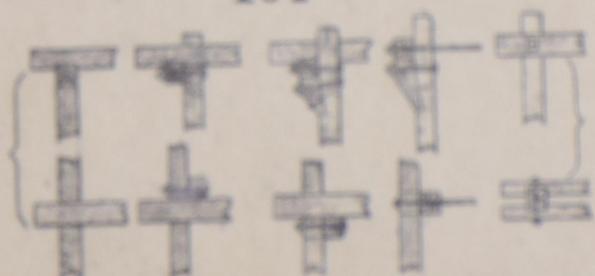
159



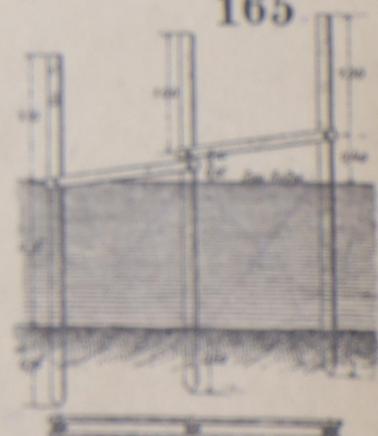
160



164

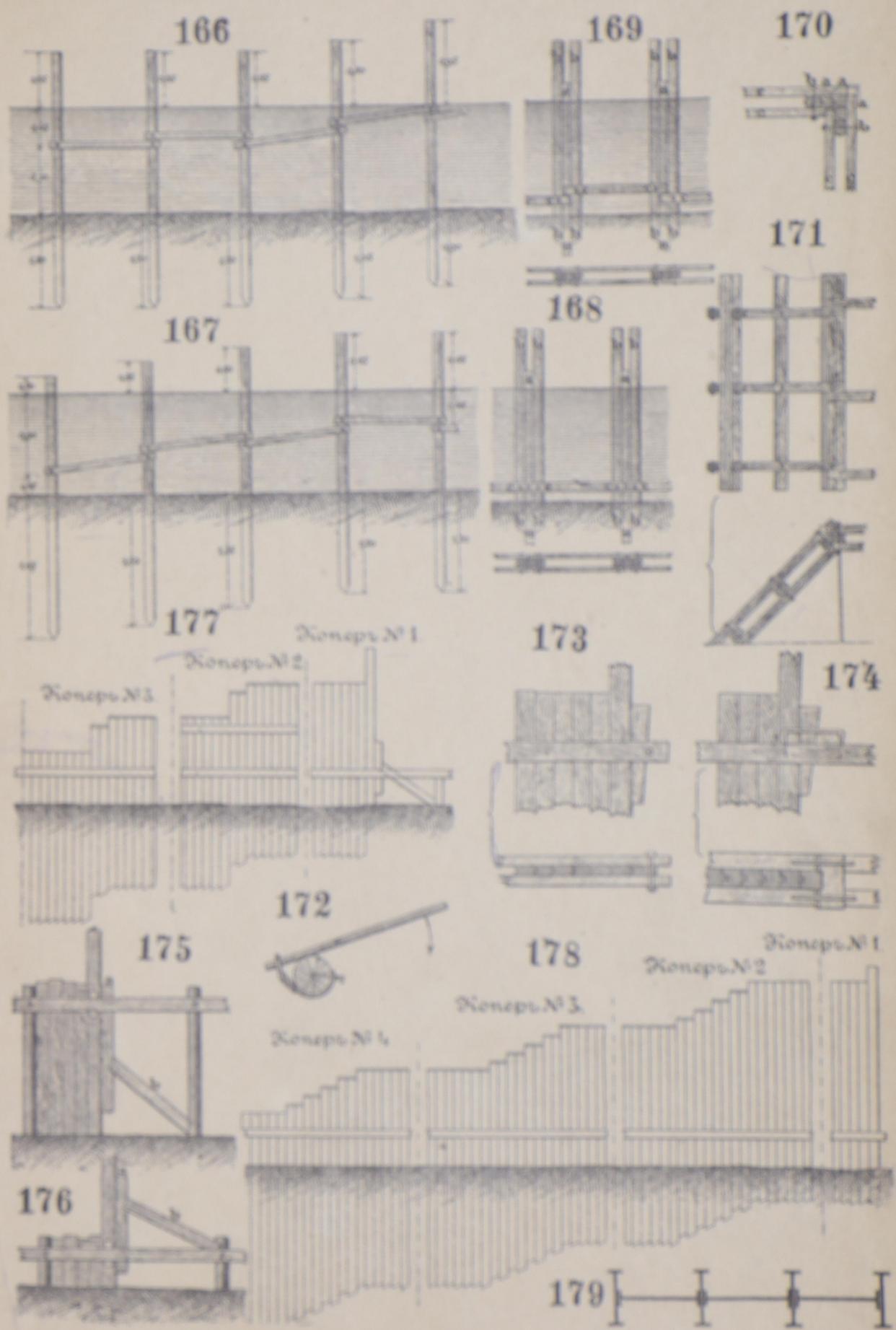


161



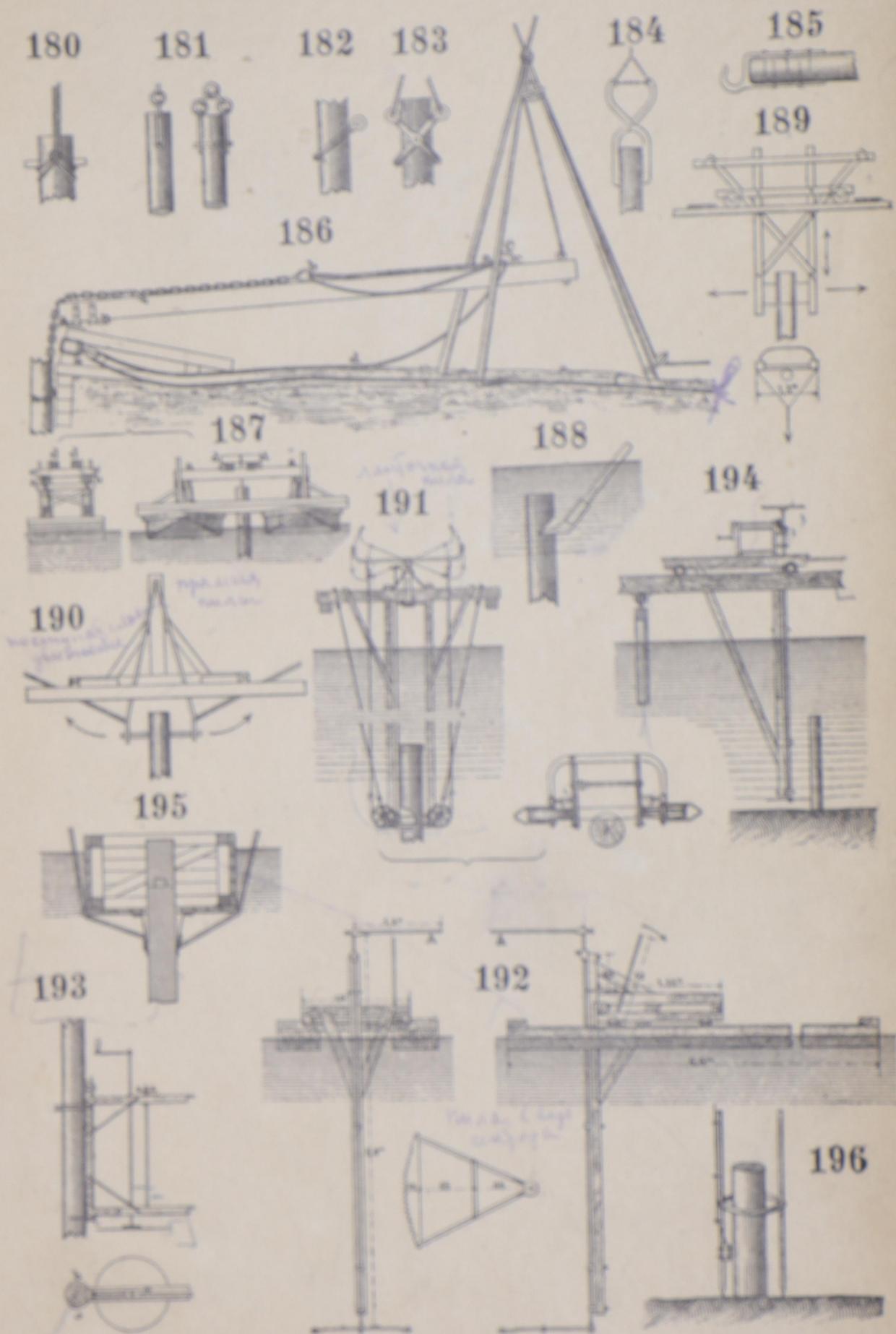
Чертежи: 144—146, 148—165.

Таблица XI.



Чертежи: 166—179.

Таблица XII.



Чертежи: 180—196.