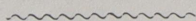


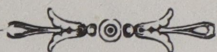
МАТЕРІАЛЫ

ДЛЯ КУРСА

СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.



- ✓ Выпускъ I. Дерево.
- ✓ Выпускъ II. Земляныя работы на мѣстности не по-
крытой водою.
Взрывныя работы въ открытой выемкѣ.
- ✓ Выпускъ III. Свайныя работы.
- Выпускъ IV. Каменная кладка.
- ✓ Выпускъ V. Деревянные сопряженія.



1991

АБОНЕМЕНТЪ ИСКУССТВЪ-
ТОЖИ. ИСКУССТВЪ
Дата 2004

МАТЕРІАЛЫ

ДЛЯ КУРСА

СТРОИТЕЛЬНЫХЪ РАБОТЪ.

Выпускъ III.

СВАЙНЫЯ РАБОТЫ.

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ.

СОСТАВИЛЪ

В. КУРДЮМОВЪ,

Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1898.

1975

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТР.
Виды свай	1
Деревянные забивные сваи (2).—Металлическія забивные сваи (12).— Винтовые сваи (14).	
Приспособленія для погруженія свай въ землю и дѣйствіе ими	17
Ручныя бабы (17).—Копры (19).—Работа ручнымъ копромъ (34).— Машинные копры (40).—Паровые машинные копры (45).—Паровые копры (52).—Погруженіе свай помощью струи воды (69).—Приспо- собленія для завинчиванія свай (74)	
Забивка и завинчиваніе отдѣльныхъ свай	77
Забивка свай (77).—Разныя случайности при забивкѣ свай (83).— Завинчиваніе свай (87).	
Забивка сплошныхъ и шпунтовыхъ свайныхъ рядовъ.	89
Направляющія рамы для забивки свайныхъ рядовъ на сушѣ (95).— Направляющія рамы для забивки свайныхъ рядовъ на мѣстности по- крытой водою (101).—Производство работы по забивкѣ свайныхъ рядовъ (104).	
Приспособленія для выдергиванія свай и спиливанія ихъ подъ водою	113
Выдергиваніе свай (113).—Спиливаніе свай (116).—Нарубаніе шиповъ подъ водою (119).—Взрываніе свай динамитомъ (119).	
Чертежи	Таблицы I—XII

Виды свай.

Сваями называются бревна, брусья, доски или металлическіе 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 *отдѣльныя*, погружаемыя на нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой, и на *сваи сплошныхъ рядовъ*, если онѣ располагаются одна возлѣ другой.

Отдѣльныя сваи располагаются правильными рядами, въ простомъ или шахматномъ порядкѣ (черт. 1 и 2). Если разстояніе между отдѣльными 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 входитъ въ сосѣднюю (черт. 6), для чего на первой нарубается *ребень*, а во второй выбирается *шпунтъ* (или *пазъ*). Ряды послѣдняго вида свай называется *шпунтовыми рядами*, или *стынками*, 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 подраздѣляютъ на 1) забивныя, т. е. погружаемыя въ землю посредствомъ ударовъ тяжелой бабою, и 2) винтовыя, погружаемыя за ввинчиваніемъ 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 свай о грунтъ, выходя же съ нѣкоторымъ напоромъ, размываетъ его и тѣмъ облегчаетъ дальнѣйшее прониканіе свай 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.

✓ **Деревянныя забивныя сваи** заготавливаются изъ сосны, лиственницы, дуба, ели, ольхи, бука и другихъ породъ, причемъ выборъ той или другой породы зависитъ, главнымъ образомъ, отъ характера сооруженія. Такъ, напр., для временныхъ сооруженій довольствуются елью или ольхою, для постоянныхъ же допускаютъ только дубъ, сосну, лиственницу. Вообще хвойныя породы предпочитаютъ лиственнымъ, вслѣдствіе ихъ большей прямизны и смолистости, благодаря которой дерево лучше сохраняется.

Дерево для свай должно быть здоровое, безъ червотчины, 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 сѣченія), напр. въ томъ случаѣ, когда лѣсъ доставляется въ обдѣланномъ 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).

Шпунтовые сваи дѣлаются изъ брусевъ (черт. 6) или досокъ (черт. 9).

Отдельныя 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 *комлевымъ*. 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 тотъ и другой способъ забивки имѣютъ свои достоинства и недостатки. Дѣйствительно: при забивкѣ сваи тонкимъ концомъ, въ началѣ 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 грунтъ 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 вто-

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

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

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

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

Изъ трехъ типовъ заостренія считается лучшимъ—заостреніе четырехгранною 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 имѣетъ мѣсто при коническомъ заостреніи; впрочемъ, такое вращеніе при забивкѣ круглыхъ отдѣльных свай не представляетъ неудобствъ.

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

Если свай приходится забивать въ плотный, твердый грунтъ,

особенно въ хрящеватый или въ такой, въ которомъ встрѣчаются 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. Смотря 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 шириною $1\frac{1}{2}$ — 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 соприкасания свай съ основаніемъ пирамиды башмака доводятъ до 4—9 квадратдюймовъ. Второго вида башмаки свариваются изъ двухъ полосъ желѣза (черт. 14) безъ употребленія выкованной массивной пирамиды. Башмаки перваго вида, смотря по ихъ размѣрамъ, вѣсятъ отъ 10 до 30 фунтовъ, башмаки второго типа значительно легче, но зато и менѣе прочны и легче срываются со свай.

Чугунные башмаки дѣлаются коническіе (черт. 15 и 16) и укрѣпляются на сваѣ помощью заершеннаго гвоздя, втапливаемаго въ башмакъ при его изготовленіи. Показанный на черт. 16 башмакъ состоитъ изъ двухъ частей—собственно башмака и желѣзнаго кольца, надѣваемаго на сваю въ нагрѣтомъ состояніи. Такое кольцо, охлаждаясь, сжимаетъ конецъ свай 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 всякій мало-мальски сносный кузнецъ, то станетъ понятнымъ предпочтительное употребленіе башмаковъ желѣзныхъ.

Нѣкоторые строители слѣдующими доводами доказываютъ бесполезность употребленія башмаковъ: башмаки могутъ сослужить свою службу въ томъ только случаѣ, когда свая наталкивается въ землѣ 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 дороговизну, то станетъ вполне понятнымъ, почему нѣкоторые строители считаютъ употребленіе башмаковъ не только бесполезнымъ, но и вреднымъ, такъ какъ оно вызываетъ непроизводительный расходъ на ихъ приобрѣтеніе. Однако, едвали правильно считать башмаки совершенно бесполезными: 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 вполне удовлетворительные результаты. Болѣе правильнымъ рѣшеніемъ вопроса объ употребленіи башмаковъ должно бы быть такое: начинать бить сваи безъ башмаковъ, во избѣжаніе напрасныхъ, можетъ быть, издержекъ, и только убѣдившись непосредственнымъ опытомъ, что въ данный грунтъ сваи безъ башмаковъ идти не могутъ (сильно мочалются, 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 $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$ дм. и шириною $1\frac{1}{2}$ —3 дм. Заграницею употребляютъ болѣе тяжелые бугеля: толщиною 1—2 дм. и шириною $2\frac{1}{2}$ —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 назначеніе—защищать голову свай отъ измочаливанія—онъ долженъ сильно сжимать волокна дерева. Достигнуто это можетъ быть различными способами; насаживаніемъ бугелей въ нагрѣтомъ состояніи, небольшимъ (съ уклономъ въ $1/20$) заостреніемъ головы свай или такою же коничностью самаго бугеля. Изготовленіе бугелей цилиндрическихъ удобнѣе и дешевле, а потому круглое заостреніе головы свай употребляется по преимуществу. Для того чтобы бугель былъ прочнѣе, его слѣдуетъ сваривать не въ притыкъ, а въ нахлестку (черт. 17). Одинъ бугель служитъ 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 свай все же измочаливается, на ней образуется слой измятыхъ волоконъ древесины, который поглощаетъ часть работы бабы, и свая начинаетъ идти хуже. Во избѣжаніе подобной потери въ работѣ измочалившуюся часть надо время отъ времени спиливать *) и бугель осаживать.

Свай сплошныхъ рядовъ, какъ сказано выше, дѣлаются изъ бревень, пластинъ или брусевъ, отесанныхъ на 2—4 канта. Такія свай, такъ же какъ и отдѣльныя, снабжаются бугелями, головы ихъ срѣзаются плоскостями нормальными къ оси, нижіе концы заостряются и укрѣпляются башмаками.

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

При забивкѣ сплошнаго ряда имѣется въ виду образованіе сплош-

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

ной, непроницаемой стѣнки, а для этого необходимо, чтобы рядомъ стоящіе сваи возможно плотнѣе прилегли одна къ другой.

Последнее достигается, съ одной стороны, ~~своими~~ ~~своими~~ заостреніями, съ другой — некоторыми особенностями въ формахъ самой забивки.

Обкапываіе заостренія сваи производится двумя: 1) ребрующее ребро сваи дѣлается горизонтальнымъ, а съ одного бока свая срезается наклонно, какъ показано на черт. 18, для сваи отсѣанныхъ № 4 и № 22 и № 24; 2) ребрующее ребро дѣлается наклонное, а съ боковъ свая ограничивается горизонтальными плоскостями, какъ показано на черт. 19. Благодаря такому заостренію, при последующемъ забивкѣ сваи по направлению отъ *A* къ *B* (черт. 20), нижніе концы ея подѣ влияніемъ горизонтальной составляющей сопротивленія земли, должны надавливаться на разное забитіе сваи по направлению отъ *b* къ *a* *).

Длина заостренія III_1 (черт. 18 и 19) дѣлается, какъ и при забивкѣ вогнутыхъ сваи, равною $1\frac{1}{2}$ —3 толщинамъ сваи. Косина заостренія α (черт. 18) или β (черт. 19) дѣлается въ 10° — 30° .

Обкапываіе, которыми снабжаются сваи сплошныхъ рядовъ, будетъ сказано ниже.

Плунтовые сваи служатъ для образованія водонепроницаемыхъ стѣнокъ, что достигается особію обтѣскою сваи и возможностью значительно ихъ забивкою. Толщина такихъ стѣнокъ зависитъ отъ того, насколько они въ глубокое забиваются въ землю, какова плотность грунта и будутъ ли сваи подвержены боковому давленію. Въ случаѣ надобности имѣть толстыя стѣнки, сваи дѣлаются изъ брусевъ въ 4—6 вершковъ въ сторонѣ; если же стѣнки могутъ быть тонкія, то сваи готовятся изъ досокъ, толщиною въ $1\frac{1}{2}$ —3 верш.

Въ вопросѣ о непроницаемости плунтовыхъ стѣнокъ играетъ весьма важную роль форма гребня. Но чер. 21 показаны квадратный и треугольный гребни для брусевъ, на чер. 22—треугольный гребень для досокъ. Изъ черт. 23 видно, что квадратный гребень

*) Первая забиваемая свая *A* имѣетъ или прямое, нескосенное заостреніе двумя плоскостями, или четырехгранное.

имѣть преимущество предъ всѣми другими видами гребней, такъ какъ при его употребленіи, 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 откалывались. Съ цѣлью экономіи въ лѣсѣ шпунтовые сваи дѣлаютъ иногда съ прибивными гребнями (черт. 24). Стороны квадратнаго очертанія гребня дѣлаются равными приблизительно одной трети толщины сваи. Треугольный гребень на брусѣхъ дѣлается равнобедренный, причемъ сторона треугольника равняется приблизительно половинѣ толщины сваи; вершина гребня, какъ болѣе слабая часть, иногда притупляется. Гребень шпунтовыхъ досокъ имѣетъ видъ равнобедреннаго прямоугольнаго треугольника, основаніе котораго равно толщинѣ доски, а высота—половинѣ толщины.

Нѣкоторые строители считаютъ бесполезнымъ употреблять шпунтовые брусѣя, такъ какъ при тщательной работѣ брусѣя, отесанные на два или четыре канта, могутъ образовать достаточно плотную стѣнку; при работѣ же недостаточно тщательной и шпунтованными брусѣями 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 прямые четверти, глубиною въ $\frac{1}{3}$ толщины, послѣ чего на брусѣ 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-

свая въ пазъ и надѣваютъ на гребень и проводятъ имъ вдоль всей сваи. Однако, одною такою провѣркою размѣровъ гребней и пазовъ не довольствуются и, при желаніи исполнить работу болѣе тщательную, прибѣгаютъ къ *примонкѣ* свай другъ къ другу. Для этого на выровненныхъ подкладкахъ кладутъ одну сваю гребнемъ къверху, на эту сваю накладываютъ другую такимъ образомъ, чтобы ея пазъ съѣлъ на гребень первой сваи. Послѣ этого вторую сваю начинаютъ двигать по направленію ея длины то въ одну, то въ другую сторону; если при этомъ сваи движется плавно, не задирая одна другую, шовъ между сваями одинаковъ по всей длинѣ, то такая пара признается удовлетворительною, и на сваяхъ дѣлаютъ соответственные пометки. Послѣ того первую сваю откидываютъ въ сторону, на вторую насаживаютъ третью, шовѣряютъ правильность примонки, дѣлаютъ пометку и т. д. Еслибы оказалось, что такая пара свай примонка не хороша, — дѣлаютъ соответственное исправленіе. При дальнейшей работѣ свай заботятся въ томъ самомъ порядкѣ, въ какомъ онѣ примонкались, для чего и должны служить дѣлаемымъ на нихъ пометкамъ. Для болѣе тщательности примонки шпунтовыхъ свай, вытеску гребней и шпунтовъ при крупныхъ работахъ проводить машиннымъ способомъ. Особенно слѣдуетъ рекомендовать машинную заготовку шпунтовыхъ досокъ.

За несомнѣнною пользою свай машинной заготовки, предпочтительнѣе пользоваться инструкціями, пазовъ и гребней специально разработанными для того стружками, кѣмъ обыкновенно применяемой обработкой свай при помощи топора.

Въ Америкѣ толстые шпунтовые сваи приготавливаются изъ досокъ, соединяемыхъ въ три слоя и склеиваемыхъ между собою шведскими или сурьмяными маслами. Гребень и пазъ образуются соответственнымъ разномасштабнымъ. Средней доскѣ относительно крайнихъ, пазъ показанъ на черт. 25.

Верхніе концы шпунтовыхъ досокъ и сваи обрезаются плоскостью, перпендикулярною къ осѣ сваи. Нижний конецъ заостряется прямо (черт. 26) или, лучше, со скосомъ, но тому же шпунту, какъ у свай сплошныхъ радовъ (черт. 48—49); только, благодаря

существованію гребня и паза, наружный видъ такого заостренія будетъ немного иной (черт. 27, 28). На возможность достиженія непроницаемости ряда, кромѣ скашиванія концовъ свай, вліяетъ и направленіе забивки. Какъ увидимъ ниже, сваи необходимо забивать въ такомъ порядкѣ, чтобы вновь забиваемая свая была обращена пазомъ въ сторону ранѣ забитой, а слѣдовательно, сваи должны быть скошены 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 ранѣ забитой.

Заостреніе шпунтовыхъ свай должно производиться особенно тщательно, такъ какъ всѣ неправильности его сильно отражаются на качествѣ шпунтовой стѣнки. Длина заостренія дѣлается равною $1\frac{1}{2}$ — 3 толщинамъ свай (толщиною шпунтовыхъ свай называется измѣреніе, перпендикулярное длинѣ шпунтоваго ряда). Ребро заостренія вообще должно проходить черезъ середины 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 предъидущихъ свай, приходится заостреніе послѣдующихъ дѣлать немного иначе, напр. ближе къ тому или другому боку, увеличивать скашиваніе и т. п. (черт. 30).

Заостренные шпунтовые сваи укрѣпляются башмаками обыкновенно выкованными изъ полосоваго или котельнаго желѣза по типамъ, показаннымъ на черт. 31. Вѣсъ башмаковъ бываетъ 7 — 12 фунтовъ. Однако, при забивкѣ толстыхъ шпунтовыхъ свай, при болѣе или менѣе твердомъ грунтѣ, предпочтительнѣе пользоваться башмаками, состоящими изъ массивнаго рѣзущаго 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 вѣсомъ ихъ и сопротивленіемъ грунта.

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

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

Съ цѣлью достиженія большей водонепроницаемости шпунтового ряда, уменьшаютъ число отдѣльно забиваемыхъ свай путемъ сплачиванія ихъ въ пары. Такое сплачиваніе производится помощью 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 болѣшую глубину, чѣмъ длина имѣющихся свай, а также и тогда, когда, при большой глубинѣ забивки, нужно имѣть надъ поверхностью земли длинный свободный конецъ свай, напр. въ быкахъ деревянныхъ мостовъ. Наращиваніе дѣлается различными способами, показанными на черт. 33 — 35, а именно: врѣзкою одной сваи въ другую, помощью заершеннаго 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 усиліямъ.

✓ **Металлическія забивныя сваи.** Съ развитіемъ желѣзодѣлательной промышленности вошли въ употребленіе желѣзныя и стальныя отдѣльныя сваи. Преимущество желѣзныхъ свай предъ деревянными заключается въ слѣдующемъ: произвольность размѣровъ свай, какъ въ отношеніи длины такъ и діаметра; произвольность сѣченія и расположенія матеріала въ сѣченіи, допускающая возможность значительно увеличивать моментъ инерціи сѣченія безъ излишней затраты матеріала; 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 деревянные весьма быстро сгниваютъ; возможность употребленія въ моряхъ, гдѣ деревянные сваи подвергаются порчѣ 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 предѣлахъ 60—140 kg. на погонный метръ. Теперь пользуются сваями, склепанными изъ четырехъ *квадрантовъ* (черт. 36). Для усиленія этого сѣченія служатъ продольныя прокладки *аа*, располагаемыя между полочками (черт. 37). Были случаи употребленія свай, составленныхъ изъ 3 полосъ, но онѣ оказываются менѣе удобными, при сравнительно небольшой экономіи въ матеріалѣ. 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 склепываются 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 выбираемъ. 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 стремленіемъ къ продольному изгибу отдѣльныхъ частей сваи, который и долженъ сопровождаться раскрытіемъ швовъ, а слѣдова-

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

Для того, чтобы самый процессъ забивки не вліялъ на прочность сваи, вѣсь ~~свай~~ ^{свай} и высоту паденія рассчитываютъ такимъ образомъ, чтобы напряженіе матеріала 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 привиллегія 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 еще вопросъ

Винтовые 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 площади передачи давленія отъ сваи грунту. Въ послѣднемъ случаѣ діаметръ винта доходитъ до сажени.

Первоначально винтовые сваи состояли изъ деревяннаго стержня и чугуннаго винтоваго наконечника, или башмака. Однако, кругъ примѣненія такихъ свай былъ ограниченъ, такъ какъ въ плотносложившихся грунтахъ сопротивленіе свай прониканію въ землю бывало 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 стѣ-

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

нокъ трубчатыхъ стержней $\frac{1}{4}$ —1"; длина отдѣльныхъ 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, которыя 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 полъ-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 свай 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 которыя и можетъ выходить вода, нагнетаемая во внутреннюю полость свай.

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 виадука Gaïra (Vénézuéla); грунтъ, проходимый сваями, былъ песчаный.

На чертежѣ 49 показанъ наконечникъ свай, употреблявшихся

Compagnie des établissements Eiffel во французской Колонии. Наконечники эти оказались вполне целесообразными какъ для грунтовъ средней, такъ и большой твердости.

На черт. 50 показанъ винтовой наконечникъ системы M. Camuzat, сдѣланный изъ котельнаго и углового желѣза и предназначенный для деревянныхъ свай, погружаемыхъ въ болѣе или менѣе легко-проницаемый грунтъ.

Для свай съ трубчатыми стержнями большого діаметра предпочтительнѣе кольцевые наконечники, которые также могутъ быть чугунные, стальные или желѣзные (черт. 51), составленные изъ листа и уголкавъ.

Благодаря трубчатымъ стержнямъ, земля, вытѣсняемая сваями, можетъ быть удалена, что отзывается на быстротѣ погруженія свай. Съ цѣлю облегченія удаленія земли изъ внутренности стержня, была предложена особая конструкція наконечника съ двумя винтовыми лопастями—наружною и внутреннею (черт. 52).

Стержни свай съ кольцевидными наконечниками дѣлаются діаметромъ 18—24 дм. и болѣе.

Въ заключеніе считаемъ не лишнимъ указать еще на одинъ типъ металлическихъ свай, только недавно начинавшихъ входить въ употребленіе и известныхъ подъ названіемъ «*rièux à rails*». Эти сваи предназначаются главнымъ образомъ для образованія рѣчныхъ мостовыхъ быковъ, опирающихся на скалу. Сваи эти представляютъ собою или сплошной желѣзный стержень, толщиною около 12 сант., съ коническимъ уширеніемъ на нижнемъ концѣ, или пустотѣлый, склепанный изъ четырехъ полосъ (черт. 36—37) и снабженный внизу чугуннымъ багнякомъ. Нижний конецъ такой сваи устанавливается въ высверленное въ скалѣ 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*).

✓ Приспособленія для погруженія свай въ землю и дѣйствіе ими.

295668 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 приѣмомъ 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.

Разсмотримъ всѣ эти приспособленія въ отдѣльности.

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

Если свая имѣетъ 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 мостиковъ, настиловъ и т. п. Ручная баба (черт. 54) имѣетъ видъ трамбовки и вѣситъ отъ 4 до 6 пудовъ. Ей придается круглое, шестиугольное или квадратное сѣченіе, нѣсколько суживающееся по направленію 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 дубоваго кряжа, длиною до 0,7 саж. и толщиною 0,15—0,20 саж. Вслѣдствіе ударовъ о голову сваи нижній конецъ бабы могъ бы колотиться 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 дѣйстви бабою распатываются 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) имѣть возможность срѣзать впослѣдствіи нижній измочалившийся слой бабы. Иногда, для приданія бабѣ бѣльшаго вѣса, просверливаютъ ее вдоль, по направленію оси, и помощью желѣзнаго болта и гайки привинчиваютъ къ ней чугунный поддонъ (черт. 55). Для подниманія и дѣвствія бабою къ ней придѣлываютъ 4—6 длинныхъ вертикальныхъ ручекъ, за каждую изъ которыхъ берется одинъ рабочій; число ручекъ назначается сообразно вѣсу бабы съ расчетомъ на каждаго рабочаго около пуда поднимаемаго груза. Ручныя бабы иногда дѣлаются съ горизонтальными короткими поперечными ручками, но вертикальныя ручки имѣютъ то большое преимущество, что позволяютъ рабочимъ, стоя на постоянномъ 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, насланнаго на козлы, поставленные съ обѣихъ сторонъ мѣста, гдѣ 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 помость, какъ показано на черт. 56, для того чтобы погруженію 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 свай и ушибить рабочихъ. Впрочемъ, эта предосторожность для опытныхъ рабочихъ совершенно излишняя 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 приобрѣтутъ надлежащей сноровки.

Забивка свай ручною бабою, вообще, мало экономична, вслѣдствіе небольшого вѣса бабы, значительная часть силы удара которой тратится на преодоленіе бесполезныхъ сопротивленій: смятія волоконъ, упругости свай 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 производитъ полезную работу—погруженіе свай. 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 небольшого 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, служащій для забивки свай въ грунтъ при посредствѣ повторяющихся ударовъ тяжелою бабою. Коперъ 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 свай. 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 остовомъ, вторые же—или съ деревяннымъ, или съ желѣзнымъ. Въ зависимости отъ высоты,

на какую баба может быть поднята, копры бывают 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, состоитъ 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 имѣетъ двѣ стрѣлы, то ихъ покрываютъ сверху насадкою AA , называемою головою копра, или верхнею подушкою. Горизонтальная рама состоитъ 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 . Горизонтальныя 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 прикрѣплены 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 подбабка свай, расположенныя ниже плоскости, на которой стоит коперъ, и 2) употреблять шкивъ бóльшаго діаметра (до $3\frac{1}{4}$ ф.), что, какъ увидимъ ниже, весьма полезно. Коперъ этотъ носитъ названіе копра Perronet.

Дальнѣйшее развитіе этого типа представляет 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, окруженнаго шпунтовымъ рядомъ, не позволяющимъ поставить коперъ на дно. Кромѣ упомянутыхъ типовъ, въ конструкціи копровъ встрѣчаются 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), прикрѣпленными къ головѣ копра и забитымъ въ землю кольямъ. Недостатокъ этого копра—малая устойчивость. На чертежѣ 64 изображенъ коперъ, въ которомъ стрѣла укрѣплена въ вершинѣ треугольника, составляющаго основу, а не въ срединѣ подушки, какъ обыкновенно. Коперъ этотъ удобенъ для забивки свай въ углахъ, чему въ другихъ копрахъ мѣшала бы горизонтальный брусъ. Существуютъ еще копры, вертикальная рама которыхъ состоитъ изъ двухъ паръ стрѣлъ, для движенія двухъ бабъ; такіе копры употребляются для забивки парныхъ свай, напр. при устройствѣ подмостей. Остовы металлическихъ копровъ въ общемъ сходны съ деревянными, и объ нихъ будетъ упомянуто ниже.

Оснастку ручного копра составляютъ слѣдующіе предметы: 1) шкивъ съ болтомъ, или прикрѣпленное на верху копра колесо, черезъ которое перекидывается канатъ, поднимающій бабу; 2) блокъ, привязанный къ головѣ копра и служащій для подъема свай; 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 рабочіе, дѣйствующіе бабою; и 6) 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) аншпуги, или рычаги, служащіе для передвиженія копра съ одного мѣста на другое; 2) желѣзный ломъ для подтягиванія сваи къ стрѣламъ помощью штрона во время забивки, а также для поддержанія бабы при установкѣ сваи, для чего ломъ просовывается подъ бабою или ея пальцами въ особыя дыры, продѣланныя въ стрѣлахъ; 3) желѣзныя скобы, употребляемыя для прикрѣпленія копра къ подмостямъ; 4) хомутъ, или штропъ, дѣлаемый изъ старой веревки (такеля) и служащій для направленія сваи.

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

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

Для сдѣланія 4-хъ сажennaго копра о двухъ ногахъ, заготавливаютъ 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, нарубленнаго 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 брусевъ 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 приготавливаются изъ брусевъ, вытесанныхъ изъ бревень, длиною 4 саж., толщиною 6 верш. На обоихъ концахъ этихъ брусевъ 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 середины. 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 погамъ копра имѣть боковую качку, ихъ укрѣпляютъ подкосами, приготавливаемыми изъ брусевъ, вытесанныхъ изъ 3-хъ саженныхъ 5-ти вершковыхъ бревень. Предварительно на наружныхъ боковыхъ граняхъ стрѣлъ копра выбираютъ косыя гнѣзда для укрѣпленія подкосовъ. Мѣста для гнѣздъ назначаются на разстояніи $\frac{2}{3}$ высоты стрѣлъ, считая отъ основанія копра. Подобныя же косыя гнѣзда дѣлаются и въ подушкѣ въ разстояніи до 8 верш. отъ ея окончностей. Подкосы снабжаются соотвѣтственными шипами.

Задній подкосъ, или лѣстница приготавливается изъ бруса, вытесаннаго изъ 4-хъ саженнаго 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 верхней части лѣстницы нарубаютъ шейку, которая проходитъ между ногами копра.

По изготовленіи всѣхъ частей копра приступаютъ къ его сборкѣ, производящейся 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 блокъ черезъ торецъ хвоста, поднимаютъ лѣстницу, направляя шипъ ея въ гнѣздо, вынуженное въ хвостѣ. Вставивъ шипъ лѣстницы въ его гнѣздо и скрѣпивъ соединеніе веревками или инымъ способомъ, приподнимаютъ верхній конецъ лѣстницы и доводятъ шейку ея до вырубковъ, сдѣланныхъ съ внутренней стороны ногъ. Затѣмъ ноги сдвигаютъ и черезъ нихъ и шейку лѣстницы пропускаютъ болтъ, завинчиваемый гайкою. Послѣ этого на верхніе шипы стрѣлъ копра накладываютъ голову, а съ боковъ копра устанавливаютъ подкосы. Собранный такимъ образомъ коперъ остается лишь укрѣпить желѣзною оковкою, которая готовится изъ полосоваго желѣза разной ширины и толщины, въ зависимости отъ величины копра и крѣпости какую желаютъ ему придать. Обыкновенная ширина поволокъ — около 2 дм., а толщина $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ дм., причемъ всѣ всѣхъ желѣзныхъ скрѣпленій, считая въ томъ числѣ и болтъ, стягивающій стрѣлы копра, не превышаетъ 4—6 пудовъ. Оковки бываютъ трехъ сортовъ: 1) наугольники, 2) 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 девятью 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, прирѣзываемыя и прибиваемыя гвоздями къ ногамъ копра въ томъ мѣстѣ, гдѣ просверлены дыры для шкивнаго болта. Накладки эти защищаютъ ноги копры отъ порчи упомянутымъ болтомъ.

Когда коперъ совершенно окованъ, его опускаютъ на землю и оснащаютъ. Опускание или установка копра производится дѣйствіемъ веревокъ, привязанныхъ къ головѣ копра и концу хвоста, а также соотвѣтственнымъ передвиженіемъ козелъ. Не останавливаясь на этихъ приемахъ, перейдемъ къ описанію 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 рациональнаго устройства его зависитъ въ извѣстной степени успѣхъ работы копра и долговременность службы нѣкоторыхъ его частей (лопаръ). Шкивъ долженъ быть такъ устроенъ и помѣщенъ, чтобы: 1) сопротивленіе отъ жесткости каната при дѣйствіи копра и треніе по оси шкива — были меньшія; 2) треніе бабы о стрѣлы копра, а слѣдовательно, и сила, необходимая для ея поднятія были также возможно меньшія.

Первое требованіе выполняется увеличеніемъ діаметра шкива, второе же — установкою его такимъ образомъ, чтобы часть лопаря между подвѣшенною на немъ бабою и шкивомъ была параллельна стрѣламъ копра, для чего діаметру шкива должно придавать величину, равную двойному горизонтально разстоянію его центра до центра ушка бабы, въ томъ ея положеніи, когда она будетъ представлена къ ногамъ копра. Такъ какъ болтъ, несущій шкивъ, пропускается большею частью въ отверстія, сдѣланныя въ стрѣлахъ копра, то нетрудно видѣть, что выставленные выше требованія конструкціи шкива, за извѣстными предѣлами размѣровъ послѣдняго, противорѣчатъ другъ другу, вслѣдствіе чего является невозможнымъ значительно увеличивать діаметръ шкива. Такое увеличеніе, 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 лопаръ можетъ выдержать до 12 и болѣе недѣль работы. Съ другой стороны, шкивъ съ черезъ-чуръ большимъ діаметромъ отклоняетъ канатъ отъ направленія параллельнаго стрѣламъ, вслѣдствіе чего увеличивается треніе и изнашиваемость пальцевъ и клиньевъ бабы, подъемъ ея затрудняется, а сверхъ того является невозможность поднять бабу подъ самый 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 состояются изъ нѣсколькихъ 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 непременно шпунтомъ и гребнемъ и еще деревянными нагелями; сверхъ того скрѣпляются четырьмя желѣзными накладками 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 шкивъ врѣзается желѣзная втулка, состоящая изъ двухъ половинокъ, причемъ каждая изъ нихъ имѣетъ высоту, равную половинѣ толщины шкива. Втулка эта дѣлается квадратною (около 3 дм. въ сторонѣ), съ просверленнымъ по срединѣ

круглымъ отверстіемъ. Къ ней привариваютъ накладки, которыя 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 началѣ работы чугунаго шкива; съ теченіемъ же времени поверхность желоба сглаживается и дѣйствуетъ уже менѣе разрушительно на канатъ. Вслѣдствіе этого предпочитаютъ пользоваться шкивами, бывшими уже въ употребленіи.

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, расположеніемъ 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 имѣетъ или нарѣзку для гайки, или отверстіе для чеки. Въ шкивѣ, представленномъ на чертежѣ 70, ось прикрѣпляется къ особой желѣзной вилкѣ, подвѣ-

нижней къ головѣ копра. Горизонтальныя вѣтви вѣтки служатъ для предохраненія каната отъ соскакиванія со шкива. Во второмъ случаѣ ось соединяется наглухо со шкивомъ и вращается въ подшипникахъ, прикрѣпленныхъ помощью накладокъ и болтовъ къ направляющимъ или ригелямъ.

Рассмотрѣвъ конструкцію деревянныхъ и чугунныхъ шкивовъ, укажемъ на тѣ требованія, которыя должны быть соблюдены при намотываніи шкива:

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

Несоблюденіе этихъ условій влечетъ за собою потерю въ работѣ, соскакиваніе каната со шкива и изнашиваніе направляющихъ.

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

Кромѣ шкива, къ верхней части копра обыкновенно прикрѣпляютъ особый блокъ, черезъ который перекидывается канатъ (такель, танька), 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 сажennaго 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, перекинутого 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-саженнаго 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 дѣйствию постепенно повторяющихся толчковъ, происходящихъ при подъемѣ и опусканіи бабы, а сверхъ того истирается отъ тренія по желобу шкива и отъ непрерывнаго перегибанія. Вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ, для того чтобы обезпечить за лопаремъ бѣольшую 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 состоитъ, 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 длинѣ изнашивался равномерно. Обыкновенно же сильнѣе изнашивается конецъ, противоположный прикрѣпленному 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 соотвѣтствуетъ пониженному положенію сваи, т. е. вблизи кошекъ. Чтобы предупредить это одностороннее изнашиваніе, лопарь послѣ нѣкотораго времени поворачиваютъ, т. е.

перетертым концом обращают на переднюю сторону копра, при-
вязав этот конец за ушко бабы, а кошки перевязывают к дру-
гому концу. Таким образом можно утилизировать лопарь до пол-
ного истирания обоих концов.

Привязывание лопаря к ушку бабы делается следующими способами:

1) лопарь пропускают через ушко (черт. 73), просунутый ко-
нечек отгибают до соприкосновения с непроесунутой частью и обра-
зовавшуюся петлю обматывают тонкой бичевкой или проволокой,
конец которой закрывают;

2) конец лопаря раскручивают, пропускают через ушко и
отдельные пряди продвигают по нескольку раз между другими,
образовавшийся узел обматывают бичевкой.

В обоих случаях ушко бабы полезно обматывать прядями из
старого каната, для того чтобы, по возможности, уменьшить исти-
рание лопаря.

3) Иногда привязывают лопарь к ушку, как показано на
черт. 73, и, во избежание трения каната об ушко, в петлю встав-
ляют желѣзную дужку (черт. 74).

Кошки привязываемые к свободному концу лопаря, делаются
такой длины, чтобы при опускании бабы за них можно было удобно
держаться. Число кошек определяется:

- 1) вѣсом бабы,
- 2) допускаемым усилением каждого рабочего, и
- 3) числом рабочих на одну кошку.

Обыкновенно на каждый пуд бабы вѣсом до 25 пуд. в руч-
ном копре полагается по одному рабочему. При бабахъ большаго
вѣса число рабочихъ увеличиваютъ, назначая по одному человѣку
на 35—30 фунтовъ вѣса бабы, вслѣдствіе невыгодной, при боль-
шомъ числѣ рабочихъ, передачи силы лопарю отъ расходящихся по
широкому кругу кошекъ. Рабочіе ставятся или по одному на каж-
дую, или, что рѣже, по нѣсколько 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 прикрѣпляютъ 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 усилія рабочаго, направленная по лопарю и, слѣдовательно, непосредственно поднимающая бабу, и тѣмъ меньше составляющая, растягивающая кольцо или узелъ закрѣпленія кошекъ уравниваемая подобной же составляющей отъ другой кошки, симметричной съ первою. Отсюда понятно, почему при большомъ вѣсѣ бабы и числѣ рабочихъ стараются уменьшить уголъ расхожденія кошекъ или назначаютъ количество рабочихъ въ бѣльшей 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 сваи кошки необходимо удлинять. Если онѣ укрѣплены на кольцо въ произвольной точкѣ каната, то можно перемѣщать прикрѣпленіе кольца на лопарѣ, если же кошки наглухо навязаны на лопарѣ, то другой конецъ ихъ наворачивается на колышкѣ и укрѣпляется на немъ петлю (черт. 77), удлиненіе же кошекъ достигается распусканіемъ ихъ съ колышковъ. Колышки очень удобны для захвата кошекъ, особенно, если на каждую кошку становится одинъ рабочій.

Копровыя бабы бываютъ деревянные и чугуныя. Употребленіе первыхъ можетъ быть допущено только въ виду экономическихъ соображеній, такъ какъ чугуныя бабы во всѣхъ прочихъ отношеніяхъ предпочтительнѣе деревянныхъ. ~~Послѣднія~~ ^{Безвѣсныя} подвержены порчѣ и должны быть возобновляемы отъ времени до времени, тогда какъ чугуныя бабы, при меньшемъ размѣрѣ, обладаютъ гораздо большимъ вѣсомъ и не подлежатъ почти никакой порчѣ.

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, дубоваго лѣса; въ противномъ случаѣ, отъ часто повторяемыхъ уда-

Мягкая, низь баба будет мочалиться и мниться, покрываясь какъ подушкой изъ смятыхъ волоконъ, упругость которой при ударе не будет поглощать значительную часть живой силы падения бабы, темъ ослаблять дѣйствіе ея. Кроме того, баба, сдѣланная изъ такого тѣла, отъ дѣйствія солнечныхъ лучей легко трескается.

Деревянная баба придаетъ форму или усѣченной пирамиды (черт. 78), или половины усѣченного конуса; въ первомъ случаѣ края обтесываютъ съ четырехъ сторонъ, во второмъ — только съ одной стороны. Приведенная въ подобный видъ баба стягивается двумя или тремя бугелями изъ полосоваго желѣза, толщиной не боле $\frac{1}{2}$ дм. и шириною 2—3 дм. Окровка эта, имѣющая целью предохранить бабу отъ раскалыванія, должна обхватывать ее возможно полною, а потому насаживаніе бугелей производится, по предвѣстительному ихъ нагрѣванію, нагонкою съ узкаго конца бабы. Ниспущенный бугель ставится не у края бабы, а на разстояніи отъ него около 4—6 дм. Это дѣлается какъ для того, чтобы можно было, не спавшая бугель, сплести нижнюю поверхность бабы, когда она замнется отъ удара, такъ и для того, чтобы по мере усушки дерева бугель можно было осаживать внизъ.

Желѣзо для окровки берется мягкое, лучшего качества, способное не ломаться, противостоять сотрясеніямъ при ударахъ.

Съ цѣлью предохраненія отъ порчи бугельной стрѣлы копра, по которымъ скользятъ баба, на заднюю сторону бабы набиваютъ теодизмъ доску, въ которой сдѣланы вырѣзы для бугелей.

Для направленія движенія бабы вдоль ногъ копра, къ ней прикладываютъ 2 или 4 п. назъ пальца, или деревянные бруски, расположеніе которыхъ зависитъ отъ устройства ногъ копра и положенія бабы относительно ихъ. Если баба движется впередъ двумя направляющими, то къ ней прикрѣпляются два пальца, одинъ выше другого (черт. 78). Они входятъ въ промежутки между направляющими и на концахъ имѣютъ сквозныя дыры, около 2 дм. въ квадратъ или продолговатая, въ которыхъ заходятся чеки или клинья и, такимъ образомъ, удерживаютъ бабу во время стрѣлы.

При одной направляющей четыре пальца обхватываютъ ее съ обѣихъ сторонъ и сзади соединяются клиньями или катками (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 через бабу и концы пальцевъ пропускаются деревянные нагели или желѣзные болты (черт. 78);

2) концы пальцевъ обдѣлываются косымъ шипомъ, загоняемымъ въ соотвѣтственное гнѣздо бабы, и подклиниваются (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 имѣетъ видъ скобы, длиною 10—12 дм., вѣтви 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 которыя 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 прямого параллелепипеда съ квадратнымъ основаніемъ (черт. 81), рѣже—усѣченной пирамиды.

Нижняя поверхность бабы и поверхности, обращенныя 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 оставляють два или четыре (смотря по расположенію бабы относительно стрѣлъ копра) сквозныхъ отверстій для закладки пальцевъ, которые имѣють подобный же видъ, какъ и у деревянной бабы, съ тою лишь разницею, что въ чугунной бабѣ пальцы всегда сквозные (черт. 81); иногда пальцами служатъ желѣзные стержни круглаго сѣченія, пропущенные сквозь тѣло бабы, на которые надѣваются деревянные цилиндры, катящіеся по стрѣламъ копра (черт. 82).

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

Ушко чугунной бабы выковывается изъ хорошаго болтового желѣза, имѣетъ 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. отверстие для каната бываетъ сдѣлано въ верхней скошенной по бокамъ части бабы, или ушко устраивается такимъ образомъ, что въ верхней грани бабы дѣлается углубленіе, поперекъ котораго вставляется полоса желѣза треугольнаго сѣченія (черт. 86). Этотъ типъ ушка встрѣчается, впрочемъ, только при машинныхъ копрахъ.

Работа ручнымъ способомъ. По установкѣ копра въ надлежащемъ мѣстѣ, бабу поднимають на верхъ, гдѣ ее удерживають помощью желѣзнаго лома, для чего въ верхней части направляющихъ дѣлается нѣсколько паръ отверстій въ разстояніи 1 фута одно отъ другаго, въ которыя и просовывается ломъ. Затѣмъ сваю обвязываютъ двумя петлями (черт. 87) такельнаго каната, перекинутого черезъ блокъ, и поднимають кверху. Установивъ сваю на требуемомъ мѣстѣ, привязываютъ ее къ направляющимъ помощью стараго каната, который закручивають аншпугами; если баба ходитъ передъ направляющими, то между ними и сваею кладутъ деревянную прокладку. Когда свая такимъ образомъ установлена и укрѣплена, начинаютъ ея забивку.

Выше было объяснено, что число рабочихъ при копрѣ назначается съ расчетомъ 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 усиліе каждаго рабочаго будетъ совершенно такое же, какъ и въ первомъ, но получающійся въ суммѣ избытокъ силы идетъ на бесполезную работу растягиванія въ стороны узла прикрѣпленія 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 каждаго 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 ручнаго 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 пріемъ 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 извѣстный ритмъ въ поднятіи и опусканіи бабы; регулирующимъ средствомъ для этого служатъ пѣсни, которыя артели поютъ въ началѣ каждаго залога. Руководить работою особо выбираемый опытный плотникъ, называемый закоперищикомъ. Его обязанность состоитъ въ томъ, чтобы слѣдить за погруженіемъ сваи, направлять ея движеніе и, въ случаѣ отклоненія ея въ сторону, подкручивать аншпугомъ канатъ, привязывающій сваю къ стрѣламъ копра.

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

становятся нормальными (20—30 ударов). Если свая после нескольких последовательных залоговъ съ однимъ и тѣмъ же числомъ ударовъ и съ одинаковой высоты даетъ каждый разъ нѣкоторую *постоянную* осадку, напр. въ 1", то про нее говорятъ, что она «забита до отказа въ 1"».

Линейная величина отказа, при определенныхъ вѣсѣ и высотѣ подъема бабы, а также числѣ ударовъ въ залогъ, — зависитъ отъ того сопротивленія, какое оказываетъ грунтъ прониканію въ него свай. Это сопротивленіе, при одинаковости грунта на протяжении всей глубины забивки, постепенно возрастаетъ по мѣрѣ погруженія свай, и вмѣстѣ 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. илъ, то величина отказа сразу становится большею, чѣмъ наблюдавшаяся ранѣе. Способность свай нести ту или иную нагрузку, т. е. такъ называемое *сопротивленіе свай*, очевидно, должна зависеть отъ того сопротивленія, которое оказываетъ грунтъ дальнѣйшему прониканію въ него свай, сопротивленіе же это отражается на величинѣ отказа, а потому мы въ правѣ ставить сопротивленіе свай въ зависимость отъ величины ея отказа при *последнихъ залогѣхъ*. Зависимость эта не поддается точному теоретическому опредѣленію и выражается цѣлымъ рядомъ эмпирическихъ формулъ.

Величина отказа, до котораго нужно забить сваю, не есть опредѣленная 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 меньше.

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

Иногда та же задача рѣшается нѣсколько иначе: задаются опре-

дѣленнойю 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 достигнутъ. Однако, сплошь и рядомъ не удастся достигнуть заранее опредѣленныхъ отказовъ при наличной длинѣ 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 уменьшенія расчетной нагрузки каждой изъ нихъ. Очевидно, такой пріемъ проектированія и веденія работъ слѣдуетъ признать неосторожнымъ.

Такъ какъ величина отказа сваи, при опредѣленномъ сопротивленіи ея 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 одинаковаго 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 большимъ сопротивленіемъ. Въ такомъ случаѣ сваю продолжаютъ забивать до тѣхъ поръ, пока она не расколется или не сдвинетъ камня въ сторону и не пойдетъ далѣе.

Въ некоторыхъ случаяхъ такое дальнейшее опусканіе сваи обусловливается не преодоленіемъ ею препятствія, но разрушеніемъ самой сваи (напр. раскалываніемъ ея, отламываніемъ бабмины и т. п.).
 Поэтому въ подобныхъ случаяхъ нужно стараться выяснить настоящую причину неравнотѣрнаго хода сваи, лучшимъ средствомъ для чего служить *выдерживаніе* сваи и осмотръ ея. Вообще, слѣдуетъ замѣтить, что выдерживаніе сваи является полезной, а при большихъ работахъ и необходимой мѣрой для проверки правильности забивки на проектную глубину и состоянія погруженныхъ въ землю частей сваи.

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

При забивкѣ свай легкими бабами (менѣе чѣмъ въ 2—2½ раза превосходящими по вѣсу сваю) погруженіе сваи иногда прекращается на сравнительно незначительной глубинѣ, что на первый взглядъ, судя по вышеупомянутымъ формуламъ, могло бы служить указаніемъ на очень большое сопротивленіе грунта погруженію сваи. Однако, дѣйствительною причиною прекращенія осадокъ въ этомъ случаѣ является не сопротивленіе грунта, а лишь незначительный вѣсъ бабы по отношенію къ свай, при которомъ работа паденія бабы цѣликомъ поглощается вредными сопротивленіями при ударѣ, каковы: смятіе волоконъ сваи, ея упругость, сотрясеніе и сжатіе почвы и т. п. Дѣйствительно, если остановившуюся сваю продолжать забивать болѣе тяжелою 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 здѣсь объ отказахъ одинаково относится какъ къ ручной, такъ и къ машинной забивкѣ свай, съ тою лишь разни-

*) При правильномъ веденіи работы грунтъ, въ который нужно забивать сваи, предварительно изслѣдуется буреніемъ.

цею, 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 помощью *подбабка* (черт. 88).

Подбабкомъ называется обрубокъ дерева съ двумя пальцами, бугелями и 6-ти дюймовымъ желѣзнымъ 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 удастся 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, остальные же $\frac{2}{3}$ идутъ на отдыхъ, вполне 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 туловище, вѣсящее болѣе 3 пуд., что представляетъ ничѣмъ не вознаграждаемую потерю силы. Благодаря этому, а также значительной неравномѣрности 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 пріемнику, 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 машиннаго копра сложнѣе и обходится дороже ручнаго.

Машинные копры. Первая попытка устройства машиннаго копра относится къ 1707 г. и принадлежитъ французскому ученому de la Hire. Существенныя улучшенія въ конструкціи машинныхъ копровъ были сдѣланы Perronet въ 1780 г.

Въ настоящее время, особенно за границею, 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, высотой 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 имѣетъ вѣсъ отъ 30 до 60 и болѣе пудовъ, что, въ связи съ высотой паденія отъ 8 до 30 футовъ, требуетъ соотвѣтственно болѣе величины, прочности и устойчивости копра; вслѣдствіе этого машинные копры имѣютъ остова, высотой 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 имѣетъ обыкновенно форму трапеціи (черт. 59) или прямоугольника; задніе и боковые подкосы соединяются со стрѣлами поперечинами. Иногда остова 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 безконечною 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 названіе *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 отцѣпляется отъ лопаря помощью особо устроеннаго механизма и падаетъ свободно. Если бы баба была наглухо прикрѣплена къ лопарю, то для ея опусканія приходилось бы предоставлять 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 бесполезную 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 соскакиваніе каната со шкива, и рабочіе послѣ каждаго 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 отдѣляема отъ него, какъ только достигнетъ опредѣленной высоты. Зятѣмъ 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 прикрѣпляютъ другую, малѣйшую бабу, вѣсъ которой достаточенъ только для опусканія лопаря внизъ; для облегченія же сматыванія лопаря съ ворота, барабанъ, на которомъ наматывается лопарь, можетъ быть разъединяемъ отъ движущаго механизма. Малая баба, вмѣстѣ съ тѣмъ, служитъ для прикрѣпленія 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

прицѣланъ крючекъ: внутренняя поверхность крючка очерчена по дугѣ круга, центромъ котораго служить ось подвѣса коромысла; наружная же грань крючка скошена, какъ показано на чертежѣ. На одномъ концѣ коромысла имѣется противовѣсъ, удерживающій коромысло въ горизонтальномъ положеніи; къ другому концу коромысла прикрѣпляется на проушинѣ веревка. Дѣйствіе прибора таково: послѣ того какъ баба, поднятая до опредѣленной высоты, будетъ спущена съ крюка, расцѣпляютъ барабанъ ворота отъ движущаго механизма, и малая баба, сматывая канатъ съ барабана, опускается, пока, наконецъ, крючекъ малой бабы не встрѣтитъ на своемъ пути ушко бабы, вслѣдствіе чего онъ начинаетъ отклоняться въ сторону, благодаря своей клинообразной формѣ, и поднимаетъ при этомъ вверхъ противовѣсъ до тѣхъ поръ, пока конецъ крючка не проскочитъ въ ушко бабы, послѣ чего тяжестью противовѣса коромысло приводится въ свое нормальное горизонтальное положеніе, и крючекъ входитъ совсѣмъ въ ушко. Затѣмъ сцепляютъ барабанъ съ движущимъ механизмомъ и приводятъ послѣдній въ движеніе, причемъ лопарь навивается на барабанъ и поднимаетъ подвѣшенную на крючекъ большую бабу. Когда баба доведена до опредѣленной высоты, тянутъ за веревку, привязанную къ коромыслу, крючекъ выходитъ изъ ушка бабы, и послѣдняя падаетъ. Освобожденіе крючка отъ бабы производится тѣмъ легче, чѣмъ правильнѣе внутренняя выпѣзка крючка: если профиль ея представляетъ правильную дугу круга, описаннаго изъ оси вращенія крючка, то отцѣпленіе идетъ легко, такъ какъ вѣсъ бабы противодействуетъ вращенію коромысла лишь цѣлою тренія крючка по ушку.

Для того, чтобы избѣгнуть необходимости постоянного дерганія за веревку, ее иногда привязываютъ къ рамѣ копра или же къ сваѣ. Въ первомъ случаѣ расцѣпленіе крючка и бабы будетъ происходить тогда, когда баба достигнетъ опредѣленной высоты надъ землею, а слѣдовательно по мѣрѣ углубленія сваи въ землю высота подъема бабы надъ сваей и сила удара ея будутъ расти. Во второмъ случаѣ съ погруженіемъ сваи будетъ опускаться и точка прикрѣпленія веревки и, такимъ образомъ, ударъ бабы о сваю будутъ производиться всегда съ одинаковой высоты надъ сваею.

Описанный способ 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 чаще употребляютъ костыль или скобу, прибываемую 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 отдѣльными осями вращенія для каждой половинки (черт. 91). Коперъ, 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 поднимають до тѣхъ поръ, пока верхнія лапы клещей не попадутъ въ суживающееся 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 описанные 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 служатъ или деревянные *вороты* или, при большемъ вѣсѣ бабы, металлическія *лебедки* съ зубчатыми колесами (черт. 63). Ворота устраиваются или съ вертикальнымъ валомъ, снабженнымъ ручками (аппугами), которыми рабочіе приводятъ ворота во вращеніе, ходя по платформѣ (деревянный шпиль, черт. 59), — или, рѣже, съ горизонтальнымъ валомъ (черт. 60). Лебедки, въ зависимости отъ вѣса бабы, употребляются съ одиночною или двойною зубчатою передачею.

При устройствѣ ворота нужно, главнымъ образомъ, имѣть въ виду то условіе, чтобы барабанъ, на который навивается канатъ, могъ быть разсоединенъ 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 коперъ съ вертикальнымъ деревяннымъ воротомъ и барабаномъ. Рычагъ α служитъ для соединенія и разсоединенія барабана L съ осью ворота. Когда баба заштыплена крючкомъ, рычагомъ α опускаютъ барабанъ и этимъ соединяютъ его съ валомъ K , послѣ чего, дѣйствуя рукоятками bb , поднимаютъ бабу до опредѣленной высоты; когда баба упадетъ, рычагъ α поднимаютъ, барабанъ L освобождается и, благодаря вѣсу 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 коперъ съ чугунною лебедкою, употребляемою для подъема тяжелой бабы (60 и болѣе пудовъ); лебедка должна быть прочно прикрѣплена къ нижней рамѣ копра, такъ какъ иначе при вращеніи вала могла бы подняться сама лебедка, а не баба. Часто такія лебедки приводятся въ движеніе паромъ (паровая лебедка).

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

замѣчено выше, полезное дѣйствіе бабы сильно возрастаетъ*). Сверхъ того, трудъ рабочаго, вращающаго равномерно воротъ, является гораздо производительнѣе (до 3-хъ разъ), чѣмъ при изнурительной и неравномѣрной работѣ кошками. Вслѣдствіе всего этого оказывается, что хотя ручной коперъ 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 набираниі шпунтоваго ряда), ручные копры должны быть предпочтѣаемы машиннымъ вслѣдствіе того, что въ нихъ баба производитъ неполнѣ свободные и потому болѣе легкіе (мягкіе) удары.

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

Паровые машинные копры (Dampf-Kunstrammen) *первой* категоріи (съ цѣпью 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:

Коперъ Шварцкопфа. Воротъ приводится въ движеніе локомотивомъ помощью ременной передачи. На общей оси ворота насажены 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 вѣса, 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 винтъ отпускаютъ и баба падаетъ, вращая вмѣстѣ съ тѣмъ въ обратную сторону барабанъ *b*. Это послѣднее обстоятельство, въ виду большаго вѣса барабана *b*, составляетъ существенный недостатокъ описанной системы, устраненный въ копрѣ Шрамма.

Коперъ Шрамма. На горизонтальный воротъ, приводимый въ движеніе маленькимъ локобилемъ въ 2 лошадины 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 построеннаго парового копра можно съ пользою 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*, связанные съ основаніемъ стрѣлы поперечными брусками *B*, которые раскрещены въ горизонтальной плоскости діагоналями. Для помѣщенія закоперщиковъ были устроены двѣ площадки *C* и *C*₁. Паровая лебедка крана производила поднятіе какъ свай, при ея установкѣ, такъ и бабы, подвѣшиваемой къ цѣпи на крюкѣ. Для производства удара баба отцѣплялась 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 работѣ 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 нѣсколькими машинными копрами одновременно. Для этой цѣли движеніе рабочаго вала машины *a* (черт. 96), передается валу *c* съ нѣсколькими насаженными на него шкивами, ко-

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

2) Копры безъ ворота:

Н Коперъ 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 погруженія 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.

Н Коперъ Кретьена (черт. 98). Остовъ копра деревянный, о двухъ стрѣлахъ, высотой до 9 мет. На горизонтальной рамѣ расположенъ почти вертикально паровой цилиндръ, высотой 2,8 мет. и діаметромъ 24 сантим. Въ концѣ поршневаго штока помѣщенъ катокъ *A*, и такой же катокъ *B* имѣется на верху прикрѣпленныхъ къ цилиндру 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, выпускаетъ паръ въ верхнюю часть цилиндра, вслѣдствіе чего поршень съ подвижнымъ каткомъ опускается, а баба, увлекаемая цѣпью, поднимается на высоту равную удвоенному ходу поршня. На опредѣленной высотѣ машинистъ прекращаетъ впускъ пара, послѣ чего баба нѣсколько опускается вмѣстѣ съ цѣпью, но

въ это время особый рычагъ подвѣснаго прибора отклоняется вверхъ и производитъ отцѣпленіе бабы отъ цѣпи, причемъ баба падаетъ на сваю, а подвѣсный механизмъ, благодаря вѣсу малой бабы, медленно опускается, поднимая поршень, пока не произойдетъ новое сцѣпленіе бабы съ крюкомъ. Вѣсъ бабы составляетъ 950 килогр., наибольшая высота паденія—5 мет. Давленіе пара въ котлѣ—6 атмосферъ. Коперъ Кретьена производитъ въ минуту отъ 12 до 20 ударовъ. Благодаря шарнирному прикрѣпленію стрѣлы 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 безконечною цѣпью, или съ непрерывнымъ движеніемъ. 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 шкива, черезъ которые перекинута безконечная цѣпь, приводимая паровою машиною въ непрерывное движеніе; для поднятія бабы ее сцѣпляютъ съ движущеюся цѣпью помощью особаго кулака, прикрѣпленнаго къ бабѣ и могущаго захватывать звенья цѣпи; для производства же удара баба отцѣпляется 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 & Hambrock *).

Коперъ Menk & Hambrock состоитъ (черт. 99—102) изъ рамной телѣжки А 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 установлен-
ныхъ на ней: остова копра съ двумя направляющими *ВВ*, высотой
отъ 5 до 9 саж., укрѣпленными большимъ числомъ подкосовъ и
распорокъ, и паровой машины. Направляющія могутъ принимать нѣ-
который уклонъ къ вертикали, такъ какъ низъ ихъ и переднихъ
подкосовъ имѣетъ шарниры *С, С*, а низъ заднихъ подкосовъ, соеди-
няющихся по три въ чугунныя коробки *Д*, можетъ быть поднятъ
или опущенъ помощью винта *Е*. Въ задней части рамной телѣжки
помѣщена маленькая неподвижно закрѣпляемая телѣжка *Г*, на ко-
торой и стоитъ паровая машина простого дѣйствія отъ 3 до 8 силъ.
Машина приводитъ во вращательное движеніе шкивъ *Г*, на окруж-
ности котораго сдѣланы выступы *Н* (черт. 101), зацѣпляющіе без-
копечную галлевскую цѣпь *К* и тѣмъ приводящіе ее въ движеніе.
Постановка машины на подвижной телѣжкѣ *Г* даетъ возможность
придавать надлежащее натяженіе цѣпи *К*.

Цѣпь *К* по сходѣ со шкива *Г* идетъ внизъ, переходитъ черезъ
два шкива *Л* и *Л'*, а затѣмъ поднимается вверхъ между стрѣлами
копра до верхняго шкива *Л''*, откуда она и возвращается къ шкиву
Г. На одной оси со шкивомъ *Г* насаженъ другой шкивъ, или бара-
банъ *І*, на который наматывается простая цѣпь *М* съ крюкомъ, слу-
жащая для подъема свай и т. п. Шкивъ этотъ можетъ вращаться
независимо отъ шкива *Г*. Чугунная баба вѣсомъ отъ 50 до 100 пуд.
состоитъ изъ передней части *Н* и двухъ заднихъ выступовъ *О, О*,
служащихъ для направленія бабы и двигающихся между стрѣлами
копра. Въ бабѣ имѣется сквозное отверстіе *г* для помѣщенія замы-
кающаго аппарата, выступы же *О, О* имѣютъ вертикальныя отвер-
стія *р*, сквозь которыя проходитъ цѣпь *К*. Замыкающій аппаратъ
состоитъ изъ стержня *Р* и кривошипа *В*. Когда, при поворотѣ кри-
вошипа, конецъ стержня *Р* входитъ въ звено цѣпи, то происходитъ
сцѣпленіе, и цѣпь, при своемъ движеніи вверхъ, поднимаетъ бабу.
Съ наружной стороны бабы имѣется рычагъ *С*, неподвижно связан-
ный помощью оси *т* съ кривошипомъ *В*; ось *т* расположена на
кривошипѣ внѣ центра послѣдняго. Послѣ того какъ произошло
сцѣпленіе, 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 ко- стыль, или задержка (изогнутый кусокъ болтоваго желѣза). 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 сцѣпленія бабы и цѣпи, нужно дернуть за веревку, прикрѣпленную къ внѣшнему 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 за- цѣпляетъ бабу безъ всякаго замедленія послѣ ея паденія. При такомъ устройствѣ копра, удары слѣдуютъ одинъ за другимъ почти безъ перерыва; при подъемѣ бабы на высоту около 10 фут. можно получить отъ 8 до 10 ударовъ въ минуту.

Для подъема сваи и проч. служитъ 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 работъ 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 работѣ (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 погруженіемъ сваи, подклиниваніемъ 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 стрѣлъ копра. Первые два обстоятельства, главнымъ образомъ, и вліяютъ на ускореніе и вообще успѣшность работы **), послѣднее же позволяетъ съ такимъ же удобствомъ забивать наклонныя сваи.

*) Т. е. удержаніемъ сваи на мѣстѣ помощью 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 каждаго копра въ различныхъ случаяхъ:

Роды грунтовъ.	Простой машинный коперъ.			Коперъ Menck & Hambrock.		
	Одиноч- ныя сваи.	Сплош- ной рядъ.	Шпунто- вый рядъ.	Одиноч- ныя 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

(См. на оборотѣ).

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

Число лошади. силъ.	Высота копра (метры).	Вѣсъ копра (килогр.).	Вѣсъ бабы (килогр.).	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 (Dampfrahmen) 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 пароваго копра въ нѣкоторыхъ грунтахъ, какъ-то: вязкихъ глинистыхъ, а особенно сыпучихъ песчаныхъ, оказывается весьма производительной, такъ какъ, напр., въ вязкомъ грунтѣ быстро повторяющіеся одинъ за другимъ удары бабы о сваю не даютъ возможности обнаружиться значительному сцѣпленію между сваей и окружающими ее частицами грунта,

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

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

	Сплошн. рядъ.	Шпунт. рядъ.
Случай а) рабочихъ:	1,86—2,4	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 пароваго 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 окружающій сваю песчаный грунтъ приходитъ въ сотрясеніе и разрыхляется. Но стоитъ лишь оставить забитую сваю въ такомъ грунтѣ на короткое время, и песокъ опять плотно укладывается вокругъ нея и, напр., выдернуть сваю стоитъ уже большаго усилія. Въ подобныхъ грунтахъ быстро дѣйствующіе паровые копры должны быть предпочитаемы 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 деревяннаго остова обѣ одной стрѣлы *C*, высотой 14 мет. (черт. 103), поставленнаго на колесахъ для возможности передвиженія копра по рельсамъ; на задней сторонѣ четырехугольной горизонтальной рамы *AB*, размѣрами 4 м. \times 4,5 м., помѣщенъ паровой котелъ *M* съ давленіемъ 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, прикрѣпленная 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 укрѣпленъ шкивъ, черезъ который проходитъ цѣпь, несущая на одномъ концѣ т. наз. бьющій приборъ *FG*, а другимъ—прикрѣплен-

*) Паровые копры появились ранѣе паровыхъ машинныхъ.

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

ная къ вороту *у*. 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 *х*. Веревка *н*, перекинутая черезъ третій блокъ у вершины копра и идущая къ валу ручной лебедки *в*, служить для подъема въ случаѣ надобности на коперъ рабочаго.

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

Паръ, пущенный въ цилиндръ, поднимаетъ поршень съ прикрѣпленною къ нему бабою. Когда баба достигаетъ своего высшаго положенія, то помощью рычажка *I* и стержня *p* переводитъ золотникъ; впускъ пара прекращается, паръ изъ-подъ поршня выходитъ въ воздухъ, и баба падаетъ. Когда баба достигаетъ своего низшаго положенія, она помощью особаго приспособленія *K* и стержня *p* 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 нагруженною 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 нѣкотораго времени для того, чтобы частицы грунта, сдвинутыя при ударѣ со своего мѣста треніемъ о поверхность сваи, возвратились въ прежнее свое положеніе, передвинувшись по поверхности сваи.

Вѣсъ бабы съ поршнемъ въ описанномъ копрѣ Насмита составляетъ 1400 килогр., вѣсъ пароваго цилиндра и остова копра—около 2000 килогр. Сваи квадратнаго сѣченія 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 $1\frac{1}{4}$ до $1\frac{1}{4}$ часа.

Стоимость копра Насмита въ Германіи составляетъ около 25000 марокъ, причемъ ремонтъ копра на работѣ вмѣстѣ съ $\frac{0}{100}$ и погашеніемъ затраченнаго капитала обходится въ годъ до 10—18 $\frac{0}{100}$ 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 грунтѣ коперъ Насмита даетъ плохіе результаты. Подобнымъ же образомъ при грунтѣ весьма упругомъ (зыбучемъ, торфяномъ) машинный коперъ, 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 пароваго копра, можетъ придти въ колебательное движеніе, совпадающее съ движеніемъ 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 придти въ покойное состояніе, а потому теряющаяся на колебаніе почвы работа бабы будетъ меньше.

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

ботѣ. Поэтому при копрѣ Насмита весьма полезно имѣть двойной комплект 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 регуляціонныхъ 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 уменьшенія мертваго (недвижущагося при наденіи) груза прибора, бабою служить самъ поровой цилиндръ, какъ часть болѣе тяжелая, чѣмъ поршень, который, наоборотъ, прикрѣпленъ неподвижно къ рамѣ бьющаго прибора, устанавливаемого на головѣ сваи. Благодаря относительной простотѣ и прочности парораспредѣлительнаго 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 *ВВ*, соединенныхъ вверху и внизу поперечинами *С* и *С*₁. Между направляющими движется паровой цилиндръ *А*, играющій роль бабы. Приборъ подвѣшивается на цѣпи къ копру и удерживается возлѣ стрѣлы *НН* помощью ручекъ *k, k* (черт. 106), при забивкѣ же устанавливается на голову сваи, входящую въ углубленіе, сдѣланное въ нижней поперечинѣ *С*₁. Сквозь верхнюю крышку пароваго цилиндра пропущенъ трубчатый стержень поршня, неподвижно закрѣпленный въ верхней поперечинѣ *С* подъ парораспредѣлительною коробкою *D* (чертежи 107—109), въ которую паръ приводится изъ котла каучуковою или, предпочтительнѣе, металлическою колѣнчатой трубкою *P*. Паръ, пройдя по каналамъ *e*, по полуму 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); остающійся въ цилиндрѣ ниже этихъ отверстій воздухъ, сжимаемый поршнемъ

*) Введенное, впрочемъ, ранѣе въ копрѣ Риггенбаха.

при концѣ подъема цилиндра, образуетъ упругую подушку, останавливающую дальнѣйшій подъемъ. Выходъ пара изъ цилиндра происходитъ по тому же полуму 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 , приводимымъ въ движеніе 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 производитъ 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 прикрѣпленной къ ней на шарнирѣ O_1 муфтой 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 перваго золотника I , и, такимъ образомъ, при концахъ хода цилиндра вверхъ и внизъ, рычагъ M передвигаетъ золотникъ то вправо, то влево 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 сжатого 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 i_1 изъ коробки D закроется, а другое отверстіе e_1 сообщится съ трубкою h , примыкающею къ паропроводной трубѣ P . Въ этотъ моментъ вертикальный золотникъ K , испытывающій сверху бѣльшее давленіе, чѣмъ снизу (такъ какъ верхняя его площадь больше 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 которыя 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 m_1 и m_2 по стержню золотника I , можно по произволу измѣнять высоту подъема бабы, такъ какъ этимъ передвиженіемъ будетъ ускоряться или замедляться открытіе и закрытіе отверстій i_1 и e_1 .

Бьющій приборъ подвѣшивается на двойномъ блокѣ къ обыкновенному деревянному остоу 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 большей 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, служитъ 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 высотъ подъема ея 0,6 метр., коперъ Левицкаго дѣлалъ 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 17⁰/₀ 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, обыкновеннаго ручнаго копра съ 25 рабочими на кошкахъ и 2-мя плотниками, и машиннаго копра съ воротомъ, у котораго 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 пароваго 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 Динабургско-Витебской желѣзной дорогѣ и съ такимъ же успѣхомъ.

Коперъ С. Арциша состоитъ изъ обыкновеннаго деревяннаго остова о двухъ направляющихъ и *паровой бабы* (черт. 110, 111). Паровая баба представляетъ собою паровой цилиндръ, къ поршню котораго прикрѣплено два штока: нижній сплошной и верхній полый. Нижній штокъ снабженъ остриемъ, помощью котораго онъ насаживается на голову свай. Голова свай укрѣпляется въ бугелѣ *A* (черт. 112) помощью 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 кольцо *A'*, которое, подобно бугелю *A*, снабжено пальцами *B' B'*, обхватывающими стрѣлы копра. Нижній и верхній штоки служатъ направляющею для движенія бабы; причемъ, благодаря свободному движенію бугеля *A* и кольца *A'* по стрѣламъ копра, штокъ, какъ направляющая, можетъ постепенно понижаться, слѣдя за погруженіемъ свай въ землю.

Паръ изъ котла по желѣзной колѣнчатой трубѣ *E* поступаетъ въ золотниковую коробку *D*, проходитъ въ кольцевой каналъ *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 известной 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, подѣ вліяніемъ давленія пара внутри его, поднимается. Съ поднятіемъ золотника (черт. 113), впускъ пара въ бабу прекращается; окна золотника выходятъ изъ предѣловъ золотниковой коробки, внутренность бабы сообщается съ наружнымъ воздухомъ, и паръ изъ нея уходитъ. Баба падаетъ. Послѣ удара бабы своєю, послѣдняя быстро погружается на нѣкоторую глубину въ землю; вмѣстѣ съ этимъ быстро же опускается и поршень со штокомъ и съ насаженною на немъ золотниковою коробкою. Встрѣчая сопротивленіе со стороны сваи, поршень со штокомъ сейчасъ же и останавливается, золотникъ же, съ прикрѣпленнымъ 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, возобновляется впускъ пара, который, не будучи въ состояніи приподнять золотникъ, снова приподнимаетъ бабу, и т. д.

Веревка V служитъ для опусканія золотника въ началѣ и въ концѣ работы, а также и въ томъ случаѣ, когда при паденіи бабы стержень G не успѣлъ 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 подѣ 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 впуска пара приходится дергать за веревку V , то число ударовъ въ минуту уменьшается до 20—10.

Согласно заявленію Г. Арциша оказывается, что 3 саженныя 7 вершковыя сваи, при вѣсѣ бабы въ 53 пуда и 42 ударахъ въ минуту, забиваются въ плотныя 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 обыкновеннаго деревяннаго остова и бьющаго прибора, который при своемъ движеніи направляется пальцами *И*, проходящими между стрѣлами копра и закрѣпленными сзади широкими подгаешниками. Бьющій приборъ состоитъ изъ тяжелаго чугуннаго цилиндра *А*, играющаго роль бабы, и заключеннаго въ немъ поршня *е*, стержень котораго *ф* проходитъ черезъ дно цилиндра и опирается непосредственно на забиваемую сваю. Отверстіе *и* въ нижней части цилиндра служить для выпуска воздуха изъ-подъ поршня; другое отверстіе *т*, 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 *к*. Кранъ *д* 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 распределительнаго 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 опредѣленные 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 преодоленія 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 встрѣтитъ поршень, веревка натянется 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. Въсѣ бабы въ копрѣ Лакура составляетъ 1.000 килогр. Необходимая при этомъ поверхность нагрѣва котла — 10 кв. мет. Баба дѣлаетъ при ручномъ управленіи 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 производитъ 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 всемірной выставкѣ въ Филадельфіи въ 1876 г.

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

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

и ставится нижней своей частью b на голову забиваемой сваи. Въ верхней части пушки высверлено цилиндрическое, съ незначительнымъ расширеніемъ кверху, жерло a , въ которое бросаются пороховые патроны. Для удержанія пушки возлѣ стрѣль 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 шпинець Z . Вѣсъ пушки—620 килогр. (37 пуд.).

Баба (черт. 119) состоитъ изъ двухъ частей: верхней—чугунной, съ цилиндрическимъ, кверху нѣсколько расширяющимся каналомъ a_1 , діаметръ котораго больше діаметра жерла a пушки, и нижней—желѣзнаго стержня f , укрѣпленнаго въ верхней части помощью длинной цапфы и сквозного болта. Внизу стержень утолщенъ и укрѣпленъ стальными кольцами, наружный діаметръ которыхъ почти равенъ внутреннему діаметру жерла пушки. Баба имѣетъ въ своей чугунной части, также какъ и пушка, два крыла cc съ полосками dd , помощью которыхъ обхватываетъ направляющія копра и свободно движется по нимъ. Для подъема бабы канатомъ имѣется также шпинець 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 имѣетъ діаметръ, равный внутреннему діаметру цилиндрическаго канала a_1 въ бабѣ, и служитъ для постепенной остановки подъема бабы посредствомъ сжатія воздуха въ каналѣ входящимъ въ него дискомъ.

Патроны для дѣйствія копра приготовляются изъ пушечнаго пороха въ видѣ прессованныхъ и покрытыхъ парафиномъ и графитомъ цилиндриковъ, діаметромъ 30—35 мм., высотой 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 и пускаютъ 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 высотой подъема бабы послѣ взрыва (если только баба не достигла тормазы). При невысокомъ положеніи надъ землею свай съ пушкою, подброшенная вверхъ баба останавливается на нѣкоторой высотѣ въ силу собственнаго вѣса, 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 ударъ 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, соотвѣтствуетъ удвоенной высотѣ паденія бабы, въ случаѣ если послѣдняя уже не достигаетъ тормазы. Изъ сказаннаго видно также, что присутствіе упругаго воздушнаго тормазы равносильно подъему стрѣлы 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 выносятся изъ нея взрывомъ. При числѣ непрерывно слѣдующихъ одинъ за другимъ ударовъ большемъ 20-ти, пушка настолько нагрѣвается, что брошенный въ нее патронъ можетъ воспламениться до удара по немъ стержнемъ бабы, а потому послѣ залога въ 20 ударовъ пушкѣ надо давать время остыть. 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). Тормажение производится полосой тавроваго желѣза *ВВ*, которая можетъ быть прижата къ полочкамъ корытообразныхъ направляющихъ помощью натяженія рычагомъ *F* (черт. 117) стержня *GH*, прикрѣпленнаго къ длинной вѣтви колѣнчатаго рычага *K*, короткая вѣтвь котораго, несущая тавръ *ВВ*, будетъ при этомъ опускаться, зажимая полоску *d* бабы между тавромъ и палочкою направляющей.

Для удобства бросанія патроновъ въ пушку къ направляющимъ прикрѣплены куски углового желѣза, образующіе ступеньки лѣстницы, на которую становится рабочій, держащій патроны.

Къ недостаткамъ пороховаго 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 грунтъ 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 меньшіе, 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 незаостренные 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 вѣсѣ бабы—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 $\frac{1}{2}\%$, 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-

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

Погруженіе свай помощью 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 бывають или обыкновенныя (способъ Glean'a), или специально 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 пожарнаго 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 пожарнаго рукава, располагавшагося параллельно со сваею. Во время погруженія сваи отверстіе наконечника рукава удерживалось особой веревкой на одномъ уровнѣ съ остріемъ сваи; когда же требуемая глубина опусканія сваи была достигаема, — веревка отпускалась и рукавъ вмѣстѣ съ наконечникомъ вытаскивался. Грунтъ на днѣ бухты состоялъ изъ чистаго песка, и скорость погруженія сваи 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 сваи пользуются одною или, лучше, двумя прямыми газовыми трубками, діаметромъ отъ 25 до 70 мм., концы которыхъ оттягиваются до діаметра 15 — 20 мм.; трубки эти снабжаются еще двумя или

большимъ числомъ небольшихъ боковыхъ отверстій (20 — 10 мм.) (черт. 123). Трубки эти свободно прилегаютъ къ сваѣ или прикрѣпляются 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 прикрѣпляется резиновый рукавъ отъ насоса. Для того чтобы удобнѣе было маневрировать съ такими трубками, которыя 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 отдѣльныхъ, 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 забиваемого ряда противъ стыка между сваею ранѣе забитою и забиваемою. Такое расположеніе трубки способствуетъ достиженію 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 отдѣльныхъ шпунтовыхъ свай достигается при этомъ помощью поплавковъ, клиньевъ, цѣпей (черт. 126), о чемъ 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 центробѣжнаго насоса съ локобилемъ, 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 сваи. Въ болѣе плотныхъ грунтахъ сваю нужно бываетъ нагружать, для чего и пользуются бабою, которую ставятъ на голову сваи, и даже помогать

погруженію 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 треніе 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 бѣльшаго 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 получаютъ 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 предварительнаго 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 управленія 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 данныя 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.

погруженіе производилось при одновременномъ дѣйствіи воды и ударовъ бабы въ теченіи 28 минутъ; 5 саж. свая дѣйствіемъ 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. свай простымъ машиннымъ копромъ, безъ воды, требовалось 1 день, а на забивку 5 саж. свай— $1\frac{1}{2}$ дня.

Имѣющіяся въ настоящее время опытные данныя показываютъ, что примѣненіе способа Glean'a весьма успѣшно 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, которыя, при данномъ твердомъ грунтѣ 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 отдѣльной свай;
- 6) увѣренность, что свая забита безъ поврежденія ея нижняго конца;
- 7) мало ощутительное сотрясеніе почвы при работѣ, благодаря чему забивка свай не производитъ вреднаго вліянія на окружающія строенія.

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

дискомъ, имѣющимъ діаметръ $2\frac{1}{2}$ фута и снабженнымъ на нижней своей поверхности шестью выступающими радіальными ребордами. Въ серединѣ диска имѣется отверстіе діаметромъ 3 дм., въ которое вставляется трубка, діаметромъ 2 дм., приводящая воду. Для погруженія сваи въ грунтъ, ее устанавливають въ надлежащемъ положеніи и въ трубку извнутри сваи накачиваютъ воду насосомъ, приводимымъ въ движеніе 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 дискѣ) и выноситъ его въ стороны, благодаря чему свая углубляется. Скорость погруженія сваи въ песчаномъ грунтѣ доходитъ до 7 фута въ 20 минутъ.

При устройствѣ опоръ разрушеннаго бурей Тэйскаго 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 отдѣльно 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 дискѣ 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 перекидывался безконечный проволоочный канатъ, обматывавшій барабанъ пароваго 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. Винтовья сваи обыкновенно завинчиваются въ грунтъ помощью рычаговъ, или *аншпуговъ*, вставляемыхъ въ такъ наз. *наголовникъ*, надѣваемый на сваю и захватывающій ее при вращеніи. Если у самого 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*, прикрѣпляемою къ подмостямъ, судну или плоту, съ которыхъ производится завинчиваніе, или располагаемой на льду, при работѣ зимою. Наголовникъ простѣйшаго устройства *) представленъ на черт. 130 и состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ листовъ ab и a_1b_1 съ четырехугольнымъ отверстіемъ по срединѣ 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 сваю захватывается силою тренія, обнаруживающеюся во время вращенія наголовника между поверхностью сваи и тремя стальными шариками, помѣщенными въ суживающихся къ одному концу вырѣзкахъ, сдѣланныхъ въ чугунной ступицѣ наголовника. Во второмъ образцѣ зацѣпленіе сваи производится зубцами, надавливаемыми на сваю аншпугами при вращеніи. Два аншпуга прикрѣплены неподвижно къ металлическому наголовнику, два же другихъ насажены на осяхъ a и a_1 и, при вращеніи наголовника, нажимаютъ своими оконечностями съ эксцентрическимъ очертаніемъ на зубчатки b и b_1 , захватывающія сваю. Въ третьемъ образцѣ наголовникъ насаживается на сваю помощью клиньевъ, а вращеніе наголовника передается свай помощью натяжныхъ болтовъ bb , которые одними концами прикрѣплены къ наголовнику, а другими къ штырю, просунутому чрезъ отверстія, продѣланныя въ стержнѣ сваи.

*) Для деревянныхъ свай.

Направляющая рама обыкновенно состоит изъ нѣсколькихъ неподвижно установленныхъ бревенъ, въ которыхъ заѣлано металлическое кольцо (втулка), удерживающее сваю при завинчиваніи.

При затруднительности помѣщенія рабочихъ на мѣстѣ завинчиванія свай, а также съ цѣлью усиленія дѣйствія людей на рычаги прибора, вращеніе аншпуговъ съ наголовникомъ производится часто помощью каната, надѣтаго на концы аншпуговъ, и помѣщеннаго 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 избѣжаніе скользенія по аншпугамъ; такимъ образомъ и производилось вращеніе наголовника и завинчиваніе свай. Для удержанія верха свай служилъ направляющій брусъ *A*, закрѣпленный на подмостяхъ и имѣвшій на концѣ полукруглую вилку, въ которой помѣщалась завинчиваемая свая и гдѣ она задерживалась скобою. На брусѣ *A* возлѣ вилки находился блокъ *M*, черезъ который проводилась цѣпь для поднятія и установки свай. Направляющій брусъ перемѣщался особымъ катучимъ краномъ *C*, двигавшимся на рельсахъ по подмостямъ, на которыхъ также передвигался на телѣжкѣ и воротъ *B*, приводившій въ движеніе канатъ. Основаніемъ для подмостей служили завинченныя раньше сваи. Для работы употреблялось 7 человекъ 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 футовъ въ иловато-песчаный грунтъ, въ теченіи 1½—2 дней.

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

ванія муфты 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 возможнаго усилія для завинчиванія свай зависитъ отъ сопротивленія ея скручиванію. Нагнетаніе воды во внутрь полый свай, открытой также снизу, облегчаетъ значительно погруженіе свай, уменьшая, главнымъ образомъ, треніе между лопастями винта и грунтомъ. Поэтому такое примѣненіе способа Brun-lee's'a можетъ быть особенно рекомендовано для завинчиванія свай въ песчаные грунта.

Иногда завинчиваніе свай производится не аншпугами, а помощью особаго станка (черт. 135), вращеніемъ ручную рукоятку *М* двухъ безконечныхъ винтовъ *Л*, приводящихъ въ движеніе зубчатое колесо *Н*, насаженное на сваю и могущее, по мѣрѣ завинчиванія свай, перемѣщаться по ней вверхъ, благодаря особому устройству зажимовъ *Г*. Это приспособленіе, примѣненное впервые въ Америкѣ, имѣетъ то преимущество, что не занимаетъ много мѣста и требуетъ небольшого 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 отдѣльныхъ 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 помость или ставятся подмости на козлахъ; во второмъ—работа 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 приходиться 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 помость, состоящій изъ бревенчатыхъ подкладокъ, располагаемыхъ черезъ 1 — 1½ сажени, и досчатого 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 служитъ 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 прикрѣпляютъ къ помосту скобами, затормаживаютъ колеса телѣжки или притягиваютъ телѣжку къ рельсамъ или шпаламъ помощью особыхъ крючковъ съ цѣпами и натяжными винтами.

Если головы свай должны приходиться ниже поверхности земли, какъ это бываетъ при забивкѣ свай подъ фундаменты, то работа ведется двояко: 1) вырываютъ соответственной глубины котлованъ, опускаютъ на дно его коперъ и работу ведутъ такъ же, какъ и на поверхности земли, т. е. устраиваютъ предварительно помостъ. Просачивающуюся въ котлованъ воду отводятъ въ одинъ изъ угловъ, откуда и откачиваютъ. Для удобства работъ на днѣ котлована, онъ долженъ быть просторенъ. Если котлованъ тѣсенъ, то, для забивки свай въ углахъ его, нужно имѣть коперъ, нижняя рама котораго имѣетъ 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 подбабкомъ, или такимъ копромъ, въ которомъ стрѣлы продолжаютъ 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 работъ перемѣщается. На практикѣ встрѣ-

чаются и такіе 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 козелъ и пологого настила. Козлы состоятъ изъ перекладины—бревна въ 5—7 верш. толщины—и четырехъ ногъ изъ брусевъ 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). Отдѣльные козлы располагаются на разстояніи 2—3 саж. и перекрываются бревнами, на которыя и кладется полой настилъ. Если козлы поставлены чаще, то полой настилъ 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 опредѣленной высотѣ надъ землею. Въ случаѣ надобности на такихъ подмостяхъ укладывается рельсовый путь для движенія копра; козлы при этомъ, конечно, должны быть болѣе прочныя.

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 закрѣпленія копра, а также во избѣжаніе несчастій отъ мѣстныхъ обрушеній льда при неравномерной 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 временныя постройки, напр. подъ времен-

ные мосты, подмости и т. п., вслѣдствіе того, что эта забивка, вообще недостаточно точная въ смыслѣ правильности положенія свай, еще болѣе ухудшается качкою судна. Качка эта происходитъ 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 обуславливается вѣтромъ и волненіемъ.

Коперъ ставится или на одномъ суднѣ, или на двухъ (черт. 138); въ послѣднемъ случаѣ суда перекрываются бревнами съ настиломъ, на которомъ и помѣщается коперъ. Для упора забиваемой сваи поперекъ лодокъ укладывается особый брусъ 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 бревень (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 бываетъ расположить на козлахъ, въ противномъ же случаѣ нужно забить для этого временныя 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 состоятъ 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 настилъ или наоборотъ—сваи перекрываются поперечинами, на нихъ располагають продольные лежни и на послѣднихъ кладутъ настилъ. Для большей жесткости всей системы между сваями располагають кресты изъ хватокъ или полусхватокъ. 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, коперъ можно поставить надъ οποюю точкою пространства, огражденнаго подмостями. Если сооруженіе имѣетъ большое протяженіе въ одну сторону, напр. мостъ, моль и т. п., то подмости состоятъ изъ 2, 3 рядовъ свай, расположенныхъ вдоль сооруженія, причемъ сваи перекрываются насадками, поперечинами и настиломъ, и помощью 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 коперъ, 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 временныя, но и постоянныя сваи; другими словами, этотъ способъ даетъ возможность забивать постоянныя сваи безъ особыхъ подмостей.

При забивкѣ свай на водѣ, верхи ихъ должны или выступать изъ воды, или приходится на нѣкоторой глубинѣ подъ водою. При устройствѣ подмостей въ первомъ случаѣ, помость 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 работъ. Если головы свай должны быть расположены очень низко подъ водою, ихъ приходится забивать съ подбабкомъ или брать длинныя сваи и спиливать на требуемой глубинѣ. Последнее обходится дороже, но работа идетъ удоб-

нѣе и точнѣе; при болѣе или менѣе значительномъ сопротивленіи 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. Отдѣльныя сваи укрѣпляются между схватками скобами и клиньями, какъ это показано на черт. 142. Загоняя болѣе или менѣе тотъ или другой клинъ, можно заставлять сваю отклоняться въ ту или другую сторону вдоль ряда. Если ряды длинные, то сперва забиваютъ отдѣльныя сваи, на разстояніи около 3 саж. одна отъ другой, и стягиваютъ 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 отдѣльныя сваи ряда, на разстояніи около 3 саж. одна отъ другой, стянуть ихъ схватками и остальные сваи забивать уже между этими послѣдними.

При забивкѣ свай помощью подъемныхъ крановъ съ большимъ выносомъ, положеніе забиваемыхъ свай опредѣляется непосредственнымъ измѣреніемъ длины распорныхъ брусевъ 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-

зорь 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, имѣетъ 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.

[illegible]

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

Разныя случайности при забивкѣ свай. Какъ бы тща-
тельно ни велась работа, во всякомъ случаѣ неизбежны различныя
случайности, которыя 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 вертикальнаго положенія, вращеніе свай, мнимый отбой или
ложный отказъ, пученіе и изломъ свай, потеря башмака и разби-
ваніе головы свай.

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

неправильности въ установкѣ, заостреніи или прикрѣпленіи башмака, отъ непрямолинейности (кривизны) сваи, неправильной срѣзки головы ея и, наконецъ, отъ невѣрной установки копра. Случайныя препятствія, попадающіяся въ грунтѣ, вызываютъ наибольшее отклоненіе свай въ томъ случаѣ, когда онѣ залегаютъ не глубоко, и самая свая не приобрѣла 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 выяснитъ 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 содѣйствию 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 серединою, а тою или другою стороною. Этими приемами обыкновенно удается исправить ходъ сваи, если она углублена въ грунтъ не болѣе, какъ на половину ея длины; въ противномъ случаѣ тѣми же приемами можно будетъ только предотвратить дальнѣйшее отклоненіе сваи. Если неправильный ходъ замѣчается на многихъ сваяхъ,—слѣдуетъ провѣрить заостреніе и срѣзку головы. Если попадаютъ 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 имѣетъ значеніе въ случаѣ укладки надъ сваями насадокъ (напр. въ ростверкѣ).

Если, не смотря на всѣ принятыя 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 расположеніе на сваѣ (*b*). Если на какой либо сваѣ (*c*) шипъ приходится далеко отъ центра сваи, его совсѣмъ не нарубаютъ; если шипъ приходится внѣ очертанія головы сваи (*d*), то къ послѣдней прикрѣпляютъ «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.

4/ 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 нѣтъ, 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 небольшіе отказы, тогда какъ, судя по забивкѣ сосѣднихъ свай, нельзя допустить, чтобы такой отказъ былъ явленіемъ нормальнымъ. На одну изъ причинъ подобнаго 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. Наблюдается 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 свай, другими словами, по мѣрѣ того, какъ распространяется въ стороны сжатіе грунта. Для того чтобы продолжать забивку свай, 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 избѣжаніе напрасной траты времени, работу слѣдуетъ вести такимъ образомъ, чтобы по полученіи перваго 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 онѣ 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 треніемъ 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 свай, потеря башмака происходятъ почти исключительно отъ встрѣчи сваекъ 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, изготовленными изъ сыраго, свѣжесрубленнаго 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: гнилость, дряблость, сильная червоточина; такія сваи идутъ вообще тише и легко ломаются.

Завинчиваніе свай. Для удобства работы наголовникъ, помощью котораго свайъ передается вращательное движеніе, можетъ быть укрѣпленъ въ любомъ мѣстѣ по длинѣ сваи; это обстоятельство, въ случаѣ завинчиванія свай на сушѣ, устраняетъ 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 помощью блоковъ неподвижно укрѣплено 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 брусомъ А, 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 сильнаго волненія, вполне 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; онѣ должны быть только достаточно просторны для помѣщенія на нихъ рабочихъ. Разбивка работъ производится такъ-же, какъ и для забиваемыхъ свай. Изъ случайностей, на которыя приходится наталкиваться при завинчиваніи свай, можно указать на отказъ сваи отъ дальнѣйшаго погруженія, изломъ наконечника и перекручиваніе стержня.

Отказъ сваи можетъ происходить отъ различныхъ причинъ: 1) отъ большаго тренія наконечника о грунтъ, котораго не могутъ преодолѣть рабочіе; 2) отъ встрѣчи слоя скалистаго грунта; 3) отъ встрѣчи камня, котораго винтовая лопасть не можетъ сдвинуть въ сторону. Первая причина отчасти можетъ быть устранена; 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 сваи, наткнувшейся на слой скалы, то она будетъ вращаться безъ погруженія. Насилованіе сваи, которая наткнулась на камень и не въ состояніи его сдвинуть, можетъ повлечь за собою изломъ наконечника.

Цѣлость сваи 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 имѣетъ цѣлью образованіе подводной или подземной стѣнки, болѣе или менѣе непроницаемой. Если стѣнка имѣетъ 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 брусевъ, шпунтовыхъ или простыхъ. Такъ, для перемычекъ употребляютъ шпунтовые 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 образуютъ 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 свайных рядовъ или отдѣльныхъ прямыхъ участковъ сомкнутыхъ рядовъ достигается употребленіемъ такъ называемыхъ *направляющихъ рамъ*, т. е. парныхъ брусевъ, обхватывающихъ рядъ съ обѣихъ сторонъ и не позволяющихъ отдѣльнымъ сваямъ отклоняться въ стороны. Иногда ряды круглыхъ свай забиваютъ 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 правильнаго положенія отдѣльныхъ свай въ ряду послѣ ихъ забивки. Правильность же эта обуславливается какъ способомъ производства работъ, а именно: избраніемъ соотвѣтственнаго направленія забивки отдѣльныхъ свай и постепенностью погруженія всего ряда, такъ и степенью опытности лицъ, непосредственно распоряжающихся работою.

Разсмотримъ эти условія въ отдѣльности.

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 порядкѣ, чтобы вновь забиваемая свая была обращена пазомъ въ сторону ранѣе забитой, другими словами, чтобы стѣнка забивалась *гребнемъ впередъ*; это и есть первое условіе достиженія 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 длинѣ, 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 брусевъ не шпунтовыхъ, но правильно забитыхъ.

или въ пазъ попадетъ камешекъ, то вторая свая своимъ нижнимъ концомъ отойдетъ отъ 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 c* около гребня первой сваи (черт. 149), но это является работою болѣе легкою, такъ какъ тутъ земля имѣетъ болѣе свободный выходъ, чѣмъ изъ паза. При всемъ томъ самая форма заостренія свай способствуетъ сжатію земли въ пазѣ и удаленію ея изъ входящихъ угловъ около 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 скорѣе 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 отдѣльныя 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 отдѣльный коперъ. Не говоря уже объ огромномъ расходѣ на приобрѣтеніе большого числа копровъ, зависящаго отъ длины ряда, неисполнимость такой работы обусловливается самою конструкціею и размѣрами копровъ въ планѣ. При такихъ условіяхъ по неволѣ приходится погружать отдѣльно каждую сваю или, лучше,—

каждую пару свай, число же одновременно погружаемых свай сообразовывать съ числомъ имѣющихся копровъ и удобствомъ ихъ расположенія. Обыкновенно въ одномъ ряду копры располагаютъ на разстояніи 20—30 свай одинъ отъ другого; при болѣе близкихъ разстояніяхъ и расположеніи копровъ съ одной стороны ряда, установка работы одного копра можетъ мѣшать успѣху работъ сосѣдняго. Какъ увидимъ ниже, иногда по направленію свайнаго ряда предварительно забиваются одиночныя сваи, для укрѣпленія на нихъ направляющихъ рамъ; въ такомъ случаѣ весь рядъ бываетъ раздѣленъ на трясла или звенья, 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 подходит къ одновременному погруженію всего ряда, а потому и даетъ лучшіе результаты въ смыслѣ большей правильности положенія отдѣльныхъ свай въ ряду, а слѣдовательно и большей непроницаемости его. При такомъ способѣ забивки свай приходится часто перемѣщать коперъ вдоль ряда и всякій разъ вывѣрять его установку. Это обстоятельство отзывается какъ на времени, такъ и на стоимости работъ, почему способъ забивки съ постепеннымъ осаживаніемъ свай употребляется рѣже. Но такъ какъ способъ этотъ обезпечиваетъ бѣольшую 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 избраніи 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 постепеннаго погруженія свай въ тѣхъ случаяхъ, когда стѣнки должны входить въ составъ постоянныхъ сооружений, каковы: плотины, шлюза, укрѣпленія опоръ мостовъ и т. п.

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

Неправильный ходъ свай выражается въ слѣдующихъ формахъ:

1) сваи, оставаясь въ одной плоскости, выходятъ изъ параллельнаго 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 неправильнаго хода свай бываютъ двоякаго рода:

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

Случайныя препятствія, встрѣчающіяся въ грунтѣ, въ значительной степени затрудняютъ работу и отражаются на цѣлости и правильности положенія отдѣльных 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 землѣ камней, кряжей и т. п., то инструментомъ для развѣдокъ можетъ служить щупъ или просто желѣзный стержень съ острымъ концомъ. По опредѣленіи щупомъ мѣста распо-

*) Это сопровождается скалываніемъ гребня или щекъ паза.

ложенія большихъ камней и т. п., послѣдніе могутъ быть вырыты и устранены или взорваны. Если въ землѣ находится цѣлый слой камней, щепы, обрубковъ и т. п., и нельзя рассчитывать, 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 брусъями направляющей рамы, небольшими отклоненіями въ направленіи ударовъ бабы, наконецъ, измѣненіемъ вида затески или скашиванія послѣдующихъ свай, а иногда и отклонившихся уже, для чего послѣднія вытаскиваются изъ земли. Возможностью регулированія хода свай измѣненіемъ вида заостренія и скашиванія и обусловливается принятіе 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 вертикальнаго положенія и можетъ быть исправлена расклиниваніемъ свай въ направляющей рамѣ, устранена же—исправленіемъ затески нижнихъ концовъ.

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

При несоотвѣтствіи 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 выяснитъ истинную причину явленія, а для этого прежде всего надо вытащить сваю и осмотрѣть, въ какомъ она окажется состояніи. Если удары бабою слишкомъ быстро слѣдуютъ одинъ за

другимъ, сваи также очень часто перестаютъ идти въ землю; но стоитъ только дать имъ «отдохнуть» — и они снова пойдутъ. Причина такого явленія была уже объяснена выше. Тяжелыя бабы чаще раскалываютъ шпунтовые 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 неблагоприятныхъ обстоятельствъ при работѣ.

Очень часто застрѣвшія 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 состоятъ изъ двухъ брусевъ, стянутыхъ между собою болтами или досчатами схватками. Рамы эти укрѣпляются 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 расположенія рамныхъ свай, бываютъ трехъ типовъ:

Рамы перваго типа (чер. 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 рамныя 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 рамныя 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 отдѣльныя круглыя сваи *a, a*, на разстояніи 1—2 саж. одна отъ другой; къ нимъ прикрѣпляется полусхватка *b b*; противъ рамныхъ свай *a, a*, въ притыкъ въ полусхваткѣ, забиваются сваи *c, c*; наконецъ, къ послѣднимъ, помощью сквозныхъ болтовъ, проходящихъ чрезъ сваи *a* и *c*, притягивается вторая полусхватка *d d*.

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

Рамы третьяго типа образуются двумя насадками, которыя укрѣпляются на отдѣльныхъ круглыхъ сваяхъ, забитыхъ вдоль стѣнки, по обѣимъ ея сторонамъ. Рамныя сваи забиваются или одна противъ другой (чер. 154), или въ шахматномъ порядкѣ (черт. 155) въ разстояніи 1—2 саж. одна отъ другой. Головы рамныхъ свай обдѣляются 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 вреднаго вліянія мѣстнаго уплотненія грунта иногда рамныя сваи забиваются наклонно (черт. 156), и вмѣсто 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 соотвѣтственные канавки. При болѣе высокомъ положеніи рамъ забивка ряда идетъ успѣшнѣе въ смыслѣ его правильности, а потому вообще рамы

слѣдуетъ 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 чемъ, 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) прикрѣпляются обѣ рамы, но при этомъ брусъ *a* одной изъ нихъ мѣшаютъ забивкѣ сваи въ другой рамѣ, а потому работу ведутъ двояко: или прикрѣпляютъ одну раму и забиваютъ въ ней сваи, затѣмъ брусъ *a* притягиваютъ болтомъ къ одной изъ промежуточныхъ свай, а конецъ его, приходящійся около угловой сваи, обрубаютъ, послѣ чего прикрѣпляютъ 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 брусъями 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 брусъями 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 брусъями 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 входятъ 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 входятъ въ составъ постоянныхъ сооружений, то рамы, служившія при забивкѣ и отчасти износившіяся, замѣняютъ новыми парными схватками или насадками; въ послѣднемъ случаѣ въ насадкѣ выбирается пазъ, а головы свай брусчатаго ряда обдѣлываются гребнемъ, на который и надѣвается насадка.

Такая замѣна тѣмъ болѣе необходима, что между рамами и сваями бывають 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, укрѣпляемыя въ замѣнѣ рамъ,—5—7 вершковый сосновый лѣсъ, смотря по толщинѣ стѣнки. Рамы заготавливаются изъ брусевъ, отесанныхъ на 1—4 канта, или изъ пластинъ.

Рамныя сваи шпунтовыхъ досчатыхъ стѣнокъ, при устройствѣ рамъ по первому типу, обыкновенно бывають толще остальныхъ свай ряда и заготавливаются изъ круглаго лѣса или изъ брусевъ. 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 шпунтовые, т. е. снабженные пазами или шпунтами или гребнями. Рамныя шпунтовые 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 придти къ заключенію, что рамныя свай, входящія въ составъ ряда, слѣдуетъ обдѣлывать съ обѣихъ сторонъ гребнями, съ тѣмъ чтобы съ обѣихъ сторонъ такихъ свай можно было забивать послѣдующія свай, обращая ихъ пазами къ рамнымъ. Однако, въ дѣйствительности рѣдко придерживаются этого логическаго заключенія изъ вышеприведенныхъ соображеній и поступаютъ обыкновенно діаметрально противоположно: рамныя свай, какъ промежуточные, такъ и угловые, 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 свай 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, обуславливающее 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, устроенными 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 перваго типа могутъ вполне хорошо исполнять свое назначеніе, и устройство рамъ по третьему типу въ этомъ случаѣ будетъ совершенно бесполезно увеличивать стоимость работъ.

Подвижныя направляющія 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 назначеніе только при сравнительно легкихъ, однородныхъ грунтахъ, а потому дѣлаются обыкновенно изъ болѣе тонкихъ брусевъ и даже изъ досокъ. По мѣрѣ погруженія ряда, направляющія рамы переставляются 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 горизонтальнаго положенія въ болѣе или менѣе наклонное. Чтобы при такомъ неравномѣрномъ ходѣ свай направляющія рамы не могли колотья или изгибать болты, дыры для пропуска болтовъ дѣлаются въ рамахъ не круглыя, 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 забиваютъ на возможно болѣе глубину отдѣльныя круглыя сваи, которыя помощью болтовъ соединяются со схватами забитаго ряда.

При устройствѣ перемычекъ забиваютъ два параллельныхъ между собою шпунтовыхъ ряда, промежутокъ между которыми заполняютъ глинистою землею. Чтобы придать перемычкѣ болѣеую 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. Большія трудности устройства водонепроницаемыхъ перемычекъ въ глубокихъ рѣкахъ при слабомъ грунтѣ дна, какъ напр. при постройкѣ опоръ Николаевского моста въ С.-Петербургѣ, безспорно, явились сильными двигателями въ дѣлѣ усовершенствованія опускныхъ способовъ заложения фундаментовъ. Благодаря кессонамъ, 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 водою, 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 подводныя 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 болтъ на 0,15 саж. выше поверхности воды. Къ той же второй сваѣ, выше или ниже первой

схватки, подвѣшиваютъ вторую схватку, свободные концы которой притягиваютъ къ третьей сваѣ, располагая болты на 0,15 саж. выше, чѣмъ во второй сваѣ. Послѣ этого тремя копрами сразу забиваютъ сваи въ землю до тѣхъ поръ, пока болты, прикрѣпляющіе схватки къ третьей сваѣ, не дойдутъ до поверхности воды. Затѣмъ къ третьей сваѣ подвѣшивается новая пара схватокъ, свободные концы которой прикрѣпляются къ четвертой сваѣ, предварительно забитой на такую глубину, чтобы верхній ея конецъ былъ выше третьей сваи на 0,15 саж.; осаживаютъ 2, 3 и 4-ую сваю до тѣхъ поръ, пока схватки у послѣдней сваи тоже не погрузятся въ воду; прибавляютъ еще схватку и сваю и осаживаютъ 3, 4 и 5-ую сваи и т. д. По мѣрѣ прибавленія новыхъ свай и схватокъ, забиваютъ 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 осаживаютъ 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 забиваютъ 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 погруженіе сосѣднихъ 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 вліянія на сваи и болты и не страдали сами.

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

Второго типа подводныя направляющія рамы устраиваются слѣдующимъ образомъ. По направленію ряда (черт. 168) забиваютъ черезъ 1—2 саж. отдѣльныя 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 забиваютъ одновременно по двѣ сваи b, b , связанные схватками c, c . Схватки эти располагаютъ на одинаковомъ разстояніи отъ концовъ свай, а именно въ такомъ, чтобы, по окончаніи забивки свай, схватки оказались по возможности ближе къ дну. Длина схватокъ бываетъ или немногимъ меньше (черт. 168), или болѣе (черт. 169) разстоянія между серединами свай a, a . Такимъ образомъ, маячныя сваи въ этой конструкціи служатъ направляющими для отдѣльныхъ звеньевъ подводной рамы, состоящей 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 удлиненныя, на случай неравномерности хода свай. Забивка двухъ свай можетъ идти довольно равномерно, а потому является возможность этимъ способомъ опустить подъ воду одновременно двѣ направляющія рамы. Выше поверхности воды, во всякомъ случаѣ, маячныя сваи связываются схватками, которыя 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 свай 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 перваго 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 направлѣнію ряда приходится забивать одиночныя сваи на всю ихъ проектную глубину, а это обыкновенно отражается на водопроницаемости стѣнки. Последнее обстоятельство побуждаетъ многихъ строителей отказываться отъ употребленія подводныхъ рамъ и довольствоваться или одною постоянною надводною рамою, устроенною по третьему типу, или, кромѣ того, пользоваться подвижною.

Описанныя конструкціи рамъ употребляются для забивки какъ сплошныхъ, такъ и шпунтовыхъ рядовъ. Въ послѣднемъ случаѣ рамныя сваи употребляются тоже шпунтовые. Относительно этихъ свай можно повторить сказанное относительно рамныхъ свай при постоянныхъ рамахъ, 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 состоятъ (черт. 171) изъ брусчатыхъ стоекъ, стянутыхъ горизонтальными схватками, располагаемыми на разстояніи 0,75 — 1,0 саж. одна отъ другой по высотѣ. Угловыя стойки дѣлаются изъ 2 или 3 брусевъ, 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. Дно, до постановки скелета, планируется. Скелеты, благодаря своей громозкости, употребляются сравнительно рѣдко, и то преимущественно для образованія бездонныхъ ящичковъ, служащихъ для отливки бетонныхъ фундаментовъ, о которыхъ было сказано ранѣе.

Производство работъ по забивкѣ свайныхъ рядовъ. Въ настоящемъ изложеніи 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 отдѣльно о забивкѣ рядовъ сплошныхъ.

При описаніи направляющихъ рамъ было обращено вниманіе на то, что въ большинствѣ типовъ приходится забивать одиночныя сваи по направленію ряда, которыя 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 рамѣ 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 шпунтовые и снабжены пазомъ и гребнемъ, а звено смыкается у рамной сваи, то и смыкающая свая берется обыкновенная шпунтовая; 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 сомкнуть, 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 рамахъ, устроенныхъ по третьему типу, — должна вестись съ большою тщательностью.

Эти сваи должны быть совершенно вертикальны, а пазы и гребни ихъ—расположены точно по направленію забиваемаго ряда. Такъ какъ вертикальность свай зависитъ отъ формы заостренія ихъ, то послѣдняя должна быть строго симметрична относительно оси свай. При забивкѣ круглыхъ рамныхъ свай, вращеніе скорѣе можетъ имѣть мѣсто, чѣмъ при забивкѣ свай брусчатыхъ 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 свай костыль, надѣть на него веревочную петлю и просунуть черезъ нее ломъ, помощью 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 свай и, въ случаѣ надобности, поправлять положеніе свай, такъ какъ всякое отклоненіе въ сторону первыхъ шпунтовыхъ свай отразится и на слѣдующихъ.

Забивка шпунтовыхъ свай по одиночкѣ. Для того чтобы промежуточные 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 вертикальнаго положенія въ сторону ранѣе забитыхъ свай, но, за невозможностью такого отклоненія, только прижимаются къ нимъ. Степень такого нажатія зависитъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, отъ угла скашиванія. Непосредственное нажатіе свай производится клиньями, какъ показано на черт. 173 и 174, а еще лучше помощью *поплавка* и распорки (черт. 175 и 176). Поплавкомъ въ данномъ случаѣ называется обрубокъ шпунтовой свай *a*, длиною около 0,5 саж., надѣваемый своимъ пазомъ на гребень забиваемой свай. Распорка *b*

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

Когда свая такимъ образомъ прижата къ сосѣдней, 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, представляютъ 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 сваею и брусьями рамы, заостреніе дѣлаютъ не симметричное, располагая его ребро ближе къ одной или другой сторонѣ сваи, на рубаютъ 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 замѣчаніемъ о необходимости строго слѣдить за ходомъ свай и, такъ сказать, не запускать появившихся неправильностей въ ходѣ свай, а немедленно принимать тѣ или иныя мѣры къ ихъ исправленію.

Всякое вообще отклоненіе 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 нажатіемъ 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 средствами. Поэтому остается одно — не допускать самаго образованія такихъ щелей: 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 осаживаніе шпунтовыхъ рядовъ начинается съ сборки свай въ рамы. Если по направленію ряда забиты рамныя сваи, то набираются 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) наконецъ, можно сборку ряда производить по мѣрѣ забивки свай.

Если по направленію ряда имѣются уже забитыя сваи, то сборку производятъ безразлично или въ одну сторону, или отъ обѣихъ рамныхъ свай другъ къ другу на встрѣчу. Избраніе того или иного приѣма обусловливается длиною звена и возможностью помѣстить одинъ или два копра. Сборка производится такимъ же образомъ, какъ и забивка свай по одиночкѣ, съ тою только разницею, что при этомъ сваи забиваются на небольшую глубину — не выше 0,5 саж. Для смычки такого звена употребляютъ сваю также слегка клинообразной формы, съ излишкомъ въ ширинѣ. Когда звено набрано, начинаютъ постепенное осаживаніе ряда. Сборка производится или одиночными сваями, или парными, осаживаніе же удобнѣе производить парами ввиду того, что ширина свай бываетъ 9" — 10", а ширина бабы 15" — 20", слѣдовательно баба вполне 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. Осаживаніе ведется обыкновенно въ одну сторону, отъ первой сваи до послѣдней; сразу осаживаютъ рядъ на 0.15 — 0.50 саж. Послѣ перваго осаживанія 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 залогъ, или измѣняя высоту подъема или вѣса бабы. Удобнѣе всего послѣднее, т. е. постепенное осаживаніе ряда вести разными копрами. Для наборки свай въ рамы лучше пользоваться легкими ручными копрами, а для осаживанія набраннаго уже ряда — машинными тѣхъ или иныхъ системъ. Имѣя нѣсколько копровъ, работу по забивкѣ длиннаго ряда ведутъ такимъ образомъ: когда ручной коперъ окончитъ наборку перваго звена, его переводятъ на второе звено, а на первое на-двигаютъ машинный коперъ съ легкою бабою; когда оба эти копра окончатъ 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 пріема оканчиваютъ осаживаніе перваго звена или же пользуются еще четвертымъ копромъ, подвигая три первые копра на слѣдующія звенья ряда. Варьируя высоты подъема и вѣса бабы, можно достигнуть нѣкоторой равномерности работъ послѣдовательныхъ копровъ, такъ что они будутъ почти одновременно переходить съ одного звена на другое; но полагаться на такую равномерность работы трудно, а потому выгоднѣе располагать копры подальше одинъ отъ другого, съ тѣмъ чтобы остановка въ работѣ 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 осаживаніе можно производить тройко; рассмотрим эти три способа въ отдѣльности.

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 отдѣльныя сваи, пользуясь вторымъ копромъ, первый же перемѣщаютъ 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 осаживанія перваго 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 одинаковаго 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., переходятъ ко второй; осадивъ и 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 погрузитъ первую сваю, на примѣръ, 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 осаживаніе ряда третьимъ копромъ было не 0.75 с., а, положимъ, 1.20 саж., работу нужно вести такимъ образомъ: забивать послѣдовательно 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 работъ остаются тѣ же, что и при пользованіи постоянными рамами перваго 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 наборы и осаживанія шпунтовых свай можно сдѣлать слѣдующія общія замѣчанія: въ началѣ работы слѣдуетъ пользоваться ударами болѣе слабыми, чѣмъ при забивкѣ отдѣльных 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 соотвѣтственною установкою копра наводить бабу на сваю.

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

Ввиду затруднительности исправленія отклоненій отдѣльных свай, нѣкоторые строители не совѣтуютъ погружать сразу болѣе 20—30 свай, съ тѣмъ чтобы переходить къ забивкѣ послѣдующаго звена въ томъ только случаѣ, если исправность забивки перваго вполне обезпечена.

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

Одновременно съ этимъ сдѣлана была весьма удачная попытка *) забивки сплошныхъ рядовъ изъ двутавроваго желѣза, причемъ двутавры располагались своею стѣнкою попеременно—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 водою.

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

Въ процессѣ выдергиванія заключаются двѣ работы: сперва нужно нарушить сдѣплєніе сваи съ грунтомъ (собственно, трєніе сваи о грунтъ), т. е. сдвинуть сваю съ мѣста, а затѣмъ вытащить ее на поверхность земли или воды. Первая часть работы требуетъ, вообще, небольшого вертикальнаго перемѣщенія, но довольно значительнаго усилія, вторая же работа, наоборотъ, — большаго ^{перемѣщенія} ~~поднятія~~ свай и сравнительно небольшого усилія — равнаго вѣсу сваи. При выдергиваніи свай подводныхъ это второе усиліе уменьшается еще вѣсомъ вытѣсняемой сваею воды.

Всѣ существующія приспособленія для выдергиванія свай назначаются, главнымъ образомъ, для преодоленія перваго сопротивленія.

Для захвата головы сваи, смотря по тому, находится ли она на поверхности, или подъ водою, употребляются разные приемы: 1) въ свай просверливается дыра, черезъ нее пропускаютъ дубовый брусокъ 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

усиліе передается сваѣ не по оси ея, а наклонно; 3) приспособленіе, показанное на черт. 183, устраняетъ 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, имѣютъ болѣе или менѣе сложную конструкцію. Простѣйшаго вида рычагомъ можетъ служить обыкновенная свая, комлевой конецъ которой снабженъ желѣзнымъ крюкомъ (черт. 185). Точкою опоры служитъ обрубокъ бруса, располагаемый поближе къ крюку. Для подъема противоположнаго опорѣ конца рычага устанавливаютъ треногу, съ прикрѣпленнымъ къ вершинѣ ея блокомъ, черезъ который перекидываютъ канатъ, однимъ концомъ привязываемый къ рычагу. Поднявъ длинный конецъ рычага, къ крюку прикрѣпляютъ канатъ, идущій къ сваѣ, а затѣмъ опускаютъ длинный конецъ, предоставляя ему дѣйствовать на сваю собственнымъ вѣсомъ, или же къ этому дѣйствию присоединяютъ усиліе рабочихъ, тянущихъ этотъ конецъ веревками. Первое опусканіе рычага обыкновенно не трогаетъ свай, а производитъ 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 свай уже не представляетъ затрудненій: надъ нею ставятъ треногу съ блокомъ, перекидываютъ черезъ 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 представляетъ сравнительно большее сопротивленіе во все время работы, слѣдуетъ пользоваться болѣе совершенными рычагами. На черт. 186 представленъ такой усовершенствованный рычагъ. Опорою рычага служитъ желѣзный цилиндрическій стержень, укрѣпленный 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 парю вилокъ, можно измѣнять длину короткаго плеча. Цѣпь отъ сваи не прикрѣпляется неподвижно къ крючку, какъ въ вышеописанной конструкціи, а захватывается канатомъ *abcdef*. 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, установленнаго на вилкахъ *A*, натягиваютъ канатъ *abcdef* съ цѣпью отъ сваи, затѣмъ рычагъ опускаютъ усиліемъ рабочихъ. Послѣ перваго опусканія свая обыкновенно не трогается. Затѣмъ снова поднимаютъ рычагъ, натягиваютъ канатъ и опять опускаютъ рычагъ; для натяженія каната *abcdef* 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 скорѣе, 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 избѣжаніе несчастій—ушибовъ 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 гидравлическіе съ успѣхомъ могутъ быть примѣняемы 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 опускаютъ до самаго низу, на нихъ кладутъ брусъ *aa* и *bb*, а на эти брусъ кладутъ обрубки *cc* и *dd*,

къ которымъ и привязывается цѣпь отъ свай; когда все это готово, приводятъ въ дѣйствіе всѣ домкраты одновременно. Сперва цѣпи натягиваются, въѣдаются 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 брусчатой 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 свай. Послѣ этого вагончикъ перевозятъ на другой конецъ судна, которое стремится при этомъ накрениваться въ другую сторону, при чемъ встрѣчаетъ сопротивленіе свай. 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 нивелировкой. 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 *подсыпки*, насаженные на длинныя рукоятки (черт. 188). Срѣзка свай на большей глубинѣ или при большомъ числѣ свай производится обыкновенно посредствомъ спиливанія ихъ. Спилить 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 пилъ. Менѣе совершенными являются пилы прямые и ленточныя, болѣе совершенными — круглыя и въ видѣ сектора.

Прямая пила 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 притягиваютъ 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 зажать 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 человекъ 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 движеніе цѣлой рамы. При работѣ 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 движеніе 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 сѣченіемъ 20×30 сантиметровъ и выражался 20 штуками въ день.

Круглыя пилы дѣлаются съ ручнымъ приводомъ или съ паровымъ двигателемъ. Простѣйшій 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.

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

Круглыя 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 прямою 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 извѣстныхъ предѣлахъ поднята или опущена на станкѣ вмѣстѣ съ осью, причемъ укрѣпленная на оси шестерня, передающая вращеніе отъ ворота, перемѣщается соотвѣтственно по оси и закрѣпляется въ требуемомъ положеніи заклинкою.

Круглыя пилы приводятся иногда въ движеніе 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. Кромѣ ихъ существуютъ, аналогичныя съ паровыми копрами, специально приспособленныя паровыя круглыя пилы, въ которыхъ движеніе 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 усиліе рабочихъ лучше утилизируется, чѣмъ при попеременномъ 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 работѣ.

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

Нарубаніе шиповъ подѣ 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 пришлась внутри 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 подѣ 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 желаютъ 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 целлюлознаго. Патроны динамита можно опустить одинъ за другимъ въ просверленную скважину или, что удобнѣе, заключить ихъ въ общую бумажную или жестяную гильзу, причемъ въ одинъ изъ патроновъ вставляется пистонъ съ гремучей ртутью и конецъ бикфордова шнура. 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 жестяную гильзу или холщевый мѣшокъ, снабжается пистономъ и шнуромъ и опускается на сваю. Для опусканія можно пользоваться такимъ приспособленіемъ (черт. 196): къ длинному деревянному бруску или жерди прикрѣпляютъ обручъ, діаметръ котораго немногимъ болѣе діаметра 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 имѣетъ 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 всплываетъ конецъ сваи. На сваю діаметромъ 12—14" довольно одного фунта динамита № I или целлюлознаго.

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

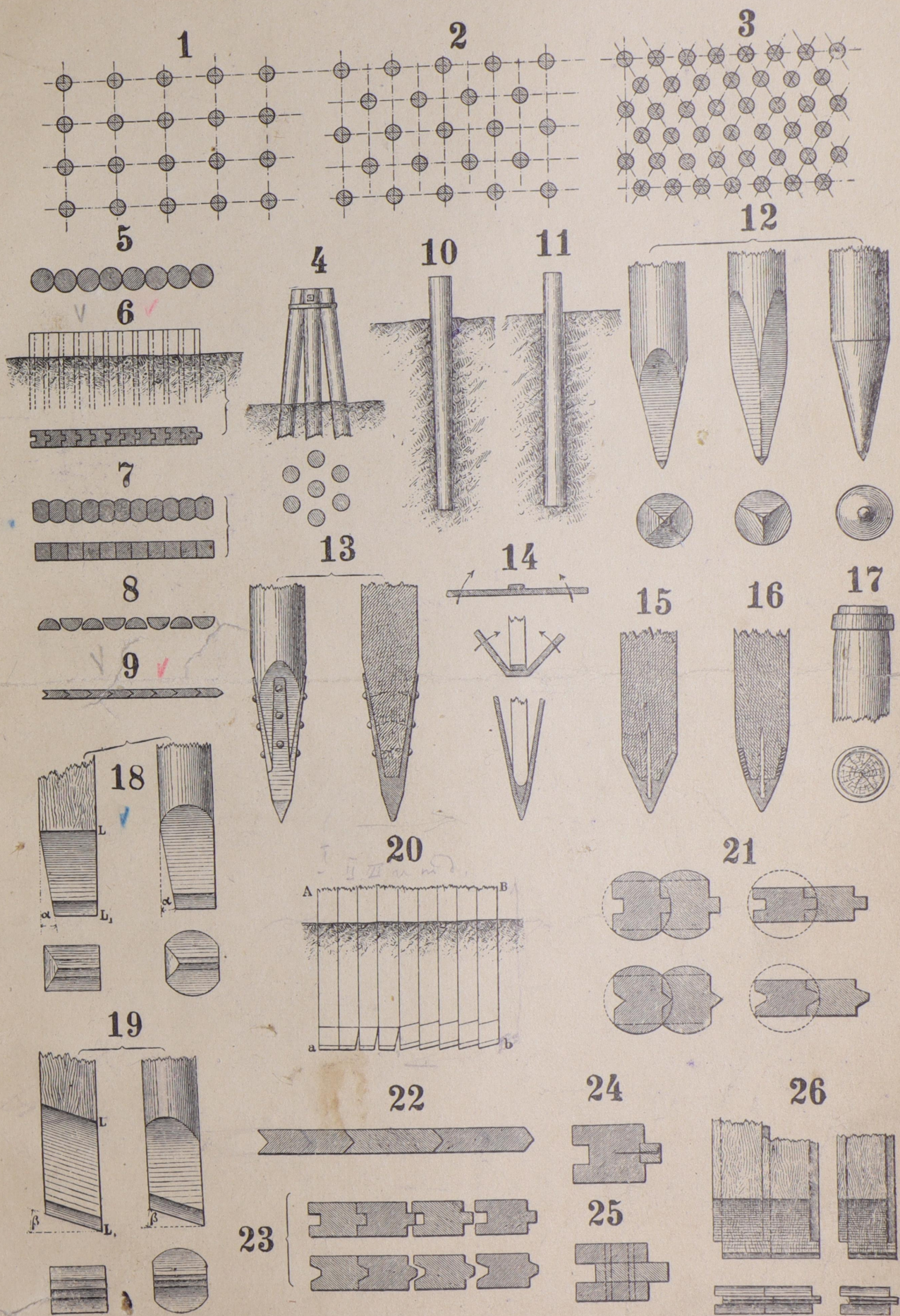
Длина заряда должна равняться длинѣ стѣнки, которую желательно взорвать въ одинъ пріемъ. На 1 футъ длины стѣнки нужно около 1 фунта динамита № I. Въ крайній патронъ или гильзу вставляютъ пистонъ и конецъ бикфордова шнура.

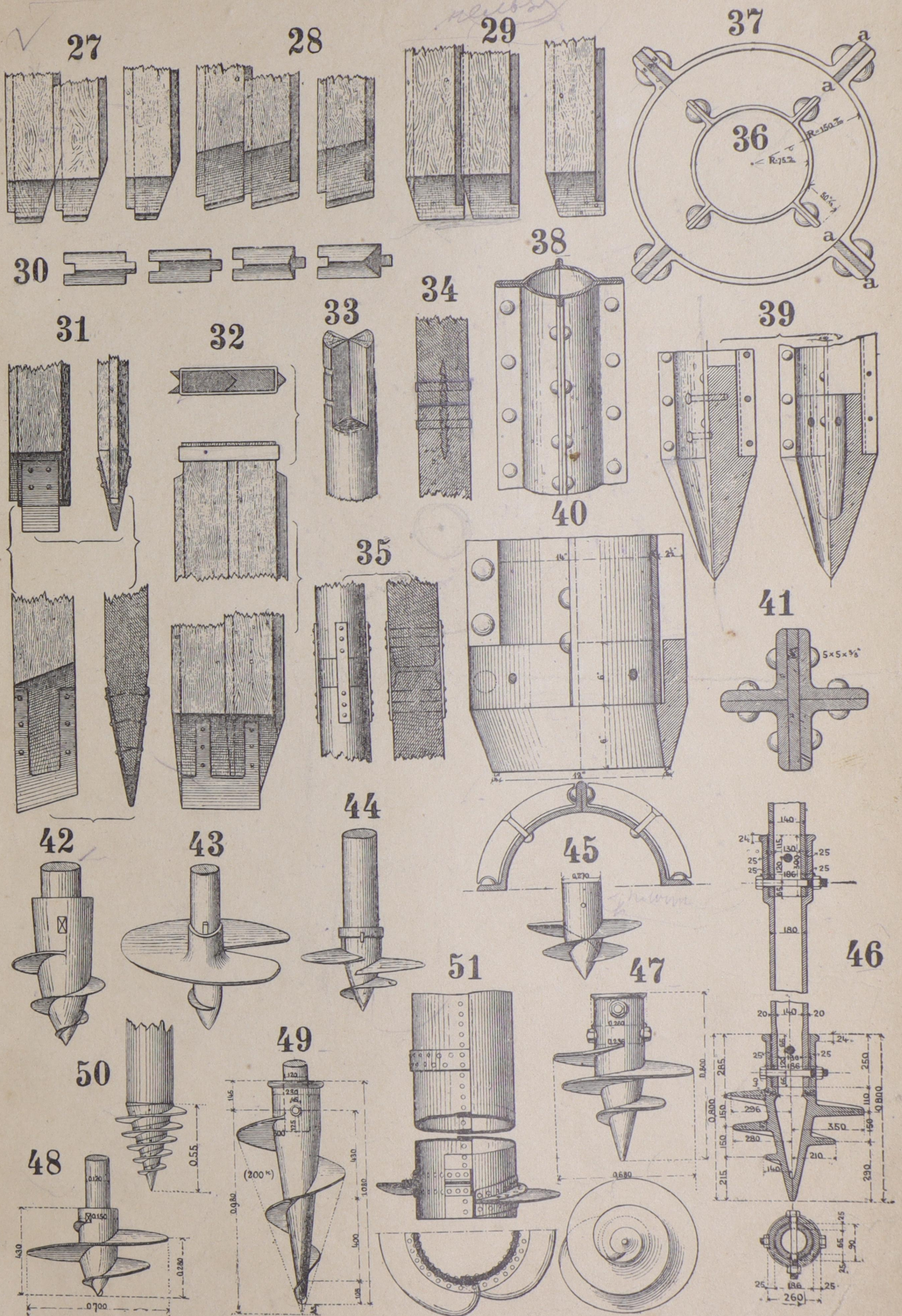
Брусокъ съ патронами опускаютъ помощью двухъ жердей въ воду со стороны теченія, съ тѣмъ чтобы зарядъ былъ прижатъ къ стѣнкѣ. Шнуръ отъ заряда подвязываютъ къ жерди, на которой онъ спускается.

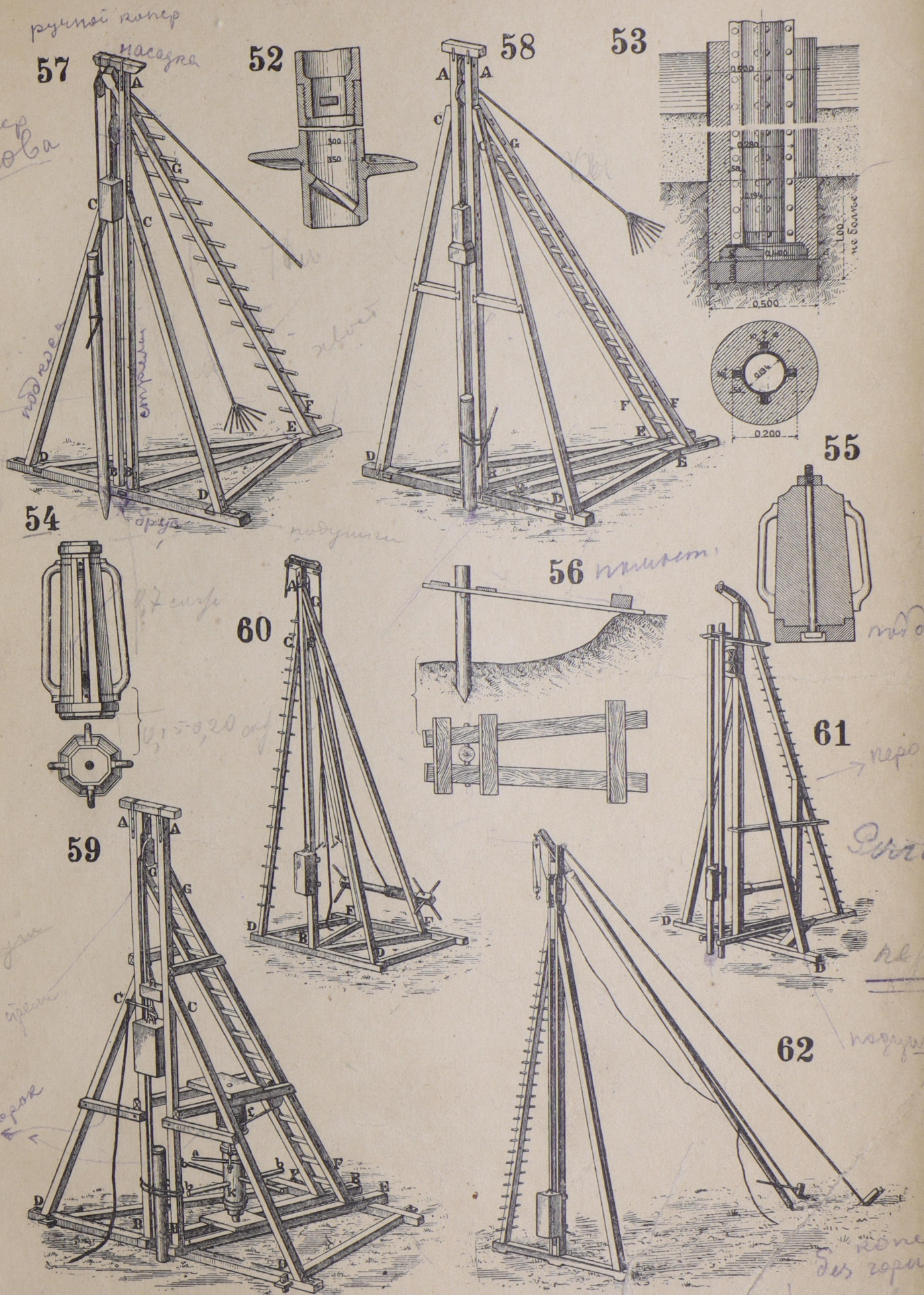
Отъ взрыва перваго патрона моментально взрываютъ всѣ остальные, и стѣнка разрушается на требуемой глубинѣ.

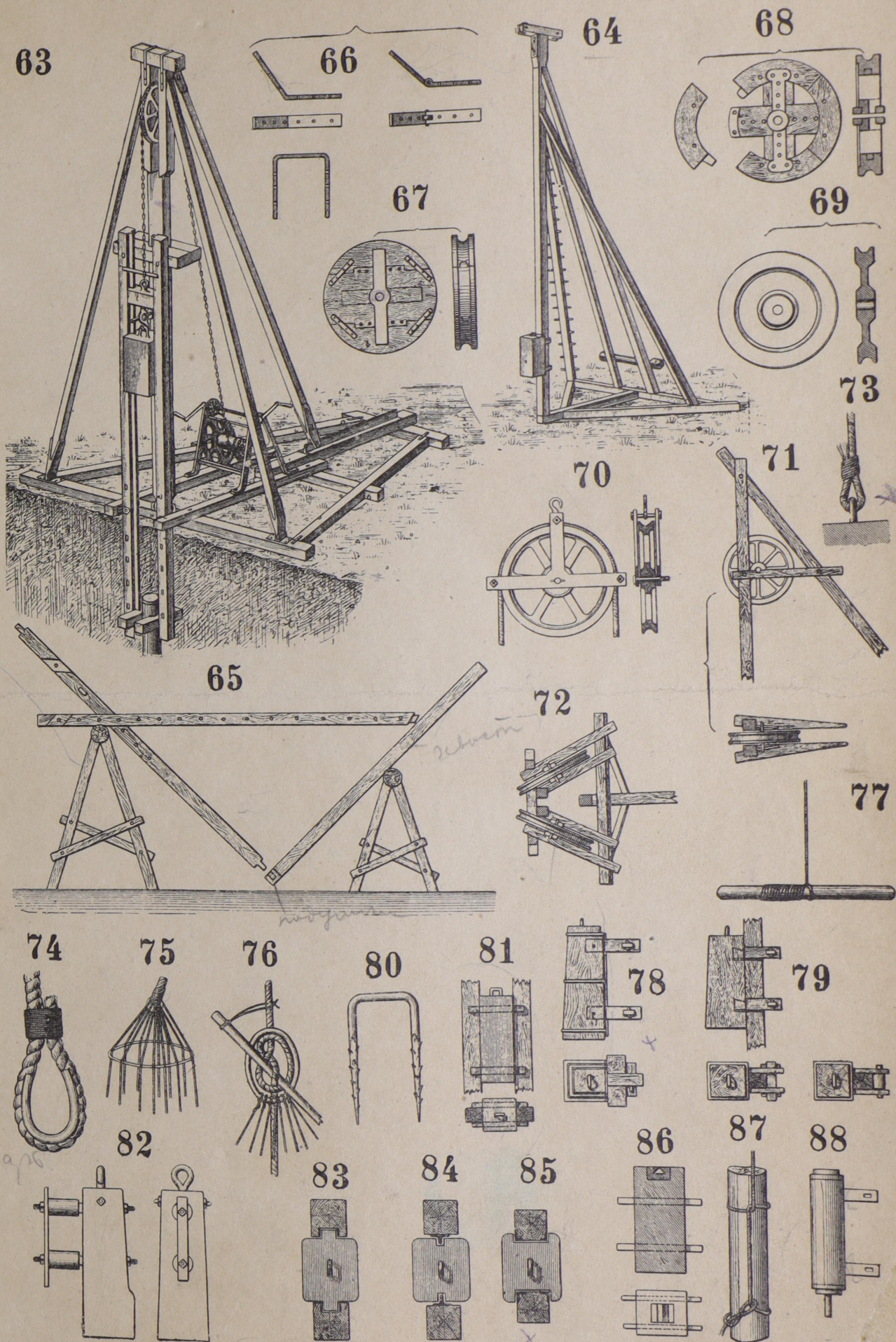
Работа динамитомъ, хотя и не обходится дешево, благодаря сравнительно высокой цѣнѣ динамита въ Россіи, однако, по сравненію со всѣми остальными способами уничтоженія подводныхъ свай, имѣетъ большое преимущество въ быстротѣ.

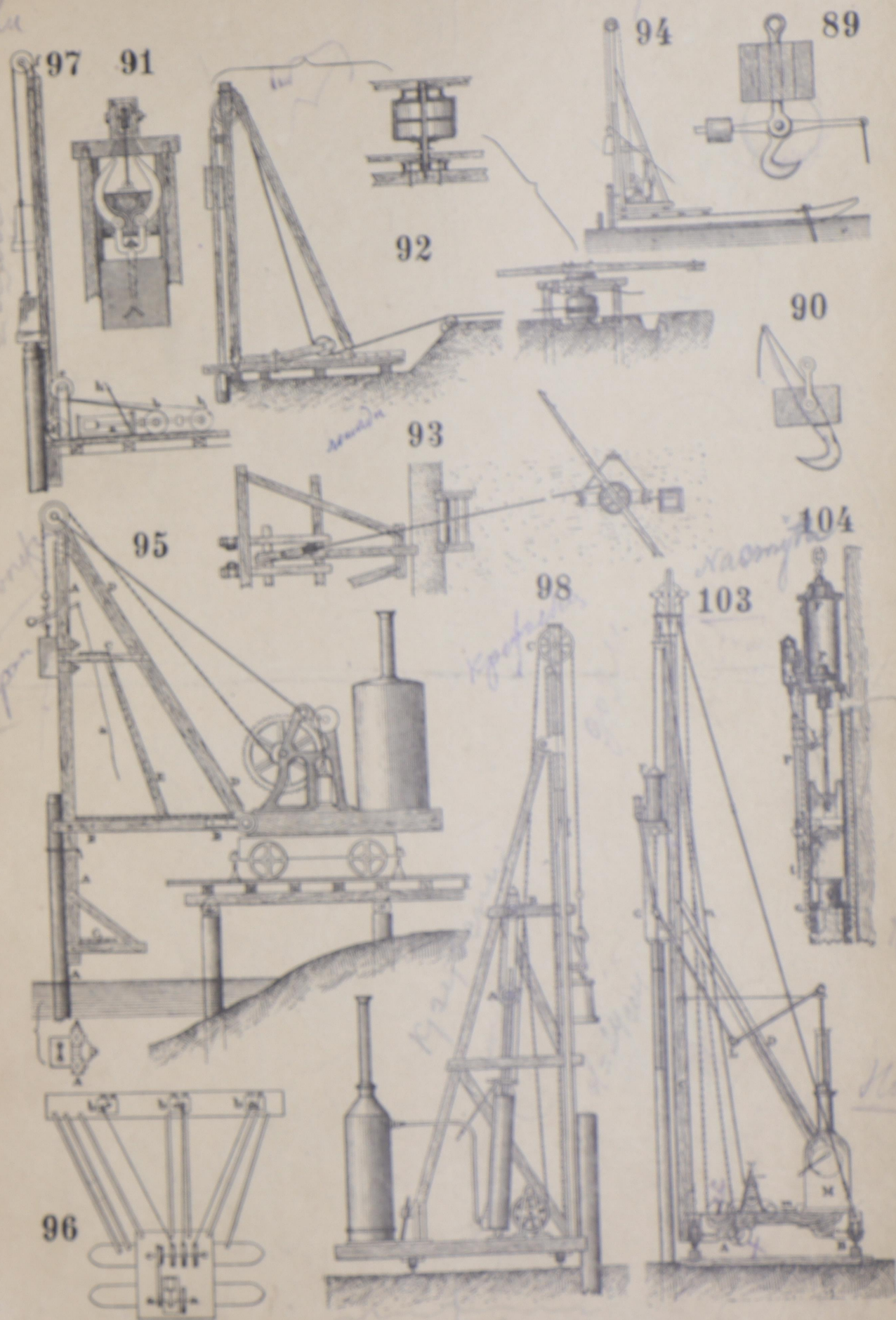
К О Н Е Ц Ъ.











*смен
камп*

