

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ ЗАБИВКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ

Содержание

[Область применения](#)
[Нормативные ссылки](#)
[1. Общие положения](#)
[2. Основные этапы проектирования и производства забивки свай](#)
[3. Выбор свай](#)
[4. Выбор молота для забивки свай](#)
[5. Оценка возможности забивки свай](#)
[6. Расчет параметров процесса забивки свай](#)
[7. Мероприятия по обеспечению забивки свай](#)
[8. Подготовительные работы](#)
[9. Подготовка наголовника молота](#)
[10. Подготовка амортизатора наголовника молота](#)
[11. Забивка свай](#)
[Приложение 1. Определение высоты падения ударной части молота](#)
[Приложение 2. Определение толщины, динамического модуля упругости и жесткости уплотненного амортизационного материала в наголовнике молота](#)
[Приложение 3. Определение динамического модуля упругости бетона свай](#)
[Приложение 4. Журнал забивки свай](#)
[Приложение 5. Журнал обследования свай](#)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Положения настоящего пособия распространяются на забивные железобетонные сваи сплошного квадратного поперечного сечения, длиной 3-12 м.

Пособие содержит правила проектирования и производства по забивке свай дизель - молотами в различные грунтовые напластования.

Положения пособия не распространяются на составные сваи и сваи с наклонными боковыми гранями.

Пособие не включает правила проектирования и производства работ по забивке свай в мерзлые, вечномёрзлые и биогенные грунты, а также илы.

Рекомендуемые положения в пособии выделены курсивом.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем пособии использованы ссылки на следующие государственные стандарты и строительные нормы и правила:

[СН РК 5.01-12-2003](#) «Инструкция по технологии бездефектной забивки железобетонных свай в грунты»;

[СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты»;

МСП 5.01-01-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»;

[СНиП РК 1.03-06-2002](#) «Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений»;

[СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;

[СНиП 2.03.01-84*](#) «Бетонные и железобетонные конструкции»;

[ГОСТ 10180-90](#) «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»;

[СНиП РК 1.03-05-2001](#) «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;

[МГС \(ГОСТ 5686-94\)](#) «Грунты. Методы полевых испытаний сваями».

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Положения настоящего пособия следует соблюдать при проектировании и возведении свайных фундаментов зданий и сооружений жилищно-гражданского, промышленного, сельскохозяйственного, транспортного и гидротехнического назначений.

1.2. При проектировании забивки свай в грунты необходимо учитывать требования [СН РК 5.01-12-2003](#) «Инструкция по технологии бездефектной забивки железобетонных свай в грунты», [СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты» и МСП 5.01-01-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».

1.3. При производстве работ по забивке свай следует учитывать требования [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и [СНиП РК 1.03-06-2002](#) «Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений».

1.4. Проектирование и производство забивки свай являются составной частью процесса проектирования и производства свайных фундаментов.

1.5. Результаты проектирования и особенности производства забивки свай должны отражаться в проекте свайных фундаментов, который дополнительно должен содержать подробную информацию о расположении в пределах площадки и вблизи нее существующих подземных и надземных сооружений, инженерных коммуникаций.

1.6. Работы по производству забивки свай должны выполняться только при наличии необходимой технической документации по возводимому или реконструируемому объекту, в том числе проекта свайных фундаментов и технологических карт на основные строительные процессы «нулевого цикла».

1.7. Отклонения от проектных решений допускаются лишь при несоответствии фактических инженерно-геологических условий площадки условиям, принятым при проектировании. В этом случае изменения в проект вносятся на основе результатов дополнительных работ по уточнению инженерно-геологических условий площадки.

Состав и объем дополнительных работ по уточнению инженерно-геологических условий площадки устанавливаются изыскательской или проектной организацией.

1.8. С целью получения более полных данных для разработки проекта свайных фундаментов, при необходимости выполняются динамические или статические испытания свай. Необходимость проведения испытаний свай определяется изыскательской или проектной организацией.

1.9. Работы по забивке свай по очередности и способам должны быть согласованы с работами по прокладке подземных инженерных коммуникации и другими видами работ «нулевого цикла».

1.10. Работы по забивке свай следует проводить с учетом требований, предъявляемых к прокладке и устройству подземных сооружений, инженерных коммуникаций, благоустройству территорий, сохранению почвенно-растительного слоя, устройству дорожных покрытий, охране окружающей среды и обеспечению безопасности людей.

2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЗАБИВКИ

СВАЙ

2.1. Проектирование забивки свай предусматривает последовательное выполнение следующих этапов:

- а) выбор конструкции и размеров свай;
- б) выбор типа молота для забивки свай;
- в) оценку возможности эффективной забивки свай в грунты;
- г) назначение мероприятий по обеспечению забивки свай.

2.2. Забивка свай включает в себя последовательное выполнение следующих этапов:

- а) пробную забивку свай;
- б) основную забивку свай.

Пробной и основной забивке свай на площадке предшествуют подготовительные работы.

3. ВЫБОР СВАЙ

3.1. Предварительный выбор свай (конструкции, размеров поперечного сечения и длины) производится, как правило, с учетом грунтовых условий площадки, величины заглубления нижнего конца сваи в несущий слой, необходимости заделки верхнего конца сваи в ростверк, особенностей подземной части зданий (наличия подвала, технического подполья), характера и величин нагрузок, действующих на фундаменты.

3.2. На начальной стадии предварительного выбора свай для установления их вида по способу армирования ствола допускается использовать данные таблицы 1.

Таблица 1

Вид сваи по	Условия применения свай по грунтовым условиям и характеру нагрузок,
-------------	---

способу армирования	действующих на фундаменты
Без поперечного армирования ствола	Применяются при необходимости прорезки песков средней плотности и рыхлых, пластичных и текучих супесей, тугопластичных, мягкопластичных, текучепластичных и текучих суглинков и глин, при условии, что сваи будут погружены в грунты на всю глубину или будут выступать над поверхностью площадки на высоту не более 2 м при их размещении внутри закрытых помещений. Нижние концы свай допускается заглублять во все грунты, за исключением скальных, крупнообломочных, торфов и других слабых грунтов. Не допускается применять в пучинистых грунтах (если силы пучения превышают величину вертикальной вдавливающей нагрузки на сваю), а также при наличии выдергивающих, значительных горизонтальных, динамических и сейсмических нагрузок.
С поперечным армированием ствола	Применяются при необходимости прорезки любых сжимаемых грунтов. Нижние концы свай допускается заглублять также в любые грунты, за исключением торфов, илов и других видов слабых грунтов. Допускается применять при наличии вертикальных вдавливающих, выдергивающих, а также горизонтальных, динамических и сейсмических нагрузок.

3.3. При выборе длины свай необходимо учитывать, что их нижние концы, как правило, следует заглублять в прочные грунты. Заглубление нижних концов свай должно составлять:

а) в крупнообломочные грунты, гравелистые, крупные и средней крупности пески, глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,1$ – не менее 0,5 м;

б) в остальные нескальные грунты – не менее 1 м.

3.4. Глубина заделки верхнего конца сваи в ростверк при выборе свай назначается в зависимости от вида сопряжения сваи с ростверком и типа ростверка на основе требований [СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты».

3.5. Предварительный выбор свай следует осуществлять на основе расчетной оценки достаточности несущей способности свай и их количества для восприятия нагрузок, действующих на фундамент без превышения расчетными деформациями свайного фундамента предельно допустимых величин. При этом несущая способность свай и деформации свайного фундамента определяются в соответствии с требованиями [СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты».

3.6. Окончательный выбор свай производится на основе оценки возможности их погружения с обеспечением следующих качественных критериев:

а) сохранности от разрушений при забивке;

б) достижения проектной отметки;

в) производительности забивки;

г) безопасности зданий, сооружений и подземных трубопроводов, расположенных вблизи мест забивки свай;

д) безопасности людей от шумового воздействия при забивке.

4. ВЫБОР МОЛОТА ДЛЯ ЗАБИВКИ СВАЙ

4.1 Выбор дизель - молота для забивки свай следует производить исходя из минимальной энергии удара молота, необходимой для забивки свай и необходимой энергии удара молота, обеспечивающей погружение свай до проектной отметки без проведения дополнительных мероприятий, облегчающих забивку свай.

4.2. Выбор молота, исходя из необходимой энергии удара молота, производится на основе условия

$$E_d \geq E_h, (1)$$

где: E_d - расчетная энергия удара молота, принимаемого для забивки свай, кДж;

E_h - необходимая минимальная энергия удара молота, кДж.

Необходимая минимальная энергия удара молота определяется по формуле:

$$E_h = 0,045 N, (2)$$

где: N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН.

4.3. Дизель-молот, выбранный исходя из условия (1), должен дополнительно удовлетворять условиям

$$(m_1 + m_2 + m_3) / E_d \leq K, (3)$$

$$0,002 m \leq S \min^3 S_{\text{гmin}}, (4)$$

где m_1 - масса молота, т;

m_2 - масса сваи с наголовником, т;

m_3 - масса шайбы, т;

К- коэффициент применимости молота, т/кДж, принимаемый по таблице 2;
 S min - минимально допустимый отказ сваи, м;
 S_{сmin} - минимально допустимый отказ сваи, м, указанный в техническом паспорте молота.

Таблица 2

Тип дизель - молота	Коэффициент К, т/кДж
Трубчатый дизель - молот	0,6
Штанговый дизель - молот	0,5

Примечание. При погружении свай с подмывом значения коэффициента К увеличиваются в 1,5 раза.

4.4. При необходимости погружения свай до проектных отметок без дополнительных мероприятий, облегчающих забивку, выбор молота производится на основе условия

$$E_d \geq E'_h, (5)$$

где: E_d – то же, что в условии (1);

E_{сh} - необходимая энергия удара молота, кДж, соответствующая требованию условия (6).

Необходимая энергия удара молота E_{сh} устанавливается исходя из условия

$$E_{сh}^3 (S F_i H_i / Bt) - (n + m_2 / m_4), (6)$$

где: F_i - несущая способность сваи в пределах i-го слоя, кН;

H_i - толщина i-го слоя грунта, м;

B - число ударов молота в 1 минуту;

t - время, затрачиваемое на погружение свай (без учета времени подъемно - транспортных операций), мин.;

Bt - число ударов молота, необходимое для погружения свай, принимаемое, обычно равным не более 500 ударов;

n - параметр, принимаемый равным: 4,5 – для штанговых дизель - молотов; 5,5 – для трубчатых дизель - молотов;

m₂ – масса сваи т;

m₄ - масса ударной части молота, т.

4.5. Условия (1), (5) и (6) не ограничивают верхние пределы энергии ударов молотов, что позволяет использовать их лишь для предварительного выбора молотов.

4.6. Основными энергетическими показателями молотов являются, масса ударной части и наибольшая высота ее падения (подъема). Предварительно эти показатели дизель - молотов по расчетной энергии удара E_d допускается устанавливать по таблицам 3, 4 и 5.

Таблица 3

Энергетические показатели штанговых молотов	Энергия удара молота, кДж	
	16,0	20,0
Масса ударной части, т	1,8	2,5
Наибольшая высота падения (подъема) ударной части молота, м	2,1	2,3/2,5

Примечание. В знаменателе указан показатель для молота марка, которого имеет индекс А.

Таблица 4

Энергетические показатели трубчатых молотов с водяным охлаждением	Наибольшая потенциальная энергия удара при работе молота, кДж, не менее				
	37,5	54,0	80,0	90,0	135,0
Масса ударной части, т	1,25	1,8	2,5	3,5	5,0

Наибольшая высота падения (подъема) ударной части молота, м	2,8/3,0	2,8/3,0	2,8/3,0	2,8/3,0	3,0
---	---------	---------	---------	---------	-----

Примечание. В знаменателе указан показатель для молота марка которого имеет индекс А.

Таблица 5

Энергетические показатели трубчатых молотов с воздушным охлаждением	Наибольшая потенциальная энергия удара при работе молота, кДж, не менее				
	40,0	54,0	67,0	94,0	135,0
Масса ударной части, т	1,25	1,8	2,5	3,5	5,0
Наибольшая высота падения (подъема) ударной части молота, м	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

4.7. Окончательно тип и марку дизель-молота следует устанавливать на основе характеристик молотов, указываемых в их технических паспортах. При этом следует учитывать, что штанговые молоты эффективно работают при низких температурах воздуха и при больших отказах свай, что делает их предпочтительными при забивке свай в относительно слабые грунты. Трубчатые молоты по сравнению со штанговыми молотами более долговечны и обладают большей энергией удара. Поэтому использование трубчатых молотов более рационально при забивке свай в сложные грунтовые напластования, содержащие слои, прослойки и линзы прочных грунтов.

5. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЗАБИВКИ СВАЙ

5.1. Оценку возможности бездефектной забивки свай в грунты следует производить с учетом размеров, веса, вида свай, деформационно-прочностных характеристик их бетона, сопротивляемости материала свай воздействию многократно повторяющихся ударных нагрузок, типа дизель-молота, его энергетических параметров, вида, толщины амортизационного материала в наголовнике молота и грунтовых условий строительной площадки.

5.2. Оценка возможности бездефектной забивки свай производится в следующих случаях:

а) прорезке сваями подлежат однородные напластования просадочных грунтов, пылеватых и мелких песков плотного сложения, песков средней крупности средней плотности и др.;

б) прорезке сваями подлежат неоднородные грунтовые напластования, в том числе, содержащие линзы, прослойки и слои прочных грунтов (крупнообломочных, твердых и полутвердых глинистых, гравелистых и крупных песков, плотных песков средней крупности и др.);

в) прорезке сваями подлежат неоднородные грунтовые напластования, содержащие отдельные линзы, прослойки и слои слабых грунтов (глинистых с показателем текучести $JL > 0,75$, уплотненных насыпных, намывных, биогенных грунтов, илов и др.);

г) нижние концы свай заглубляются в прочные грунты (крупнообломочные, гравелистые, крупные и средней крупности пески, глинистые грунты с показателем текучести $JL \leq 0,1$) на величину более 0,5 м.

5.3. Оценку возможности бездефектной забивки свай следует выполнять для наиболее труднопроходимого сваями участка строительной площадки на основе проверки условий, указанных в [п.п. 5.5-5.14.](#)

5.4. Критериями без дефектности свай являются отсутствие в них:

а) трещин с шириной раскрытия более 0,2 мм в верхней части;

б) сколов бетона в голове сваи, уменьшающих площадь ее поперечного сечения более чем на 15%;

в) сколов бетона в голове сваи с размерами не более указанных в действующих государственных строительных нормах и правилах по устройству оснований и фундаментов.

5.5. Бездефектная забивка свай в однородные грунтовые напластования до проектных отметок обеспечивается при выполнении условий:

$$\sum \sigma_i n_i \leq \sigma_s n_d, (7)$$

$$S_{a,k} \geq S_{a,d}, (8)$$

$$\sigma_k \leq \sigma_{d,k}, (9)$$

где: σ_i – динамическое сжимающее напряжение, возникающее в голове сваи от удара молота при достижении нижнего конца сваи середины i -того условного слоя грунта, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.1](#);

n_i – количество ударов молота, необходимое для прорезки сваей i -того условного слоя грунта, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.3](#);

σ_s – средневзвешенное значение динамических сжимающих напряжений, возникающих в голове сваи в процессе забивки, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.4](#);

nd – предельно допустимое количество ударов молота по свае, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.5](#);

$S_{a,k}$ – остаточный отказ сваи при достижении ее нижним концом проектной отметки, м, определяемый в соответствии с требованиями [п. 6.2](#);

$S_{a,d}$ – предельно допустимый минимальный остаточный отказ сваи, принимаемый равным 0,002 м;

sk – динамическое сжимающее напряжение, возникающее в голове сваи от удара молота при достижении нижнего конца сваи проектной отметки, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.1](#);

sd,k – предельно допустимое динамическое сжимающее напряжение в свае при n_k ударах молота, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.6](#);

n_k – количество ударов молота, необходимое для забивки сваи до проектной отметки, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.3](#);

5.6. В неоднородных грунтовых напластованиях бездефектная забивка свай до проектных отметок обеспечивается при выполнении условий (7)-(9) и дополнительно условия (10)

$$h_{d,k} \geq h_k > h_{k,min}, \quad (10)$$

где h_k – величина заглубления нижнего конца сваи в прочный грунт в конце забивки, м;

$h_{d,k}$ – предельно допустимая максимальная величина заглубления нижнего конца сваи в прочный грунт в конце забивки, м, определяемая в соответствии с требованиями [п. 6.7](#);

$h_{k,min}$ – минимальная величина заглубления нижнего конца сваи в прочный грунт, м, принимаемая равным 0,5 м.

5.7. Требования [п.п. 5.5 и 5.6](#) распространяются на грунтовые напластования (в том числе и на неоднородные, содержащие отдельные линзы, прослойки или слои прочных или слабых грунтов), сопротивляемость грунтов погружению свай в которых увеличивается с глубиной.

5.8. В неоднородных напластованиях, содержащих отдельные линзы, прослойки или слои прочных грунтов, сопротивляемость грунтовой толщине при прорезке сваей которых больше чем в конце забивки, бездефектная забивка свай обеспечивается при соблюдении условий (7), (9) и дополнительно условий (11)-(13)

$$h_p \leq h_{d,p}, \quad (11)$$

$$\sigma_p \leq \sigma_{d,p}, \quad (12)$$

$$S_{a,p} \geq S_{a,d}, \quad (13)$$

где: h_p – толщина прослойки (линзы или слоя), подлежащая прорезке сваей, м;

$h_{d,p}$ – максимальная толщина прослойки (линзы или слоя), допустимая к прорезке сваей, м, определяемая в соответствии с требованиями [п. 6.8](#);

sp – динамическое сжимающее напряжение, возникающее в голове сваи от удара молота при заглублении ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) на величину $h_{sp} = h_p - 0,1$ м, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.1](#);

sd,p – предельно допустимое динамическое сжимающее напряжение в свае при n_p ударах молота, МПа, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.6](#);

n_p – количество ударов молота, необходимое для забивки сваи до нижней границы прослойки (линзы или слоя), определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.3](#);

$S_{a,p}$ – остаточный отказ сваи при заглублении ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) на величину $h_{sp} = h_p - 0,1$ м, м, определяемый в соответствии с требованиями [п. 6.2](#);

При оценке возможности бездефектного ударного погружения свай в грунтовые напластования, содержащие два или большее количество прослоек (линз или слоев) прочных грунтов, проверка условий (11)-(13) производится для той прослойки (линзы или слоя), при прорезке которой имеет место наибольшее сопротивление грунтовой толщине погружению сваи.

5.9. Бездефектная забивка свай до проектных отметок в неоднородные грунтовые напластования, содержащие отдельные линзы, прослойки или слои слабых грунтов, сопротивляемость грунтовой толщине при

прорезке сваей которых меньше или равно сопротивляемости в конце забивки, обеспечивается при выполнении условий (7)-(10) и дополнительно условия (14):

$$S_{a,s} \leq S_{a,s,d}, \quad (14)$$

где $S_{a,s}$ – остаточный отказ сваи при заглублении ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) слабого грунта, определяемый в соответствии с требованиями [п. 6.2](#);

$S_{a,s,d}$ – предельно допустимый максимальный остаточный отказ сваи, м, принимаемый равным: 0,05-0,06 м - для сваи длиной 3-9 м; 0,04-0,05 м – для свай длиной 10-12 м.

При оценке возможности бездефектного ударного погружения свай в грунтовые напластования, содержащие два или большее количество прослоек (линз или слоев) слабых грунтов, проверка условия (14) выполняется для той прослойки (линзы или слоя), при прорезке которой имеет место наименьшее сопротивление.

5.10. Оценка возможности бездефектной забивки свай до проектных отметок в неоднородные напластования, содержащие отдельные линзы, прослойки или слои, как прочных, так и слабых грунтов производится на основе условия (14) и требований [п. 5.6](#) или [п. 5.8](#).

5.11. При проверке условий (7)-(14) в качестве параметров, характеризующих сопротивляемость грунтовой толщи погружению свай, следует принимать:

а) несущую способность сваи, соответствующую ее погруженному состоянию до проектной отметки;

б) несущую способность сваи, соответствующую заглублению ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) прочного грунта на величину

$$h_{\phi p} = h_p - 0,1 \text{ м};$$

в) несущую способность сваи, соответствующую заглублению ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) слабого грунта на величину $h_{\phi p,s} = 0,1 \text{ м}$.

Несущая способность сваи определяется в соответствии с требованиями действующих государственных строительных норм и правил по проектированию свайных фундаментов на основе расчетов или по результатам полевых испытаний исследований.

5.12. Производительная забивка свай в неоднородные грунтовые напластования, содержащие линзы, прослойки или слои прочных грунтов обеспечивается при выполнении условия

$$P \geq P_t, \quad (15)$$

где P – производительность работы молота в смену (количество свай, погружаемых смену), определяемая в соответствии с требованиями [п. 6.9](#);

P_t - требуемая производительность работы молота в смену, при которой обеспечивается эффективная прорезка сваями линз, прослоек или слоев прочных грунтов, определяемая в соответствии с требованиями [п. 6.10](#).

5.13. Безопасная забивка свай вблизи существующих зданий, сооружений и подземных трубопроводов обеспечивается при выполнении условия

$$a_k \geq a_{k,b}, \quad (16)$$

где a_k - расстояние от здания, сооружения или подземного трубопровода до места забивки наиболее близко расположенной ним сваи, м;

$a_{k,b}$ - минимально безопасное расстояние от места забивки сваи до здания, сооружения или подземного трубопровода, м, принимаемое в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

При забивке свай с размерами поперечного сечения 30-0 см молотами с весом ударной части не более 25 кН минимально безопасные расстояния $a_{k,b}$ допускается принимать по таблицам 6 и 7.

Таблица 6

Грунты	Минимально безопасные расстояния $a_{k,b}$, м	
	до цельных сварных трубопроводов	до составных стыкованных трубопроводов
Суглинок или глина с показателем текучести $0 \leq J_L \leq 0,75$	4,0	2,5
Супесь с показателем текучести $0,50 \leq J_L \leq 1,0$	3,5	3,0
Песок средний крупности, мелкий или пылеватый со степенью влажности $S_r \leq 0,50$		

Примечание. Значения a_k, b представленные для цельных подземных трубопроводов, рекомендуется использовать при их диаметре менее 450 мм и внутреннем давлении газа в них не более 1,5 МПа.

Таблица 7

Грунт	Минимально безопасные расстояния до зданий, a_k, b , м, при которых не возникают дополнительные осадки фундаментов от колебаний
Суглинок или глина с показателем текучести $0 \leq J_L \leq 0,50$	2,0
Песок средней крупности, мелкий или пылеватый со степенью влажности $Sr \leq 0,50$	7,0

Примечание. Значения a_k, b рекомендуются использовать для зданий на свайных фундаментах с глубиной погружения свай не менее 7,0 м.

5.14. Забивка свай с предохранением людей от воздействия шума, возникающего при погружении, обеспечивается при выполнении условия

$$a_{ш} \geq a_{ш,b}, (17)$$

где $a_{ш}$ - расстояние от места длительного пребывания людей на открытых площадках, до места забивки наиболее близко расположенной к ним сваи, м;

$a_{ш,b}$ - минимально безопасное расстояние от места забивки сваи до места пребывания людей по уровню шума, м, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.11](#).

5.15. Забивка свай с обеспечением безопасности близ расположенных объектов (зданий, сооружений, коммуникаций) от выпора грунта обеспечивается при выполнении условий

$$a_k \geq a_b, (18)$$

$$h_b \leq h_c, (19)$$

где a_k – расстояние от здания, сооружения или коммуникации до места забивки наиболее близко расположенной сваи, м;

a_b - радиус зоны деформирования грунта при забивке сваи, м, определяемый в соответствии с требованиями [п. 6.12](#);

h_b - высота выпора грунта при забивке сваи, м, определяемая в соответствии с требованиями п. 6.12;

h_c - высота расположения коммуникации от поверхности грунта, м.

Соблюдение условия (18) исключает влияние зоны деформирования (зоны распространения выпора) грунта на близ расположенные объекты.

Выполнение условия (19) позволяет исключить влияние выпора на надземные коммуникации, расположенные в пределах зоны деформирования (выпора) грунта.

6. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЗАБИВКИ СВАЙ

6.1. Динамические сжимающие напряжения, возникающее в голове сваи от ударов молота следует определять по формуле

$$\sigma = \sqrt{G H \alpha / [(1_{a,u} / E_{a,u} + L/2E_{b,d}) A]}, (20)$$

где G - вес ударной части молота, кН;

H – высота падения ударной части молота, м, определяемая в соответствии с требованиями [приложения 1](#);

$1_{a,u}$ - толщина уплотненного амортизационного материала в наголовнике молота, м, определяемая в соответствии с требованиями [приложения 2](#);

$E_{a,u}$ - динамический модуль упругости уплотненного амортизационного материала, МПа, принимаемый в соответствии с требованиями [приложения 2](#);

L - длина сваи, м;

$E_{b,d}$ - динамический модуль упругости бетона сваи, МПа, определяемый в соответствии с требованиями [приложения 3](#);

A - площадь поперечного сечения сваи, м²;

α - коэффициент, определяемый по формуле (21)

$$\alpha = \lambda (\lg R - 1) e, (21)$$

$$\xi = (\beta L)^2, (22)$$

где β - коэффициент, принимаемый по таблице 8;
 R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, определяемое в соответствии с требованиями [СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты»;
 e - основание натуральных логарифмов, равное 2,72;
 b - коэффициент, принимаемый равным 0,03 (1/м.)

Таблица 8

Отношение R_k / R_b	Коэффициент β при забивке свай	
	трубчатым молотом	штанговым молотом
1,45	0,1645	0,1385
³ 1,55	0,1501	0,1240

Примечания: 1. R_k и R_b – сопротивление бетона сваи, устанавливающее его класс по прочности на сжатие (кубиковая прочность) и сопротивление бетона сваи сжатию (призменная прочность), соответствующие сроку забивки свай.

2. При отсутствии значений R_k и R_b допускается вместо R_b принимать его нормативное значение $R_{b,n}$ в соответствии с требованиями [СНиП 2.03.01-84*](#) «Бетонные и железобетонные конструкции», а вместо R_k - его значение, определяемое по формуле $R_k = B/0,7786$ (где B – класс бетона сваи по прочности на сжатие).

Для определения по формуле (20) динамического сжимающего напряжения s_i , возникающего в голове сваи при достижении ее нижним концом середины i -того условного слоя необходимо грунтовую толщу предварительно разделить на условные слои в соответствии с требованиями [п. 6.3](#).

6.2. Остаточный отказ сваи при ударе молота следует определять по формуле

$$S_a = [\eta A G H / F_u (F_u + \eta A)] \times [m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3) / (m_1 + m_2 + m_3)], (23)$$

где A, G, H – то же, что в формуле (20);

h - коэффициент, принимаемый равным 1500 кН/м²;

F_u – предельное сопротивление сваи, кН;

e - коэффициент восстановления удара, принимаемый $e = 0,2$;

m_1 – масса молота,

m^2 - масса сваи и наголовника,

m_3 – масса шабота, т.

Предельное сопротивление сваи следует определять по формуле:

$$F_u = k_u F_d, (24)$$

где k_u - коэффициент, принимаемый равным 0,8;

F_d – несущая способность сваи, кН, определяемая расчетом в соответствии с требованиями [СНиП РК 5.01-03-2002](#) «Свайные фундаменты»;

Расчет остаточного отказа сваи при заглублении ее нижнего конца в прослойку (линзу или слой) слабого грунта $S_{a,s}$ по формуле (23) следует производить:

а) при залегании слабого грунта с поверхности площадки - для условия заглубления сваи в слабый грунт на величину $h_{\phi p,s} = 0,5$ м;

б) в остальных случаях – для условия заглубления нижнего конца сваи в слабый грунт на величину $h_{\phi p,s} = 0,1$ м.

6.3. Количество ударов молота, необходимое для прорезки сваей i -того условного слоя грунта определяется по формуле

$$n_i = h_i / S_{a,i}, (25)$$

где h_i - толщина i -того условного слоя грунта, м;

$S_{a,i}$ – остаточный отказ сваи при достижении ее нижнего конца середины i -того условного слоя, м, определяемое в соответствии с требованиями [п. 6.2](#).

Количество ударов молота, необходимое для забивки сваи до проектной отметки n_k и количество ударов молота, необходимое для забивки сваи до нижней границы прослойки (линзы или слоя) прочного грунта n_p определяются по формуле:

$$n = \sum n_i, (26)$$

В расчетах, по формулами (25) и (26) грунтовую толщину начиная с глубины 0,5-1,0 м от поверхности забивки до рассматриваемой глубины (до проектной отметки погружения или до нижней границы прорезаемой прослойки, линзы или слоя прочного грунта) необходимо разделить на однородные условные слои. Толщину условного слоя для слабых грунтов следует принимать равным не более 0,5 м, а для остальных грунтов – не более 1,0 м.

6.4. Средневзвешенное значение динамических сжимающих напряжений, возникающих в голове сваи в процессе забивки, определяется по формуле

$$\sigma_s = \sum \sigma_i n_i / n_k, (27)$$

где: σ_i, n_i - то же, что в формуле (7),

n_k – то же, что в п. 6.3.

6.5. Предельно допустимое количество ударов молота по свае n_d определяется из уравнения

$$\sigma_s / R_b = k_{du} - k_{up} \lg n_d, (28)$$

где R_b - то же, что в таблице 8;

k_{du} – коэффициент динамического упрочнения материала сваи, принимаемый по таблице 9;

k_{up} – коэффициент, характеризующий выносливость сваи при многократно повторяющихся ударах молота, принимаемый равным 0,164.

Таблица 9

Вид сваи по способу армирования	Отношение R_k/R_b	Коэффициент k_{du}
Без поперечного армирования ствола с напрягаемой центральной продольной арматурой	1,75	1,579
	1,45	1,708
С поперечным армированием ствола и ненапрягаемой продольной арматурой	-	1,871
С поперечным армированием ствола и напрягаемой продольной арматурой	-	2,018

Примечания: 1. Отношение R_k/R_b то же, что в таблице 8.

2. Для промежуточных значений отношения R_k/R_b значения коэффициента k_{du} определяются интерполяцией.

6.6. Предельно допустимое динамическое сжимающее напряжение в свае при ударах молота определяется по формуле

$$\sigma_d = k k_{du} k_{sn} k_{pn} R_b, (29)$$

где k - коэффициент, принимаемый равным 0,9;

k_{sn} – коэффициент, учитывающий снижение предельно допустимого динамического сжимающего напряжения с увеличением количества ударов молота по свае, принимаемый по таблице 10;

k_{pn} – коэффициент, учитывающий увеличение предельно допустимого динамического сжимающего напряжения при неравномерных ударах молота, принимаемый равным 1,12.

Таблица 10

Отношение R_k/R_b	Коэффициент k_{sn} при количестве ударов молота по свае n равным						
	50	100	200	400	600	800	1000
1,75	0,905	0,871	0,836	0,802	0,782	0,768	0,757
1,45	0,920	0,888	0,856	0,8243	0,806	0,792	0,782

Примечания: 1. Отношение R_k/R_b то же, что в таблице 8.

2. Для промежуточных значений отношения R_k/R_b значения коэффициента k_{sn} определяются интерполяцией.

Для определения предельно допустимых динамических сжимающих напряжений в свае $\sigma_{d,k}$ и $\sigma_{d,p}$ по формуле (29) значения коэффициента k_{sn} по таблице 10 следует принимать соответственно в зависимости от

количества ударов молота, необходимого для забивки сваи до проектной отметки n_k и количества ударов, необходимого для забивки сваи до нижней границы прослойки (линзы или слоя) прочного грунта n_p .

6.7. Предельно допустимая максимальная величина заглубления нижнего конца сваи в прочный грунт в конце забивки определяется по формуле

$$h_{d,k} = n_{d,k} S_{a,k,s}, \quad (30)$$

где $n_{d,k}$ – предельно допустимое количество ударов молота по свае, определяемое из уравнения (28) при напряжении $s_{k,s}$;

$s_{k,s}$ – динамическое сжимающее напряжение, возникающее в голове сваи от удара молота при заглублении ее нижнего конца в прочный грунт в конце забивки на величину $0,5 h_k$, МПа, определяемое по формуле (20);

$S_{a,k,s}$ – остаточный отказ сваи при заглублении ее нижнего конца в прочный грунт в конце забивки на величину $0,5 h_k$, м, определяемый по формуле (23).

6.8. Максимальная толщина прослойки (линзы или слоя) прочного грунта, допускаемая к прорезке сваями определяется по формуле

$$h_{d,p} = n_{d,p} S_{a,p,s}, \quad (31)$$

где $n_{d,p}$ – предельно допустимое количество ударов молота по свае, определяемое из уравнения (28) при напряжении $s_{p,s}$;

$s_{p,s}$ – динамическое сжимающее напряжение, возникающее в голове сваи от удара молота при заглублении ее нижнего конца прослоек (линзу или слой) на величину $0,5 h_p$, МПа, определяемое по формуле (20);

$S_{a,p,s}$ – остаточный отказ сваи при заглублении ее нижнего конца в прослоек (линзу или слой) на величину $0,5 h_p$, м, определяемый по формуле (23).

6.9. Производительность работы молота в смену определяется по формуле

$$\Pi = T k_t / (t_1 + t_2), \quad (32)$$

где T – продолжительность смены, мин.;

k_t – коэффициент использования молота во времени, определяемый в виде отношения $(T - t_0)/T$;

t_0 – продолжительность технического обслуживания молота в смену, мин.;

t_1 – продолжительность погружения сваи, мин.;

t_2 – продолжительность вспомогательных операций (передвижения молота, подтаскивания, подъема, установки, ориентирования сваи и др.).

Параметры k_t , t_1 и t_2 устанавливаются по результатам пробной забивки свай, проводимой в соответствии с требованиями [раздела 11](#). При отсутствии возможности опытного определения коэффициента k_t его значение допускается принимать равным 0,85.

6.10. Требуемая производительность работы молота в смену, при которой обеспечивается эффективная прорезка сваями линз, прослоек или слоев прочных грунтов

$$\Pi_t = T k_t n' i v S_{p,s} / h_p, \quad (33)$$

где: T – то же, что в формуле (32);

k_t – то же, что в формуле (32), принимаемый равным 0,85;

$S_{a,p,s}$ – то же, что в формуле (31);

h_p – то же, что в формуле (11)

n_1 – количество ударов молота в минуту, определяемое по формуле (34);

i – коэффициент, принимаемый по таблице 11;

v – коэффициент, принимаемый равным: 0,30 – для трубчатого молота; 0,45 – для штангового молота.

Таблица 11

Тип молота	Глубина забивки свай, м	Коэффициент i
Трубчатый	<7,5	0,40
	7,5-9,0	0,30
	>9,0	0,20
Штанговый	5,5-10,5	0,15

Количество ударов молота в минуту определяется по формуле:

$$n_1 = n_{1s} k_n, (34)$$

где n_{1s} – среднее количество ударов молота в минуту, принимаемое по паспортным данным завода изготовителя молота;

k_n – коэффициент, принимаемый равным: 0,96 – для штангового молота; 0,93 – для трубчатого молота. Значение коэффициента k_n следует использовать для молотов со сроком эксплуатации более 3 лет.

6.11. Минимально безопасное расстояние от места забивки свай до места пребывания людей по уровню шума $a_{ш,b}$ определяется из уравнения

$$L_d = L_1 - 20 \lg a_{ш,b} + c, (35)$$

где: L_d - допустимый уровень звука, принимаемый равным 80 дБ;

L_1 – уровень звука, измеренный на расстоянии 1 м от места забивки свай, дБ;

c – коэффициент, принимаемый равным 4,0 дБ.

Уровень звука L_1 измеряется при пробной забивке свай, проводимой в соответствии с требованиями [раздела 5](#).

При отсутствии возможности экспериментального определения уровня звука L_1 его значение допускается принимать равным: 115-125 дБ – для трубчатого молота; 100–115 дБ – для штангового молота. Указанные значения уровня звука L_1 следует принимать в расчетах, если минимальное значение отказа свай при забивке составляет менее 0,002-0,003 м.

6.12. Радиус зоны деформирования глинистого грунта a_v и высота выпора грунта h_v (в любой точке a_t зоны деформирования грунта) при забивке свай определяются соответственно по формулам (36) и (37)

$$a_v = d [1,05 / (0,11 - 0,25I_L + 0,34 I_2L)], (36)$$

где I_L - показатель текучести грунта.

d – размер поперечного сечения свай, м;

$$h_v = h_{v,max} (a_v - a_t) / (a_v - d), (37)$$

где $h_{v,max}$ – максимальная высота выпора поверхности грунта, м;

a_t – расстояние от свай до рассматриваемой точки, м;

Максимальная высота выпора грунта $h_{v,max}$ в формуле (37) определяется по формуле

$$h_{v,max} = V_v / p [d^2 + 0,5 a_v (a_v - d)], (38)$$

где V_v – объем выпора грунта при забивке свай, м³, определяемый в виде произведения kV_p1 ;

k – коэффициент, принимаемый равным 0,5-0,7 в зависимости от степени влажности грунта равной 0,9-1,0;

V_p1 – объем свай, м³.

7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАБИВКИ СВАЙ

7.1. Мероприятия по обеспечению забивки свай подразделяется на следующие группы:

а) I группа – мероприятия, назначаемые и проверяемые на стадии проектирования;

б) II группа – мероприятия, назначаемые и проверяемые в процессе пробной забивки свай.

7.2. Мероприятия I группы следует назначать по таблице 12 при невыполнении одного или нескольких условий раздела 6, кроме условий (15)-(19).

Таблица 12

Мероприятия	Условия применения
1. Использовать менее жесткий амортизационный материал в наголовнике молота или увеличить толщину амортизационного материала	Не выполняются условия 7, 9, 10, 11, 12
2. Использовать сваи с более высокими значениями коэффициента динамического упрочнения материала	
3. Использовать молот с меньшей энергией удара	Не выполняются условия 7, 9, 10, 11, 12, 14
4. Использовать сваи с большими размерами поперечного сечения	Не выполняются условия 7, 9, 12
5. Использовать молот с большей энергией удара, преимущественно трубчатым молотом с большим весом ударной части	Не выполняются условия 8, 10, 13

Примечания: 1. Жесткость амортизационного материала в наголовнике молота определяется в соответствии с требованиями [приложения 3](#).

2. Мероприятие, указанное в позиции 5 при невыполнении условия (10) следует назначать при $h_k < h_{k,min}$.

Эффективность применения одного или одновременно нескольких мероприятий I группы устанавливается расчетами в соответствии с требованиями [разделов 5 и 6](#).

7.3. Мероприятия II группы назначаются по таблице 13 в соответствии с требованиями [п. 11.6](#) и при невыполнении на стадии проектирования условий (15)-(19) раздела 5.

Таблица 13

Условия применения Мероприятий	Мероприятия
Фактическое значение остаточного отказа сваи при прорезке слабого грунта превышает предельно допустимых значений, указанных в п. 5.8 . В свае имеются поперечные трещины с шириной раскрытия более указанного в п. 5.4 .	1. Уменьшить высоту падения ударной части молота путем уменьшения расхода топлива, подаваемого в камеру сгорания молота.
	2. Обеспечить прорезку грунта одиночными ударами молота путем сбрасывания ударной части с малой высоты без подачи топлива в камеру сгорания.
	3. Заменить амортизационный материал в наголовнике молота на новый, менее жесткий или большей толщины.
Фактическое значение остаточного отказа сваи при прорезке прочного грунта или при заглублении ее нижнего конца в прочный грунт в конце забивки меньше предельно допустимого значения, указанного в п. 5.5 . Свая не содержит дефекты, превышающие, указанные в п. 5.4 .	4. Произвести прорезку грунта или обеспечить заглубление нижнего конца сваи в грунт при большей высоте падения ударной части молота путем увеличения расхода топлива, подаваемого в камеру сгорания.
	5. Использовать молот с большей энергией удара, преимущественно трубчатый молот с большим весом ударной части
Свая погружается до проектной отметки, но в ней имеются дефекты, превышающие указанные в п. 5.4.	6. Выполнить мероприятие, указанное в позиции 3.
	7. При прорезке наиболее опасных для сваи участков грунтовой толщи по глубине выполнить мероприятие, указанное в позиции 1 или 2.
Свая не погружается до проектной отметки, и в ней имеются дефекты, превышающие указанные в п. 5.4.	8. Обеспечить погружение сваи через лидерную скважину или с использованием подмыва грунтов.
Не выполняется условие (15)	9. Выполнить мероприятие, указанное в позиции 5.
	10. Использовать копер с более высоким уровнем механизации и автоматизации вспомогательных технологических операций по забивке свай.
Не выполняется условие (16)	11. Выполнить мероприятия, предусмотренные СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
Не выполняется условие (17)	12. Обеспечить безопасность людей от воздействия шума при забивке.
Не выполняется условие (19)	13. Произвести срезку грунта в зоне выпора в процессе забивки

Примечания: 1. В случае, когда свая прорезает слабый грунт, залегающий с поверхности площадки необходимо, кроме мероприятий, указанных в позициях 1 и 2, в начале забивки производить задавливание сваи полным весом молота.

2. Мероприятие, указанное в позиции 12 предусматривает: чередующую забивку ближайших и более удаленных от людей свай; временный отвод людей на безопасное расстояние; забивку свай в часы их отсутствия; использование индивидуальных средств защиты и др.

6. Мероприятия, предусмотренные позициями 9 и 10, допускается не выполнять, если сроки забивки свай на строительной площадке строго не ограничиваются проектом.

8. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

8.1 Состав подготовительных работ и их организация при забивке свай должны соответствовать требованиям [СНиП РК 1.03-06-2002](#) «Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений».

8.2. До выполнения пробной забивки свай следует производить следующие подготовительные работы:

- авоз и складирование 16 - 20 свай, необходимых для пробной забивки;
- проверку свай на целостность, соответствие размерам и сопроводительным документам;
- определение фактической прочности бетона свай к началу их забивки;

- г) разбивку осей свайного поля и мест забивки свай;
- д) разметку свай по длине;
- е) проверку технического состояния дизель - молота;
- ж) подбор наголовника молота (при необходимости) и его монтаж;
- з) подготовку амортизационного материала и его укладку в наголовник молота.

8.3. После пробной забивки дополнительно следует производить завоз и складирование всех свай, необходимых для забивки под возводимое здание (сооружение) с проверкой их на целостность, соответствие размерам и сопроводительным документам.

8.4. Фактическая прочность бетона свай определяется для каждой серии выпуска свай в соответствии с требованиями [ГОСТ 10180-90](#) «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

8.5. Разбивка осей свайного фундамента должна производиться от базисной линии. За основные линии разбивки следует принимать оси здания (сооружения). Для зданий (сооружений), как правило, в качестве реперов допускается использовать сваи, забитые на расстоянии от наружных осей не ближе 10 м. Разбивка осей свайного фундамента должна производиться с надежным закреплением на местности положений осей всех рядов свай.

8.6. Разбивка осей свайного фундамента должна завершаться составлением акта, к которому прилагаются схема расположения осей и мест забивки свай, данные о привязке к базисной линии и к высотной опорной сети.

Правильность разбивки осей должна регулярно проверяться в процессе производства работ. Отклонения разбивочных осей свайных рядов от проектных не должны превышать 1 см на каждые 100 м ряда.

8.7. При транспортировке, складировании и хранении свай следует обеспечить их безопасность от повреждений. Кантовка свай, их перемещение волоком и сбрасывание с высоты не допускаются. При хранении и транспортировке сваи следует укладывать на деревянные подкладки, которые необходимо размещать строго под подъемными петлями.

8.8. Разметку свай, используемых при пробной забивке, следует производить путем проставления на боковой поверхности сваи отчетливо видимых поперечных линий через каждые 1 м по длине. В верхней части сваи в пределах 1-4 м (в зависимости от глубины погружения и длины сваи) выполняется дополнительная разметка с шагом 10 см.

8.9. Подготовительные работы следует проводить с соблюдением требований [СНиП РК 1.03-05-2001](#) «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

9. ПОДБОР НАГОЛОВНИКА МОЛОТА

9.1. Для забивки свай трубчатыми дизель - молотами следует применять Н-образные литые или сварные наголовники с верхней и нижней выемкой. Для забивки свай штанговыми дизель-молотами допускается применять П-образные наголовники с одной нижней выемкой.

9.2. Наголовник должен иметь проушины или крюки для подвески его к дизель-молоту. Подвеска наголовника к молоту тросами должна обеспечивать их совместный подъем перед установкой свай в местах забивки. Длина тросов подвески должна приниматься с запасом на величину максимального хода шабота молота.

9.3. В Н-образных наголовниках верхняя выемка должна изготавливаться круглой в плане и глубиной 20-30 см. В верхнюю выемку вставляется верхний амортизатор, обеспечивающий снижение ударных нагрузок, передающихся от шабота к наголовнику. Диаметр верхней выемки следует назначать на 10-15 мм больше диаметра шабота молота.

9.4. Для обеспечения надежной фиксации шабота в верхней выемке Н-образного наголовника глубину верхней выемки следует принимать не менее чем на 50 мм больше высоты верхнего амортизатора.

9.5. Нижняя выемка Н-образного и П-образного наголовников по форме в плане должны соответствовать форме поперечного сечения погружаемых свай. В нижнюю выемку вставляется нижний амортизатор, обеспечивающий снижение ударных нагрузок, передающихся от наголовника к свае.

9.6. Глубину нижней выемки наголовников следует принимать равным 50-60 см. Внутренние размеры поперечного сечения нижней выемки наголовников следует принимать такими, чтобы зазоры между боковой поверхностью сваи и стенками выемки не превышали 1 см.

10. ПОДГОТОВКА АМОТИЗАТОРА НАГОЛОВНИКА МОЛОТА

10.1. При Н-образном наголовнике молота верхний амортизатор следует изготавливать из выпиленных обрезков твердых пород древесины (дуба, бука, клена, граба, сосны) с прямым вертикальным расположением волокон и со строго перпендикулярными к оси торцами.

Минимальная толщина верхнего амортизатора для трубчатых молотов назначается по таблице 14.

Минимальная толщина верхнего амортизатора, см, при массе ударной части молота равной, т			
1,25	1,8	2,5	3,5 и 5,0
15	20	20	25

10.2. Нижний амортизатор в наголовнике молота следует принимать из древесины, пенькового каната, войлока, асбеста, технической резины. Толщина нижнего амортизатора до ее уплотнения ударами молота принимается равным от 10 до 30 см в зависимости от вида материала амортизатора. При выборе вида нижнего амортизатора следует учитывать, что наиболее длительно сохраняют свои упругие свойства амортизаторы из резины и асбеста. Наименее долговечны амортизаторы из древесины с волокнами поперек направления удара.

10.3. Амортизаторы из древесины следует изготавливать, как с волокнами вдоль направления удара, так и с волокнами поперек направления удара. В последнем случае амортизатор выполняется в виде накрест размещенных слоев досок, толщиной 4-6 см. Амортизатор из древесины с волокнами вдоль направления удара необходимо изготавливать из 4-8 одинаковых по высоте торцовых деревянных шашек, квадратного поперечного сечения, предварительно выпиленных из нижней части ствола дерева.

10.4. Амортизаторы из технической резины следует собирать из отдельных листов толщиной 8-12 мм. В листах предварительно вырезаются круглые отверстия диаметром 10-15 мм, равномерно распределенные по всей площади листа. Общая площадь отверстий должна составлять 10-25% от площади листа. Отверстия следует вырезать таким образом, чтобы при сборке листов в пакет отверстия в соседних листах не совпадали друг с другом.

10.5. Амортизаторы из войлока, из пенькового каната и асбестового шнура следует собирать из отдельных слоев. Причем слои из пенькового каната и асбестового шнура предварительно укладываются в плоскую бухту каната или шнура. Для обеспечения защиты амортизаторов из резины, пенькового каната, войлока и асбестового шнура при работе молота, между ними и торцом сваи, укладывается прокладка из досок, толщиной 5-6 см. Деревянная прокладка подлежит периодической замене по мере разрушения.

11. ЗАБИВКА СВАЙ

11.1. Задачами пробной забивки свай должны служить:

- а) проверка возможности погружения свай, а также условий, режима и производительности забивки, предусмотренных проектом;
- б) корректировка, назначение дополнительных или новых условий и режима погружения свай при отрицательных результатах забивки.

11.2. Пробная забивка свай должна производиться на предварительно выбранных опытных участках площадки. Выбор опытных участков следует производить на стадии проектирования, на основе двух факторов:

- а) анализа инженерно-геологических данных площадки;
- б) оценки отдаленности мест забивки от существующих зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и мест длительного пребывания людей.

Последний из указанных факторов, необходимо учитывать при стесненных условиях забивки, когда проектом предусматривается обеспечение безопасности существующих объектов от колебаний и выпора грунтовой толщи, а также безопасности людей от шума, возникающего при забивке.

11.3. В качестве опытных участков пробной забивки свай следует принимать:

- а) участки с наиболее неблагоприятным сочетанием грунтов по их состоянию, толщине и характеристикам (участки, труднопроходимые сваями, участки со слабым сопротивлением грунтов, погружению свай);
- б) участки, наиболее близко расположенные к существующим объектам и местам пребывания людей.

При выборе опытных участков, следует учитывать, что наиболее опасным для процесса забивки свай является прорезка ими прослоек, линз и отдельных слоев прочных и слабых грунтов. При прорезке прочных грунтов, в сваях имеют место значительные сжимающие напряжения, а при прохождении нижним концом свай слабых грунтов - существенные растягивающие напряжения.

11.4. Пробная и основная забивки свай проводятся с соблюдением следующих требований:

- а) направляющая копра (копровая стрела или мачта) и свая при работе молота должны находиться в вертикальном положении;

- б) продольные оси ударной части молота и сваи при ударе молота должны строго совпадать;
- в) торцовые поверхности наголовника молота и амортизационного материала должны быть перпендикулярными направлению удара;
- г) состояние и толщина верхнего амортизатора в наголовнике молота должны быть достаточными для исключения прямого удара молота по диафрагме наголовника;
- д) состояние и толщина нижнего амортизатора в наголовнике молота должны быть достаточными для предохранения головы свай от повреждений;
- е) зазор между боковой поверхностью сваи и стенкой наголовника молота с каждой стороны не должен превышать 1 см;
- ж) фактическая прочность бетона сваи, соответствующая началу забивки не должна быть ниже принятой в проекте.

11.5. Количество свай, используемых в пробной забивке, следует принимать не более 20. Для обеспечения достоверности результатов пробной забивки на каждом опытном участке площадки следует производить забивку не менее 2 свай.

11.6. Пробную забивку свай следует проводить в два этапа.

На I этапе производится забивка 4 – 8 свай для проверки проектных решений по забивке свай. По итогам I этапа, при отрицательных результатах забивки свай, назначаются мероприятия, представленные в таблице 13. На II этапе производится забивка 12 – 16 свай для проверки эффективности мероприятий, принятых по таблице 13.

11.7. Пробная забивка свай сопровождается:

- а) подсчетом количества ударов молота по свае на каждый метр погружения;
- б) контролем достижения глубины погружения сваи;
- в) измерением фактических значений остаточного отказа сваи в начале забивки, при прорезке нижним концом сваи слабого и прочного грунтов, а также в конце забивки;
- г) определением продолжительности погружения сваи t_1 , продолжительности вспомогательных операций t_2 и продолжительности технического обслуживания молота в смену t_0 ;
- д) фиксированием объема, размеров и характера дефектов сваи, а также глубины ее погружения, при которой они имеют место;
- е) наблюдением за состоянием конструкций близ расположенных зданий, сооружений и коммуникаций, а также установлением их дефектов и деформаций (осадок, перемещений, кренов, прогибов и др.);
- ж) измерением высоты выпора грунта и размера зоны деформирования грунтовой толщи вокруг сваи;
- з) измерением уровня звука (шума), возникающего от ударов работающего молота.

Перечисленные работы в зависимости от проектных условий забивки свай должны выполняться в полном составе, либо частично, но при любой пробной забивке обязательно должны проводиться работы, указанные в позициях «а», «б», «в» и «д».

После забивки устанавливаются полный объем, характер и размеры дефектов непогруженной части сваи, а также состояние и толщина амортизационного материала в наголовнике молота.

11.8. Отказ свай следует устанавливать с точностью до 1 см. В конце забивки (после «отдыха» сваи) последний залог следует принимать равным 30 ударам и отказ сваи определять как среднее значение от последних 10 ударов залога. Отказы сваи в начале и в процессе забивки следует определять, как среднее значение от 2-5 ударов молота.

11.9. По фактическому отказу сваи, полученному в конце забивки, производится оценка достижения свай расчетного отказа. Расчетный отказ сваи предварительно определяется в соответствии с требованиями [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

11.10. Сваи с отказом больше расчетного должны подвергаться контрольной добивке после «отдыха» их в грунте в соответствии с требованиями [МГС \(ГОСТ 5686-94\)](#) «Грунты. Методы полевых испытаний сваями». Если отказ, полученный при контрольной добивке превышает расчетный отказ, то проектная организация должна определить необходимость проведения испытаний свай статической нагрузкой и корректировки проекта свайного фундамента.

11.11. При необходимости при пробной забивке в соответствии с требованиями таблицы 13 производится оценка возможности забивки свай через лидерные скважины.

11.12. Лидерные скважины для облегчения забивки свай следует использовать преимущественно в глинистых грунтах (набухающих и просадочных) или в зимний период при глубине сезонного промерзания грунтов более 0,5 м.

Глубина лидерной скважины определяется опытным путем, но должна быть не более 0,9 длины сваи. Диаметр лидерной скважины при сезонномерзлых грунтах следует принимать не более диагонали и не менее размера стороны поперечного сечения сваи.

11.13. Подмыв грунтов при погружении свай следует производить преимущественно в песчаных грунтах. Допускается подмыв грунтов выполнять с помощью выходного центрального сопла, который предварительно устанавливается в заостренной части сваи при ее изготовлении. С соплом соединяется боковая труба для подачи воды, которая после погружения сваи вывинчивается и вытаскивается для повторного применения. Величина напора и расхода воды, подаваемого в трубу, зависят от размера сваи, глубины ее погружения и вида грунта.

11.14. В процессе пробной забивки ведется журнал забивки свай ([приложение 4](#)).

11.15. По результатам пробной забивки свай окончательно в общем случае устанавливается следующее:

а) вид и толщина используемого амортизационного материала в наголовнике молота, периодичность его замены при забивке;

б) режим забивки свай (повышение или снижение энергии удара молота путем регулировки топлива, подаваемого в камеру сгорания, использование одиночных ударов молота с малой высоты без подачи топлива в камеру сгорания молота или их взаимное сочетание);

в) очередность забивки свай;

г) особые условия забивки свай (применение лидерных скважин или подмыва грунтов).

При применении лидерных скважин или подмыва грунтов по результатам пробной забивки свай устанавливаются также диаметр и глубина лидерной скважины, напор и расход воды, порядок сочетания забивки свай и подмыва.

11.16. Основная забивка свай выполняется с соблюдением технологических параметров, режима и особых условий погружения, установленных на основе пробной забивки.

11.17. При основной забивке погружение каждой сваи сопровождается контролем установки на место погружения, величины отказа, положения в плане, отметки головы, вертикальности оси и горизонтальности торцевой поверхности головы. Объем и методы контроля этих показателей должны соответствовать требованиям [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

11.18. В процессе основной забивки ведутся журнал забивки свай ([приложение 4](#)) и журнал обследования забитых свай ([приложение 5](#)).

11.19. Пробную и основную забивки свай следует проводить с соблюдением требований [СНиП РК 1.03-05-2001](#) «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ПАДЕНИЯ
УДАРНОЙ ЧАСТИ МОЛОТА**

1. Высота падения ударной части дизель-молота при прорезке сваей прочных грунтов и при заглублении ее нижнего конца в эти грунты определяется по формуле:

$$H = H_{\max} k_s, (1)$$

где: H_{\max} – максимальная высота падения молота, м, принимаемая по таблице 1;
 k_s – коэффициент снижения высоты H_{\max} .

Таблица 1

Тип Молота	Вес ударной части G, кН	Отношение Rk/Rb	Максимальная высота падения ударной части молота H_{\max} , м, при длине сваи L равной, м				
			3	6	8	10	12
Трубчатый	18	1,45	1,91	2,07	2,19	2,31	2,43
		1,55	1,90	2,03	2,12	2,20	2,29
		1,75	1,72	1,83	1,91	1,99	2,07
Штанговый	25	1,45	1,45	1,65	1,78	1,92	2,05
		1,55	1,40	1,58	1,71	1,84	1,97

Примечания: 1. Rk и Rb – то же, что в таблице 8 п.6.1.

2. Для промежуточных значений L и отношения Rk/Rb значения H_{\max} определяются интерполяцией.
Коэффициент снижения высоты H_{\max} определяется по формуле

$$k_s = k_{s1} + a_s (L_p - 1), (2)$$

где k_{s1} - коэффициент снижения при $L_p = 1$ м, принимаемый по таблице 2;

L_p – расстояние от поверхности забивки до отметки расположения нижнего конца сваи в прочном грунте, м;

a_s – коэффициент, принимаемый равным $0,97 \times 10^{-2}$.

Таблица 2

Коэффициент k_{s1} при длине сваи L равном, м									
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

Примечание. Для промежуточных значений L значения k_{s1} определяются интерполяцией.

2. Для молота с весом ударной части $G \psi$ высота падения H'_{\max} определяется по формуле

$$H'_{\max} = E'_p G H_{\max} / E_p G', (3)$$

где: G, H_{\max} – соответственно вес и максимальная высота падения ударной части базового молота, принимаемые по таблице 1;

E_p – энергия удара базового молота, кДж, принимаемая по паспортным данным;

$E_{\psi p}$ – энергия удара рассматриваемого молота, кДж, принимаемая по паспортным данным.

В качестве базового молота следует принимать однотипный молот по таблице 1.

В случае, когда H'_{\max} превышает наибольшую высоту падения молота H_p , указанную в его паспорте, H'_{\max} следует принимать не более $0,95 H_p$.

3. Высота падения ударной части молота при прорезке сваей грунтов, отличающихся от указанных в [п. 5.2](#) принимается по таблице 3.

Таблица 3

Тип молота	Вес ударной части молота G, кН	Высота падения ударной части молота H, м
	12,5	

Трубчатый	18,0	2,00
	25,0	
Штанговый	18	1,55
	25	1,70

Приложение 2
Обязательное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ, ДИНАМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И ЖЕСТКОСТИ УПЛОТНЕННОГО АМОРТИЗАЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В НАГОЛОВНИКЕ МОЛОТА

1. Толщина уплотненного амортизационного материала в наголовнике молота $l_{a,u}$ определяется по формуле

$$l_{a,u} = k_u l_a, (1)$$

где k_u – коэффициент уплотнения, принимаемый по таблице 1;

l_a – толщина амортизационного материала до ее уплотнения ударами молота, м.

2. Динамический модуль упругости уплотненного амортизационного материала в наголовнике молота $E_{a,u}$ принимается по таблице 1.

Таблица 1

Амортизационный материал	Коэффициент уплотнения k_u	Модуль упругости $E_{a,u}$, МПа, при динамических сжимающих напряжениях в голове сваи s , МПа					
		50	100	150	200	250	300
Деревянный из сосны	0,40	90	170	250	320	410	490
Деревянный из дуба с волокнами перпендикулярно к направлению сжатия	0,60	260	340	410	460	520	570
Фанера из березы	0,70	280	380	410	460	520	570
Канат пеньковый, белый	0,45	210	370	510	640	750	870
Асбест шнуровой	0,30	160	270	380	500	610	730
Резина техническая теплостойкая с пустотностью:							
10%	1,0	110	230	320	370	410	450
15%	1,0	80	180	260	320	380	420
20%	1,0	60	150	230	290	350	400
25%	1,0	50	130	200	270	330	380
Войлок технический, грубошерстный	0,40	80	200	300	380	420	460

Примечание. Для промежуточных значений динамических напряжений s и пустотности резины значения $E_{a,u}$ определяются интерполяцией.

Динамический модуль упругости уплотненного амортизационного материала по таблице 1 устанавливается при предварительно задаваемом значении динамического сжимающего напряжения в голове сваи. Если задаваемое значение напряжения отличается от его значения, рассчитанного по формуле (20) п. 6.1 более чем на 10%, то производится повторное определение $E_{a,u}$ при уточненном значении напряжения.

3. Жесткость амортизационного материала в наголовнике молота определяется по формуле

$$k_{a,u} = E_{a,u} / k_u l_a, (2)$$

где: k_u , l_a – то же, что в формуле (1);

$E_{a,u}$ – то же, что в таблице 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА СВАИ

Динамический модуль упругости бетона сваи определяется по формуле

$$E_{b,d} = E_b / [1 - 0,001 (\sigma - 0,1R_b)] , (1)$$

где: E_b – модуль упругости бетона сваи, МПа, соответствующий сроку забивки свай;

R_b – то же, что в таблице 8 [п. 6.1](#);

s - то же, что в формуле (20) п. 6.1.

При отсутствии значений E_b и R_b допускается использовать соответственно значения начального модуля упругости и нормативного сопротивления бетона сжатию, принимаемые согласно требований действующих государственных строительных норм и правил по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

Динамический модуль упругости бетона сваи по формуле (2) определяется при предварительно задаваемом значении динамического сжимающего напряжения в голове сваи. Если задаваемое значение напряжения отличается от его значения, рассчитанного по формуле (20) п. 6.1 более чем на 10%, то производится повторное определение $E_{b,d}$ при уточненном значении напряжения.

ЖУРНАЛ ЗАБИВКИ СВАЙ

1. Наименование _____ строительной _____ организации _____

2. Место _____ расположения _____ площадки _____

3. Дата _____ начала работ _____

4. Дата _____ окончания работ _____

5. Тип _____ молота _____

6. Вес ударной части молота _____ кН _____

7. Тип _____ копра _____

8. Марка _____ свай _____

Номер свай	Дата забивки	Глубина погружения свай, м	Количество ударов молота	Остаточный отказ свай, мм	Продолжительность	
					погружения свай, мин.	вспомогательных операций, мин.
1	2	3	5	6	7	8

9. Проектная _____ глубина _____ погружения _____ свай _____ м _____

10. Продолжительность технического обслуживания молота _____ мин. _____

11. Фактическая _____ прочность _____ бетона _____ свай _____ МПа _____

12. Сведения _____ о _____ дефектах _____ свай _____ при _____ забивке _____

13. Расчетный _____ отказ свай _____

14. Результаты _____ контрольной _____ добивки _____ свай _____

Ф.И.О., должность исполнителя работ _____
(подпись)

Ф.И.О., должность представителя строительной лаборатории _____
(подпись)

ЖУРНАЛ ОБСЛЕДОВАНИЯ СВАЙ

1. Наименование строительной организации _____

2. Место расположения площадки _____

3. Дата начала работ _____

4. Дата окончания работ _____

5. Марка свай _____

6. Проектная отметка голов свай _____

7. Проектная глубина погружения свай _____ м

Номер свай	Отклонения (в единицах измерений по СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»)				Вид, размеры и объем дефектов не погруженной части свай
	свай в плане	отметки головы свай	оси свай от вертикали	торцовой поверхности головы свай от горизонтали	
1	2	3	4	5	6

8. Заключение о соответствии результатов забивки свай требованиям [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты» _____

Ф.И.О., должность исполнителя работ _____
(подпись)

Ф.И.О., должность представителя строительной лаборатории _____
(подпись)