МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО УСТРОЙСТВУ СОПРЯЖЕНИЙ СВАЙ С РОСТВЕРКАМИ

gost.e-ecolog.ru

Уфа - 1975

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
Научно-исследовательский институт промышленного строительства (НИИпромстрой)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СОПРЯЖЕНИЙ СВАЙ С РОСТВЕРКАМИ

Уфа - 1975

© Научно-исследовательский институт промышленного строительства (НИИпромстрой), 1975

В В Е Д Е Н И Е

Свайные фундаменты в настоящее время широко применяются в строительстве в различных отраслях народного хозяйства. При массовом применении свайных фундаментов для различных зданий и сооружений большое значение имеет применение рациональных конструкций узлов свайных фундаментов.

Железобетонные ростверки, служащие для передачи нагрузки от вышележащих конструкций сваям, устраиваются монолитными или сборными. В первом случае головы свай заделываются в ростверк, во втором-сопрягаются с ростверком посредством сборных оголовков или платформенного стыка (опирание непосредственно на голову сваи).

В действующем СНиП П-Б.5-67* отсутствуют указания о способах сопряжений свай с ростверками. В настоящее время в практике строительства существует традиция при устройстве сопряжения свай с монолитными ростверками срубать головы свай и оставлять выпуски арматуры.

Срубка голов свай и обнажение арматуры при сопряжении свай с монолитными ростверками были рекомендованы "Временными указаниями по проектированию и устройству свайных фундаментов из коротких забивных свай" СН 216-62. С изданием главы СНиП П-Б.5-67 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" эти указания утратили силу. Однако в выпущенном в развитие этой главы СНиП "Руководстве по проектированию свайных фундаментов"(М., Стройиздат, 1971) снова даны не подтвержденные исследованиями и практикой рекомендации по разрушению голов свай при сопряжении с ростверками, за исключением случаев, когда сваи точно погружены до заданной отметки и нагружены нормальной сжимающей нагрузкой, не выходящей из ядра сечения.

Несмотря на то, что более чем 10-летний опыт показал ненужность разбивки голов свай при заделке их в

ростверк, многие проектные организации продолжают предусматривать в проектах срубку голов свай с заделкой выпусков арматуры в ростверки и требовать этой излишней операции.

Разбивка голов свай очень трудоемка и связана с излишними затратами бетона и арматуры. Трудоемкость срубки одной сваи составляет 0,18 чел.-дня, а стоимость с учетом приведенных затрат-около 2 руб.

В масштабах Советского Союза при все возрастающих объемах применения свай непроизводительные затраты от этого составляют до нескольких млн.руб. в год. Эти потери легко устранимы, если применять рациональные узлы сопряжения свай с ростверками, не требующие трудоемкой разбивки голов свай.

С целью выявления возможности сопряжения свай с ростверками и сборными оголовками без разбивки голов свай в институте НИИпромстрой проведены исследования на моделях и конструкциях в натуральную величину, которые показали, что несущая способность узла сопряжения сваи с монолитным ростверком (оголовком) определяется прочностью сваи и не зависит от наличия выпусков арматуры.

Исследование узлов сопряжения сваи со сборными ростверками посредством оголовков типа "колокол" показало, что оголовки размерами в плане 50х50 см и высотой 40 см, армированные стержнями 4 ϕ 8 мм класса AI (μ = 0,62%), могут воспринимать расчетную нагрузку, приложенную без эксцентриситета, равную 700 кН. При действии нагрузки, приложенной с эксцентриситетом, несущая способность оголовков уменьшается с увеличением эксцентриситета приложения нагрузки.

Рекомендуемое сопряжение свай с ростверками без разбивки голов свай уже применяется при строительстве жилых и промышленных зданий и сооружений в Уфе, Салавате, Перми, Казани и др.городах.

Настоящие "Методические рекомендации по устрой-

ству сопряжений свай с ростверками" разработаны на основании результатов указанных исследований и опыта строительства в гг. Уфе и Салавате.

Материалы испытаний узлов сопряжений свай с ростверками освещались в отчетах и опубликованных трудах НИИпромстроя, а также в докладах сотрудников института на научно-технических конференциях Уральского политехнического института и НТО стройиндустрии г.Свердловска.

"Методические рекомендации по устройству сопряжений свай с ростверками" разработаны в Научно-исследовательском институте промышленного строительства (НИИпромстрой) Минпромстроя СССР канд.техн.наук З.В.Бабичевым, инж.Е.Н.Галкиным и Б.Л.Труфановым и предназначены для руководства при проектировании и возведении свайных фундаментов промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Методические рекомендации были рассмотрены и утверждены к печати на заседании секции оснований фундаментов и строительных конструкций Ученого совета института 31 октября 1974 г.(протокол № 4).

Замечания и предложения по содержанию настоящих Методических рекомендаций просим направлять по адресу: 450040, г.Уфа-40, ул.Конституции, 3, НИИпромстрой.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на проектирование и устройство узлов сопряжений свай с ростверками для гражданских и промышленных зданий и сооружений без разбивки голов свай и без выпусков арматуры.

Примечание. Рекомендации не распространяются на свайные фундаменты, возводимые в сейсмических районах и на подрабатываемых территориях.

I.2. Рекомендации распространяются на узлы сопряжения предварительно напряженных и ненапряженных свай со сборными и монолитными ростверками при рядовом и кустовом расположении свай.

I.3. Для одиночных свай область применения Рекомендаций ограничивается величиной эксцентриситета приложения внецентренных сжимающих нагрузок

$$e \leq 0{,}3d, \qquad (I)$$

где d - диаметр круглого, сторона квадратного или одна из сторон прямоугольного сечения сваи;

e - эксцентриситет приложения нагрузки.

Примечание. При несоблюдении условия п.I.3. необходимо проверять армирование сваи на действие нагрузки, приложенной с фактическим эксцентриситетом.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ СВАЙ С РОСТВЕРКАМИ

2.I. Сопряжение свай со сборными ростверками посредством оголовков

2.I.I. Сопряжение сборных ростверков производится

посредством оголовков типа "колокол" – со сваями квадратного или прямоугольного сечения (лл.I, 2 прил.4), оголовков типа "пробка" – с трубчатыми сваями (л.3 прил.4). При этом ствол сваи заделывают в оголовок на длину не менее I00± 50 мм.

2.I.2. Оголовки для сопряжения сваи со сборными ростверками выполняются из тяжелых бетонов сборными (л.4 прил.4) или монолитными (л.5 прил.4).

2.I.3. Бетон для оголовков рекомендуется применять проектной марки по прочности на сжатие не менее 200 – для монолитных, 300 – для сборных.

2.I.4. Бетон для замоноличивания сборных оголовков рекомендуется применять проектной марки по прочности на сжатие не менее 200.

2.I.5. Армирование сборных и монолитных оголовков должно осуществляться пространственными, замкнутыми каркасами в виде квадратной спирали (л.6 прил.4), гнутой сетки или отдельными хомутами (л.7 прил.4). Рабочая и монтажная арматуры выполняются из стали класса AI диаметром 8 мм.

2.I.6. Стыки арматуры без сварки в замкнутых каркасах выполняются внахлестку с перепуском не менее $30d_a$, на сварке – не менее $I0d_a$ (л.8 прил.4) (d_a – диаметр рабочей арматуры).

Примечание. Стыки сварных сеток и хомутов допускается располагать в одном сечении, а стыки хомутов, выполненных без сварки – вразбежку.

2.I.7. Размеры оголовка (л.4 прил.4) B_{or} должны удовлетворять следующим условиям:

$$B_{or} \geq B_p + 100, \qquad (2)$$

$$B_{or} \geq d + 200,$$

где B_p – ширина ростверка, мм;

d – больший размер стороны сечения сваи, мм;

B_{or} – ширина оголовка, мм.

2.I.8. Расчет несущей способности оголовка (л.4 прил.4 по прочности производится из условия:

$$P \leq m R_a F_a \frac{8 \operatorname{tg}(\alpha+\rho)}{\gamma \cdot \eta}, \qquad (3)$$

где P – нагрузка на узел сопряжения (расчетная);
m – коэффициент условий работы, принимаемый по таблице;
R_a – расчетное сопротивление арматуры;
F_a – площадь сечения растянутой арматуры в стенке оголовка;
γ – коэффициент неравномерности распределения контактных давлений (принимается γ = I);
α – угол наклона грани плоскости оголовка;
ρ – угол внутреннего трения бетона по бетону;

$$\eta = \frac{F_{or}}{\Sigma F_{пр.н.}},$$

где F_{or} – площадь приложения нагрузки к оголовку;
$F_{пр.н.}$ – суммарная площадь приложения нагрузки.

Таблица

Коэффициенты условий работы m в зависимости от эксцентриситета приложения нагрузки к узлу сопряжения

$0 \leq e \leq 0{,}16d$	$0{,}16 < e \leq 0{,}3d$	$e = 0{,}3d$
I	0,7	0,6

2.I.9. Расчет по образованию трещин производится из условия:

$$P \leqslant m(R_T\, b h + 30 F_a)\,\frac{8 tg(\alpha+\rho)}{\gamma b}\cdot 10^3\ , \qquad (4)$$

где P – нагрузка на узел сопряжения (нормативная), кН;
R_T – расчетное сопротивление бетона растяжению, МПа;
b – средняя толщина стенки оголовка (в м), равная

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2}\ ;$$

h – высота оголовка, м.

2.2. Сопряжение свай со сборными ростверками или несущими конструкциями типа "платформенный стык"

2.2.I. Сопряжения типа "платформенный стык" свай со сборными ростверками или другими несущими конструкциями при безростверковом опирании (панелями перекрытия и стенами, балками, прогонами и др.) выполняются в соответствии с л.9 прил.4. При этом конструкции опираются непосредственно на торцы свай на раствор, толщина которого должна быть 20±I0 мм. Фундаменты с платформенным опиранием ростверков и несущих конструкций следует проектировать, как правило, с применением метода строительства с погружением свай на заданную отметку, при котором обеспечивается сопряжение свай с ростверком без разбивки голов свай.

2.2.2. Верхний торец сваи при платформенном типе опирания должен соответствовать требованию раздела 3. При этом отклонение верха свай от проектной отметки после срубки не должно превышать ±I см.

2.2.3. Раствор для монтажного шва при платформенном типе опирания на сваи рекомендуется применять проектной марки по прочности на сжатие не менее I50.

2.2.4. Конструкции с платформенным типом опирания проверяют на прочность при местном сжатии по формулам СНиП II-В.I-62* "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования" с учетом коэффициента неравно-

мерности распределения напряжений по площадке местного сжатия μ = 0,75 и коэффициента условий работы растворного шва $m_ш$, определяемого в соответствии с "Указаниями по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов" (СН 321-65).

2.3. Сопряжение свай с монолитными ростверками

2.3.1. Сопряжение свай с монолитными ленточными ростверками без разбивки голов выполняется в соответствии с лл.10, 11 и 12 прил.4. При этом ствол сваи заделывают в ростверк на длину 100±50 мм.

2.3.2. Сопряжение сваи с ростверками под отдельные колонны следует выполнять в соответствии с л.13 прил.4 для фундаментов, нагруженных вертикальными нагрузками при малых эксцентриситетах приложения нагрузки, и с л.14 прил.4 - при больших эксцентриситетах.

2.3.3. В фундаментах под отдельные колонны, нагруженных вертикальными нагрузками с малыми эксцентриситетами, для которых соблюдается условие

$$\frac{1}{n} - \frac{e_x x}{\Sigma x_i^2} - \frac{e_y y}{\Sigma y_i^2} \geqslant 0, \qquad (5)$$

где n - число свай в фундаменте;

x_i, y_i - расстояния от главных осей свайного фундамента в плане до оси каждой сваи,

x, y - расстояния от главных осей свайного фундамента в плане до оси сваи, для которой вычисляется нормальная нагрузка,

e_x, e_y - эксцентриситеты приложения нагрузки относительно главных осей в плоскости подошвы ростверка свайного фундамента,

сваи заделывают в ростверк на длину не менее 100±50 мм (л.14 прил.4).

2.3.4. В фундаментах под отдельные колонны, нагруженных вертикальными нагрузками с большими эксцент-

риситетами, для которых условие (5) не соблюдается, длину заделки следует назначать из условия:

$$P_{выд} \leq R_{сц} u h_з , \qquad (6)$$

где $P_{выд}$ – величина выдергивающей силы;

$R_{сц}$ – прочность сцепления старого бетона с новым

$$R_{сц} = 0{,}02R,$$

R – кубиковая прочность бетона тела фундамента;

u – периметр головы сваи;

$h_з$ – длина заделки сваи в ростверк.

Примечания: 1. Ствол, кроме проверки длины заделки сваи из условия (6), необходимо проверить на внецентренное растяжение по формулам СНиП II-В.I-62*.

2. Длина заделки ствола сваи должна быть не менее величины длины зоны анкеровки арматуры, определяемой в соответствии с указаниями СНиП II-В.I-62*.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ГОЛОВ СВАЙ ПОСЛЕ ИХ ПОГРУЖЕНИЯ ИЛИ СРЕЗКИ

3.I. Наклон плоскости верхней торцовой грани к плоскости нормальной оси сваи после срезки не должен превышать 5 , при платформенном опирании – 3°.

3.2. Шероховатость поверхности торцовой грани в виде выступов и впадин не должна превышать половины максимального размера заполнителя бетона, применяемого для свай, т.е. быть не более I0–20 мм.

3.3. Сколы бетона в виде фаски допускаются по периметру головы сваи шириной не более 25 мм и длиной вдоль сваи не более I00 мм.

3.4. Клиновидные сколы бетона допускаются не более чем в двух углах, не прилегающих к одной грани. Глубина сколов по верху (от угла к рабочей арматуре) не должна превышать 0,12 d и быть не более 35 мм и по длине сваи не более 100 мм.

3.5. Не допускается появления продольных трещин после срезки свай, выходящих за нижнюю грань монолитного ростверка или сборного оголовка. При платформенном опирании не допускается появление трещин в голове сваи.

4. УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ И КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА

4.1. Работы по устройству сопряжений свай с ростверками могут быть начаты только после приемки свайного поля и подготовки свай к устройству ростверка.

4.2. Сваи, имеющие продольные трещины, должны быть обрублены и вновь наращены бетоном до требуемой отметки.

4.3. Сваи, имеющие поперечные трещины, должны быть усилены железобетонной обоймой (л.15 прил.4).

4.4. В случае недобивки свай до проектной отметки головы свай должны срубаться. При этом должна применяться механизированная срезка, обеспечивающая требуемое качество поверхности голов свай. Допускается ручная срезка отбойным молотком с обязательным применением инвентарного обжимного хомута с прокладками из технической резины (л.16 прил.4).

Примечания: 1. При срубке сваи под отметку не допускается, чтобы голова ее после срубки имела конусообразную форму.

2. Если голова недопогруженной сваи повреждена и поэтому срубается до проектной отметки, то для заделки ее в монолитный ростверк необходимо, чтобы верх головы сваи был

на 100 ± 50 мм выше подошвы ростверка, а оголенная арматура имела выпуски длиной 200-250 мм (л.17 прил.4).

4.5. Сопряжение сваи, погруженной или поврежденной ниже подошвы ростверка, выполняют наращиванием головы сваи до требуемой отметки.

Примечания: 1. Сваи, армированные стержневой арматурой, наращивают при помощи стержней такого же диаметра, привариваемых к арматуре (л.18 прил.4).

2. Сваи, армированные высокопрочной проволокой, наращивают при помощи дополнительных каркасов, привязываемых к высокопрочной проволоке (л.19 прил.4).

3. Сваи с центральным армированием наращивают набетонкой или обрезком сваи согласно лл.20, 21 прил.4,

4.6. При платформенном стыке толщина растворного шва должна быть не более 30 мм.

Примечание. При толщине швов от 30 до 50 мм швы армируются сеткой, а при перебивке на большую величину свая наращивается набетонкой (л.22 прил.4).

4.7. В зимних условиях раствор для платформенного стыка должен применяться с противоморозийной добавкой (поташа или нитрита натрия) в соответствии с "Рекомендациями по строительству каменных, крупноблочных и крупнопанельных зданий в зимних условиях без прогрева" (М., Стройиздат, 1972).

4.8. Прочность раствора в шве платформенного стыка к моменту возведения вышележащих конструкций должна быть не менее 50% проектной и к моменту загружения расчетной нагрузкой равняться 100%.

4.9. Сборные оголовки монтируют на установленные на сваях и выравненные по нивелиру инвентарные хомуты (л.23 прил.4). При монтаже необходимо следить, чтобы ось сваи совпадала с осью оголовка.

4.10. Внутреннюю полость оголовка перед установкой необходимо очистить от грязи, снега, наледи, а в летних условиях - промыть струей воды.

4.II. Укладка бетона в полость оголовка производится с тщательным уплотнением виброиглой. Необходимо следить, чтобы бетон заполнил нижнюю часть полости оголовка.

4.I2. Уложенный бетон должен выдерживаться и твердеть при температурно-влажностном режиме твердения бетона и соблюдении мероприятий по уходу за бетоном в соответствии с указаниями СНиП III-В.3-62* "Бетонные и железобетонные конструкции сборные. Правила производства и приемки монтажных работ".

4.I3. Замоноличивание оголовков в зимних условиях при отрицательных температурах воздуха должно осуществляться:

а- в оголовках, имеющих открытые металлические части, - бетоном состава, указанного в проекте, с обязательным электропрогревом или электрообогревом;

б- в оголовках, не имеющих металлических частей, - бетоном состава, указанного в проекте, с прогревом горячей водой, электропрогревом или с применением бетона с противоморозийными добавками.

4.I4. Бетоны с противоморозийными добавками должны применяться в соответствии с указаниями СНиП III-В.I-70 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ".

4.I5. Электропрогрев бетона замоноличивания производят согласно технологической карте (л.24 прил.4), которая составлена с учетом следующих положений:

начальная температура бетона - $+5^{\circ}C$;

скорость подъема температуры бетона - $I5^{\circ}C$,ч ;

изотермический прогрев бетона - при температуре $50^{\circ}C$.

4.I6. Прочность бетона замоноличивания в оголовках к моменту возведения вышележащих конструкций должна быть не менее I00% проектной в зимних условиях и 70% - в летних условиях, а к моменту загружения проектной нагрузкой не менее I00% во всех случаях.

4.17. Марка бетона для замоноличивания оголовков при производстве работ при отрицательных температурах должна быть не менее 300.

4.18. Качество бетона замоноличивания и его состав должны обеспечивать получение прочного и плотного бетона заданной марки. Наибольший размер зерен крупного заполнителя не должен превышать 10 мм. Подвижность бетонной смеси должна быть 4-6 см по осадке стандартного конуса. Контроль качества бетона следует осуществлять в соответствии с правилами глав СНиП I-В.I-62* "Заполнители для бетонов и растворов" и I-В.3-62 "Бетоны на неорганических вяжущих и заполнителях".

4.19. Сборные оголовки, поступающие на строительную площадку, должны соответствовать рабочим чертежам, а также техническим условиям на изготовление отдельных изделий с учетом требований главы СНиП I-В.5-62 "Железобетонные изделия. Общие указания".

4.20. Каждая партия оголовков должна быть снабжена паспортом, выдаваемым потребителю предприятием-изготовителем при отпуске изделий. Отпуск и приемка оголовка без паспорта запрещается.

4.21. При приемке сборных оголовков на строительной площадке необходимо обратить внимание на следующее:

- поверхность оголовков не должна иметь деформаций, околов, раковин, трещин, наплывов;

- геометрические размеры оголовков должны соответствовать рабочим чертежам;

- закладные детали оголовков должны быть установлены в соответствии с рабочими чертежами и поверхность их должна быть строго параллельна поверхности оголовка.

Примечание. В случае невыполнения одного из перечисленных требований оголовок забраковывается и составляется акт с участием представителей генерального подрядчика, монтирующей организации и предприятия-изготовителя.

4.22. Контроль за качеством бетона замоноличивания осуществляют в соответствии с указаниями соответствующей главы СНиП Ш-В.I-70.

4.23. Для контроля прочности раствора в швах платформенных стыков ростверка со сваями от каждых 0,2 $м^3$ раствора, затраченного на монтаж ростверков, надлежит отбирать по 9 контрольных кубиков. Шесть из них выдерживаются в тех же условиях, что и раствор в швах, и испытываются: 3 - перед монтажом надземной части и 3 - перед сдачей дома в эксплуатацию. Три оставшихся куба должны храниться в течение 28 дней в нормальных условиях для определения марки раствора по ГОСТ 5802-66 "Растворы строительные. Методы испытаний".

4.24. Приемка узлов сопряжения свай с ростверками должна оформляться актами и производиться в соответствии с указаниями главы СНиП Ш-В.3-62*.

Пример расчета узла сопряжения сваи со сборным ростверком посредством оголовка

Требуется рассчитать узел сопряжения ростверка со сваей посредством сборного оголовка типа "колокол" (рис. I).

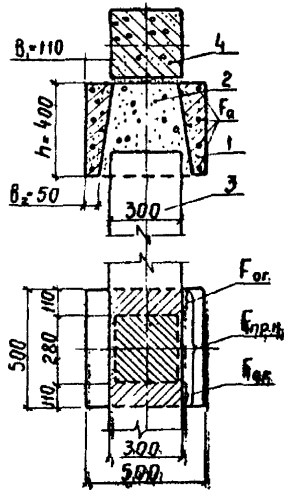


Рис. I. Расчетная схема оголовка: I–оголовок; 2–ядро замоноличивания; 3–свая; 4–ростверк

Исходные данные: свая сечением 30х30 см воспринимает расчетную нагрузку 500 кН через оголовок типа "колокол". Центральная нагрузка на узел оголовок–свая прикладывается через ростверк шириной 30 см, укладываемый на оголовок по растворной постели. Проектная марка бетона сборного оголовка – 300, $R_т$ = I,45 МПа.

Армирование оголовка производится гнутым каркасом (л.7 прил.4) из арматуры класса А-I. Возможный эксцентриситет приложения нагрузки из-за неточности погружения свай в плане - 5 см.

Геометрические размеры оголовка принимаются в соответствии с пунктом 2.I.7 и л.4 прил.4 настоящих Методических рекомендаций.

Несущая способность оголовка по прочности определяется из условия (3) настоящих Рекомендаций:

$$P \leq m R_a F_a \frac{8 tg(\alpha+\rho)}{\gamma \cdot \ell},$$

где m - коэффициент условий работы, принимаемый по таблице, для центрально приложенной нагрузки m = I;

R_a - расчетное сопротивление арматуры для класса А-I, R_a = 2I0 МПа;

F_a - площадь сечения растянутой арматуры в стенке оголовка, $см^2$;

α - угол наклона грани плоскости оголовка в соответствии с л.4 прил.4, принимаемый равным 8

ρ - угол внутреннего трения бетона по бетону, равный $26^{0}30'$;

γ - коэффициент неравномерности контактных давлений, принимаемый от 0,6+I,0,в нашем случае γ = I,0;

$$\ell = \frac{F_{or}}{\Sigma F_{пр.н.}},$$

где F_{or} - площадь приложения нагрузки к оголовку, равная

$$F_{or} = 2 \cdot 30 \cdot 11 = 660 \ см^2,$$

$\Sigma F_{пр.н.}$ - суммарная грузовая площадь, равная

$F'_{пр.н.} = 50 \cdot 30 = 1500\ см^2$.

Определяем величину ξ

$$\xi = \frac{600}{1500} = 0,44$$

Из условия (3) находим площадь сечения растянутой арматуры:

$$F_a = \frac{\gamma \xi P}{m R_a \delta tg(\alpha+\rho)} = \frac{1 \cdot 0,44 \cdot 500 \cdot 10^3}{210 \cdot 10^6 \cdot 8 tg(8°30' + 26°30')} = 1,87 см^2.$$

Принимаем 4 Ø 8 AI с $F_a = 2,01\ см^2$

Расчет по образованию трещин ведется из условия (4) настоящих рекомендаций:

$$P \leq \left(R_т \cdot b \cdot h + 30 F_a\right) \frac{\delta tg(\alpha+\rho)}{\gamma \cdot \xi} \cdot 10^3,$$

где P – нормативная нагрузка на узел, равная

$$P = 0,86 \cdot 500 = 430\ кН;$$

$R_т$ – расчетное сопротивление бетона растяжению при проверке по раскрытию трещин для бетона М-300 $R_т = 1,45$ МПа;

δ – средняя толщина стенки оголовка, равная

$$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{11+5}{2} = 8\ см;$$

h – высота оголовка, равная 40 см.

$$P \leq 1\left(1{,}45 \cdot 0{,}08 \cdot 0{,}4 + 30 \cdot 2{,}01 \cdot 10^{-4}\right)\frac{8 \cdot 0{,}7}{1 \cdot 0{,}44} \cdot 10^{3} =$$

$$= 667\ кН.$$

$$430\ кН < 667\ кН,$$

т.е. проверка ширины раскрытия трещин не требуется.

Армирование оголовка осуществляется в соответствии с пунктом 2.I.5 и л.7 прил.4.

Пример расчета узла сопряжения сваи со сборным ростверком типа "платформенный стык"

Требуется проверить прочность узла сопряжения сваи со сборным ростверком платформенного типа (рис. 2).

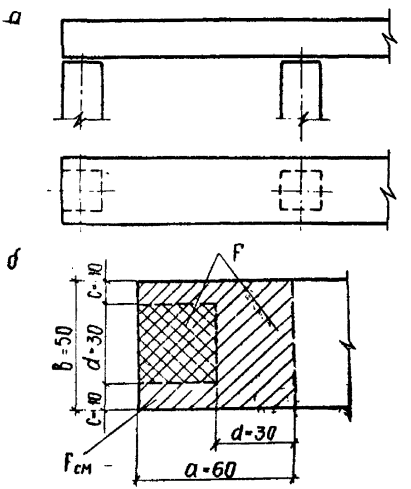


Рис. 2. Сопряжение сваи со сборным ростверком типа "платформенный стык": а–общий вид; б–расчетная схема

Исходные данные: ростверк сборный железобетонный, шириной 50 см, фундамент с однорядным расположением свай. Проектная марка бетона ростверка 200, раствора шва – 150. Сваи сечением 30х30 см воспринимают расчетную нагрузку 500 кН.

Решение. Проверку прочности узла сопряжения, необходимую для передачи нагрузки на сваю через ростверк, производим согласно п.2.2.4. настоящих рекомендаций из условия прочности сечения ростверка при местном сжатии по формуле (27) СНиП II-В.I-62* с введением коэффициента условий работы шва $m_ш$

$$P \le m_ш \cdot \mu \cdot R_{см} \cdot F_{см} ,$$

где P – расчетная нагрузка на сваю;

$F_{см}$ – площадь смятия, равная 900 см^2;

μ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки, принимаемый равным μ = 0,75 (см.п.2.2.4);

$R_{см}$ – расчетное сопротивление бетона при местном сжатии, определяемое по формуле

$$R_{см} = \gamma R_{пр} ,$$

$$\gamma = \sqrt[3]{\frac{F}{F_{см}}} \le 1,2 \quad \text{(для крайних свай)},$$

где $R_{пр}$ – расчетное сопротивление бетона на осевое сжатие (призменная прочность), равное для бетона марки 200 $R_{пр}$ = 8,0 МПа ;

F – расчетная площадь, определяемая по указаниям СНиП II-В.I-62*.

Определяем величину γ для случая крайних свай, когда

$$F = b(d+d) = 50(30+30) = 3000 \text{ см}^2,$$

$$\gamma = \sqrt[3]{\frac{3000}{900}} = 1,39 > 1,2 ,$$

т.е. в расчет следует принять γ = I,2.

Коэффициент условий работы шва определяем по формуле (I6) приложения II СН 32I-65

$$m_ш = 1 - \frac{0,1}{0,25 + \frac{R_2}{R^н_{пр}}} \leq 0,9 ,$$

где R_2 - прочность раствора на сжатие, равная R_2 = I5,0 МПа;

$R^н_{пр}$ - призменная прочность бетона ростверка, равная для бетона марки 200 $R^н_{пр}$ =I4,5 МПа.

Определяем величину $m_ш$

$$m_ш = 1 - \frac{0,1}{0,25 + \frac{150}{14,5}} = 0,92 > 0,9 ,$$

т.е. следует принять $m_ш$ = 0,9.

Производим проверку прочности бетона ростверка на местное сжатие

$$P = 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 0,09 = 582\,кН > 500\,кН ,$$

т.е. прочность бетона ростверка на смятие обеспечивается.

Пример расчета узла сопряжения сваи с монолитным ростверком под отдельную колонну

Рассчитать длину заделки ствола сваи в плиту ростверка (рис. 3).

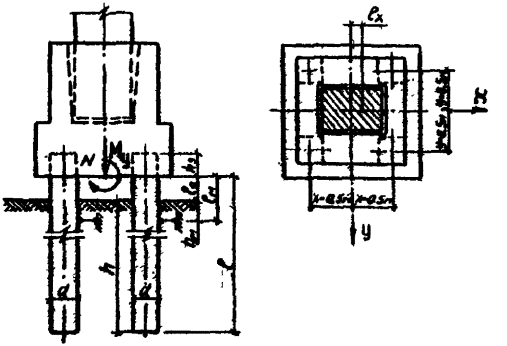


Рис.3. Расчетная схема определения длины заделки ствола в ростверк

Исходные данные. Сваи сечением 30х30 см, длиной 9 м заделаны в монолитный ростверк под отдельную колонну. На колонну действуют вертикальная нагрузка N = 2000кН и момент M_y =1430кН·м.Марка бетона ростверка – 200, свай – 300. Ростверк высокий, расстояние от подошвы ростверка до поверхности земли l_o = I м. Грунтовые условия: крупнообломочные грунты с песчаным заполнением. Глубина погружения сваи h = 8 м.

Определяем эксцентриситет приложения нагрузки

$$e_x = \frac{M_y}{N} = \frac{1430}{2000} = 0{,}715 \text{ м}.$$

По формуле (5) определяем, к какому случаю относится внецентренное нагружение фундамента

$$\frac{1}{n} - \frac{e_x x}{\sum x^2} - \frac{e_y y}{\sum y^2} = \frac{1}{4} - \frac{0{,}715 \cdot 0{,}5}{4 \cdot 0{,}5^2} = 0{,}25 - 0{,}36 = -0{,}11 < 0.$$

Находим, что имеет место случай внецентренного сжатия с большим эксцентриситетом приложения нагрузки, когда условие (5) не соблюдается.

Предварительно по формуле (22) СНиП II-Б.5-67* определяем выдергивающую нагрузку на сваю

$$P_{выд} = \frac{N}{n} - \frac{M_y x}{\sum x^2} = \frac{2000}{4} - \frac{1430 \cdot 0{,}5}{4 \cdot 0{,}5^2} = 500 - 715 = -215 \text{ кН}.$$

Подставляя в формулу (6) величины $P_{выд}$ = 215000 Н, $R_{сц}$ = 0,02.200.10^4 = 0,4 МПа, U = 4x0,3 = 1,2 м, определим необходимую длину заделки:

$$h_з = \frac{P_{выд}}{R_{сц} U} = \frac{215}{0{,}4 \cdot 10^3 \cdot 1{,}2} = 0{,}45 \text{ м}.$$

Проверим ствол сваи на внецентренное растяжение.

Предварительно определяем действующий момент в заделке головы сваи в ростверк, для чего воспользуемся решением применительно к симметричному ростверку с бесконечно жесткой плитой (Н.А.Цытович и др."Основания и фундаменты",М.,1970).

Возможны и другие способы определения величины момента в заделке головы сваи в ростверк методами строительной механики.

Принимая глубину заделки сваи в грунт (по табл.12 СНиП II-Б.5-67*) $h_м = 6d$, определим расстояние от подошвы ростверка до заделки

$$l_м = l_0 + h_м = 1 + 6 \cdot 0{,}3 = 2{,}8\ м .$$

Для нахождения реакций от единичных перемещений необходимо определить площадь и жесткость сечения свай.

Для этого сначала определяем модуль упругости бетона $E_б$ по СНиП II-В.I-62*. Для бетона марки 300 $E = 3{,}15 \times 10^4\ МПа$. Площадь сваи $F = d^2 = 9 \times 10^{-2}\ м^2$; Момент инерции сечения сваи

$$J = \frac{d^4}{12} = \frac{0{,}3^4}{12} = 6{,}75 \cdot 10^{-4}\ м^4.$$

Жесткость сечения сваи:

$$EJ = 3{,}15 \cdot 10^{10} \cdot 6{,}75 \cdot 10^{-4} = 21{,}3 \cdot 10^6\ Нм^2.$$

Реакции от единичных перемещений:

$$r_{ии} = \frac{12EJ}{l_м^3} \cdot n = \frac{12 \cdot 21{,}3 \cdot 10^6}{2{,}8^3} \cdot 4 = 46{,}5 \cdot 10^6\ Н/м ;$$

$$r_{иw} = -\frac{6EJ}{l_м^2} \cdot n = -\frac{6 \cdot 21{,}3 \cdot 10^6}{2{,}8^2} \cdot 4 = -65{,}2 \cdot 10^6\ Н;$$

$$r_{ww} = \left(EF\frac{x^2}{l} + \frac{4EJ}{l_м}\right)n = \left(\frac{3{,}15 \cdot 10^{10} \cdot 9 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}5^2}{9} + \right.$$

$$\left. + \frac{4 \cdot 21{,}3 \cdot 10^6}{2{,}8}\right) \cdot 4 = 437 \cdot 10^6$$

Перемещения ростверка:

$$u=\frac{-M\cdot r_{uw}}{r_{ww}\cdot r_{uu}-r_{uw}^2}=\frac{-1430\cdot10^3(-65{,}2\cdot10^{-6})}{437\cdot10^6\cdot46{,}5\cdot10^6-(-65{,}2\cdot10^6)^2}=0{,}58\cdot10^{-2}\,м\,.$$

$$W=\frac{M\cdot r_{uu}}{r_{ww}r_{uu}-r_{uw}^2}=\frac{1430\cdot10^3\cdot46{,}5\cdot10^6}{437\cdot10^6\cdot46{,}5\cdot10^6-(-65{,}2\cdot10^6)^2}=$$

$$=0{,}4114\cdot10^{-2}.$$

Момент в заделке головы сваи в ростверк находим из выражения:

$$M=EJ\left(\frac{6u}{l_м^2}-\frac{4W}{l_м}\right);$$

$$M=21{,}3\cdot10^6\left(\frac{6\cdot0{,}58\cdot10^{-2}}{2{,}8^2}-\frac{4\cdot0{,}4114\cdot10^{-2}}{2{,}8}\right)=31{,}4\,кН\cdot м\,.$$

Определяем эксцентриситет приложения нагрузки:

$$e_o=\frac{M}{P_{выд}}=\frac{31{,}4}{21{,}5}=0{,}146м=14{,}6\,см$$

$$e_1=e_o+\frac{d}{2}-a'=14{,}6+\frac{30}{2}=26{,}6см,$$

где d = 30 см – ширина сваи;

$a=a'$ = 3 см – защитный слой;

$e=e_o-\frac{d}{2}+a=14{,}6-\frac{30}{2}+3=2{,}6$ см

Так как 26,6 см $> h - a' = 24$ см, имеет место первый случай внецентренного растяжения. Определяем величину α без учета арматуры F'. Для этого вычислим значение A_o:

$$A_o = \frac{P_{выд} e}{R_u \cdot B \cdot h_o^2} = \frac{215 \cdot 10^3 \cdot 0,026}{16 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,27^2} = 0,0160,$$

$$\alpha = 0,02 \; ; \; \gamma = 0,99.$$

Так как

$$\alpha = 0,02 < \frac{2a'}{h_o} = \frac{2 \cdot 3}{27} = 22,$$

площадь продольной арматуры находим по формуле

$$F_a = F_a' = \frac{P_{выд}(e + \gamma h_o)}{R_a \cdot \gamma \cdot h_o} = \frac{215(2,6 + 0,99 \cdot 0,27)}{270 \cdot 10^3 \cdot 0,99 \cdot 0,27} = 8,75 см^2.$$

Принимаем

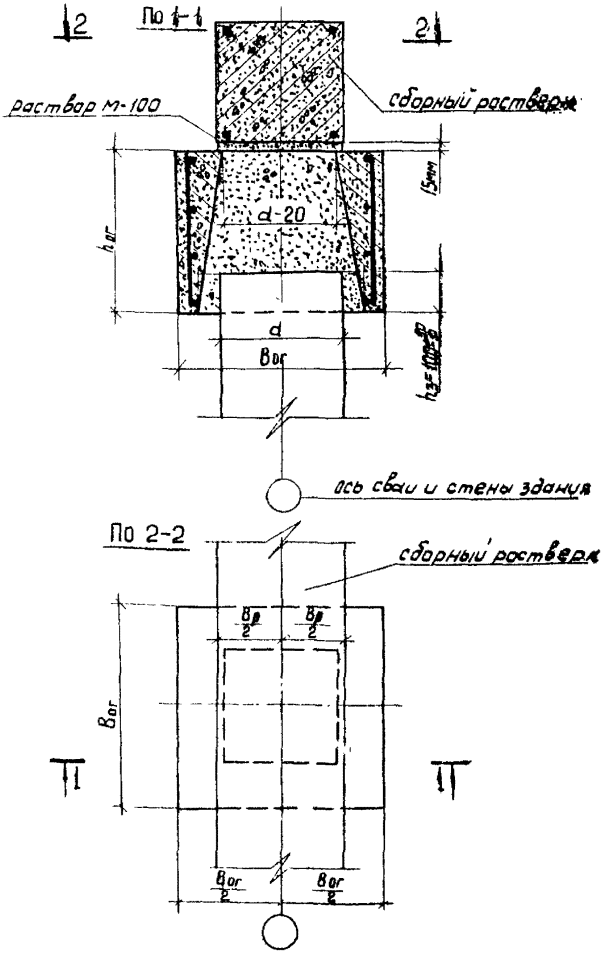
$$F_a = F_a' = 9,82 \text{ см } (2 \Phi 25).$$

При этом длина заделки ствола сваи согласно примечанию п.2.3.4. должна быть не менее 35 d_a или

$$h_з = 35 \cdot 2,5 = 87,5 см.$$

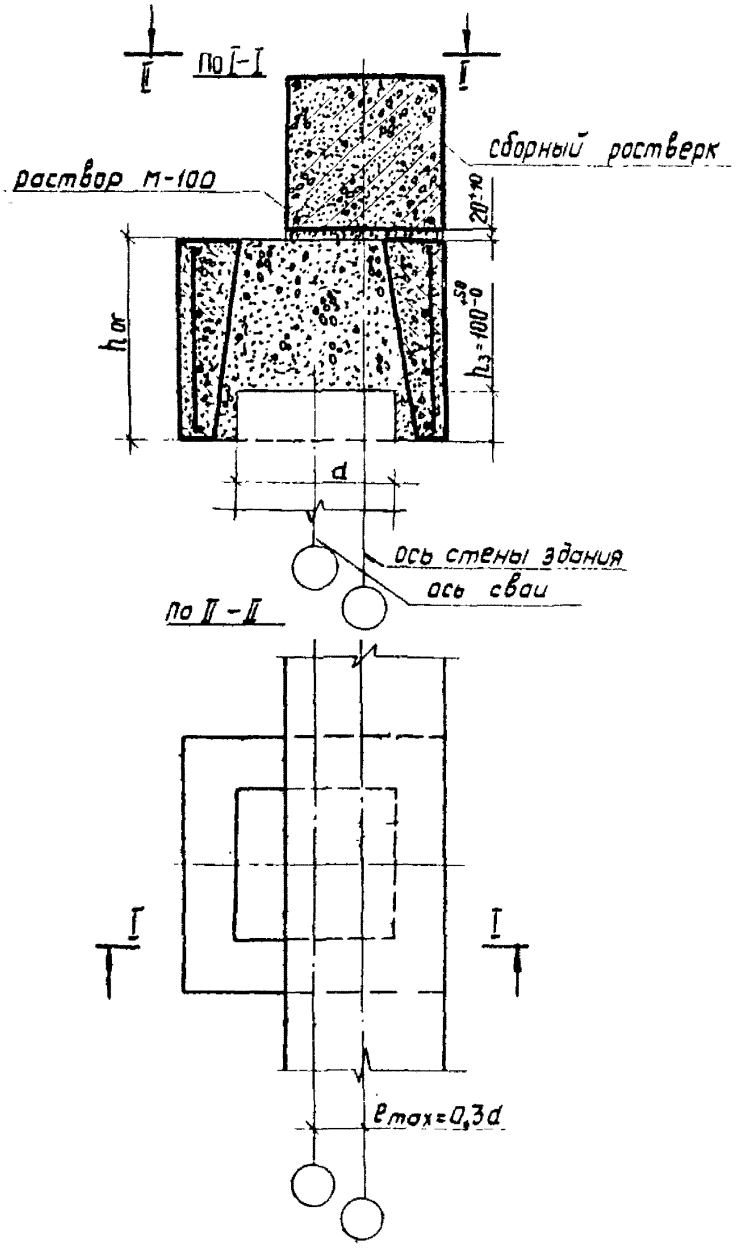
Приложение 4

ДЕТАЛИ СОПРЯЖЕНИЙ СВАЙ С РОСТВЕРКАМИ

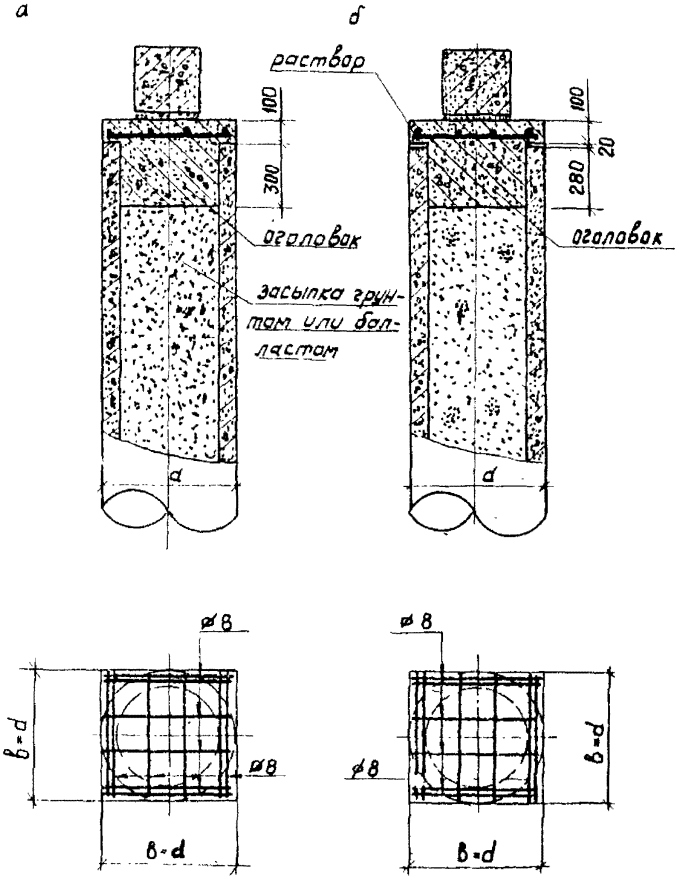


Сопряжение сборного ростверка со сваей посредством сборного оголовка (центральное нагружение)

Лист I

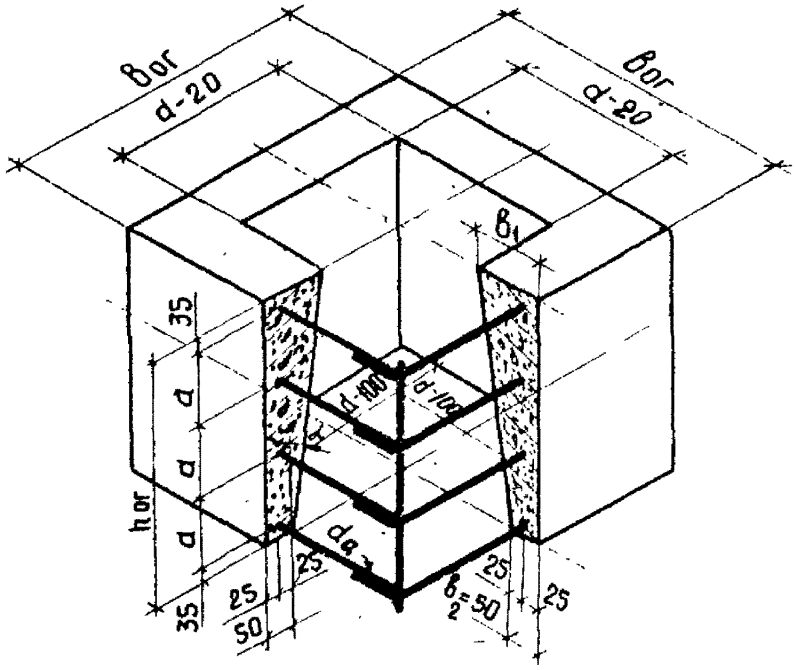


Лист 2	Сопряжение сборного ростверка со сваей посредством сборного оголовка (внецентренное нагружение)



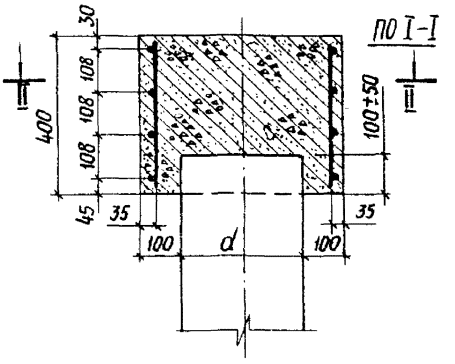
Сопряжение сборного ростверка с трубчатой сваей посредством: а–монолитного оголовка; б–сборного оголовка.

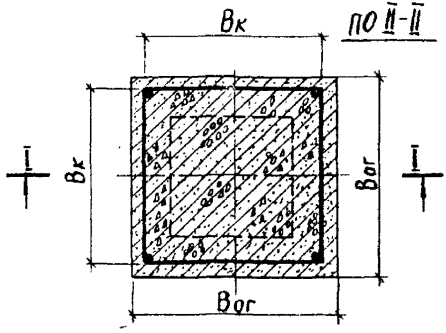
Лист 3



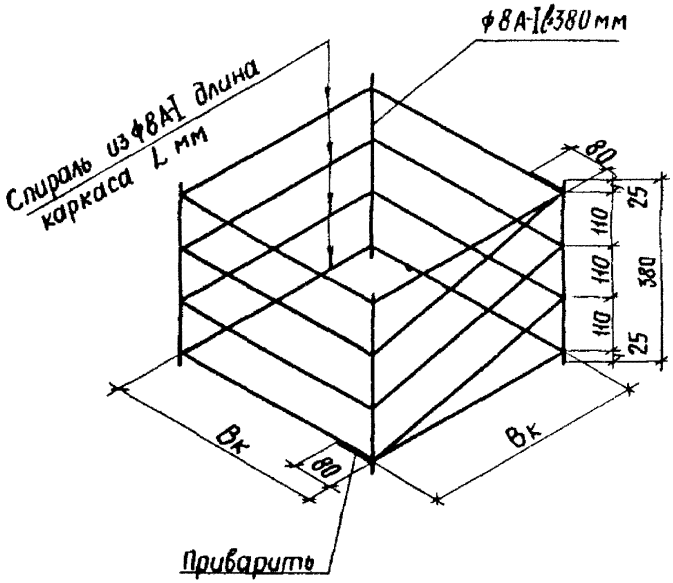
Сторона сечения сваи d, мм	B or, мм	α°	B_1, мм	h or, мм	a, мм	d_a, мм
250	450	8°30′	110	400	110	8
300	500					

Конструкция сборного оголовка



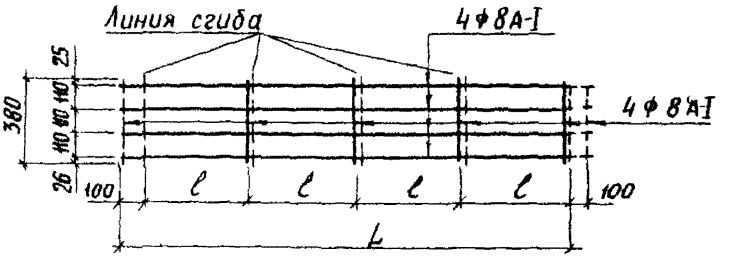


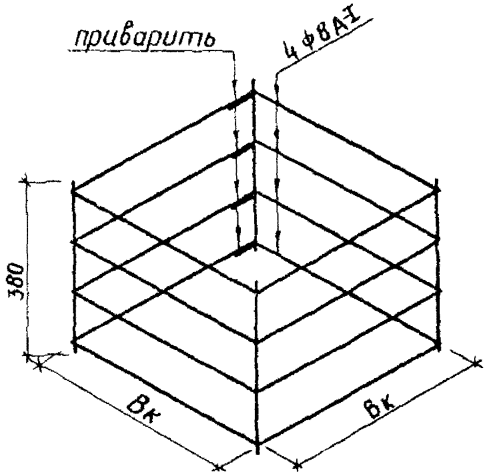
сторона сечения сваи d, мм	Вог	Вк
250	450	380
300	500	430



Сторона сечения сваи d, мм	Вк, мм	L, мм
250	400	7100
300	450	7940

Конструкция спирального каркаса оголовка

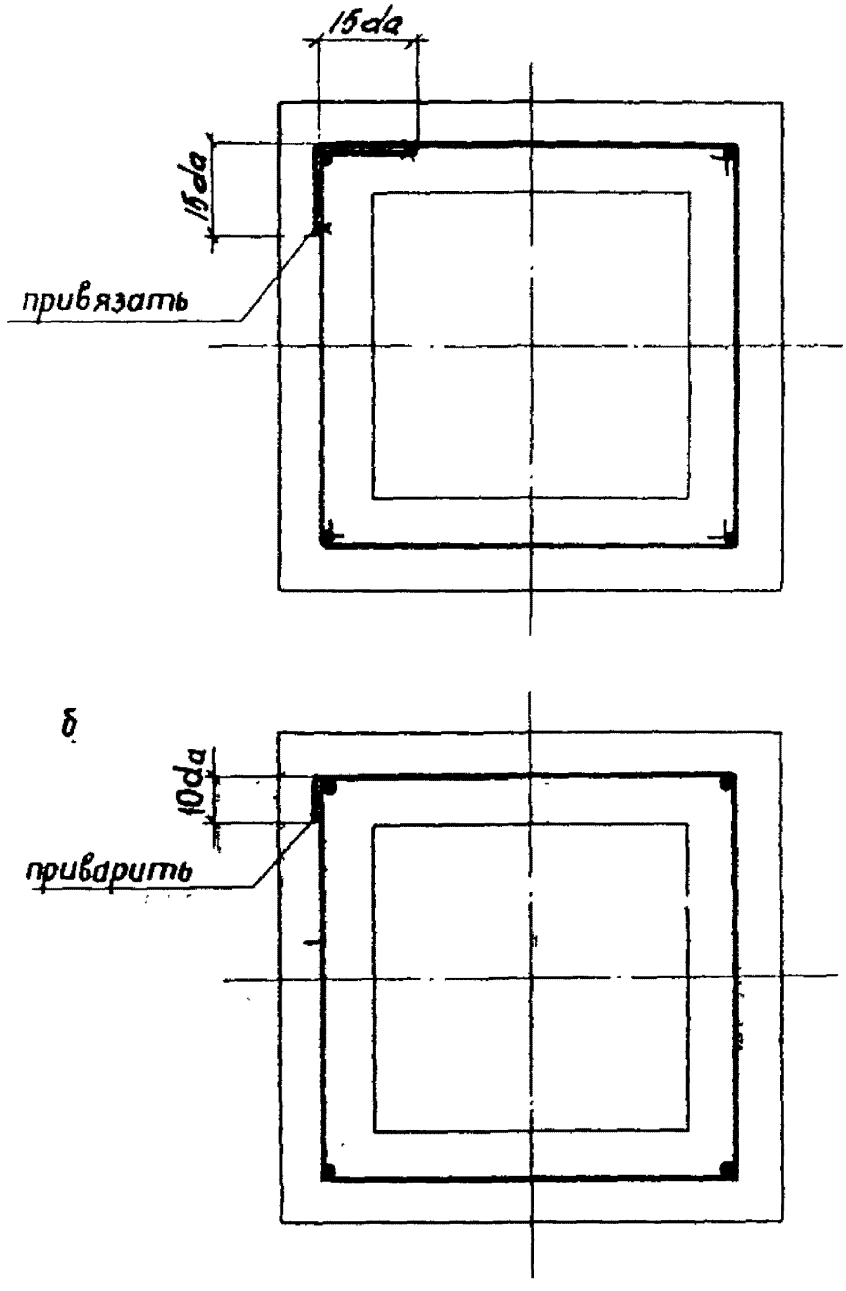




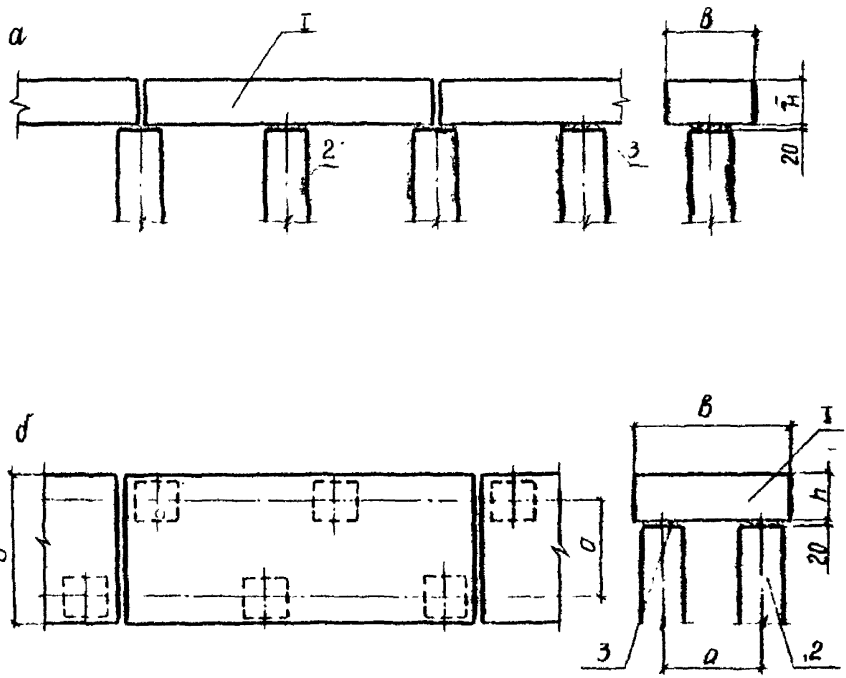
Сторона сечения сваи d, мм	Вк, мм	ℓ, мм	L, мм
250	400	400	1700
300	450	450	1900

Примечание:

Арматура каркаса, которая стыкуется без сварки, показана пунктиром



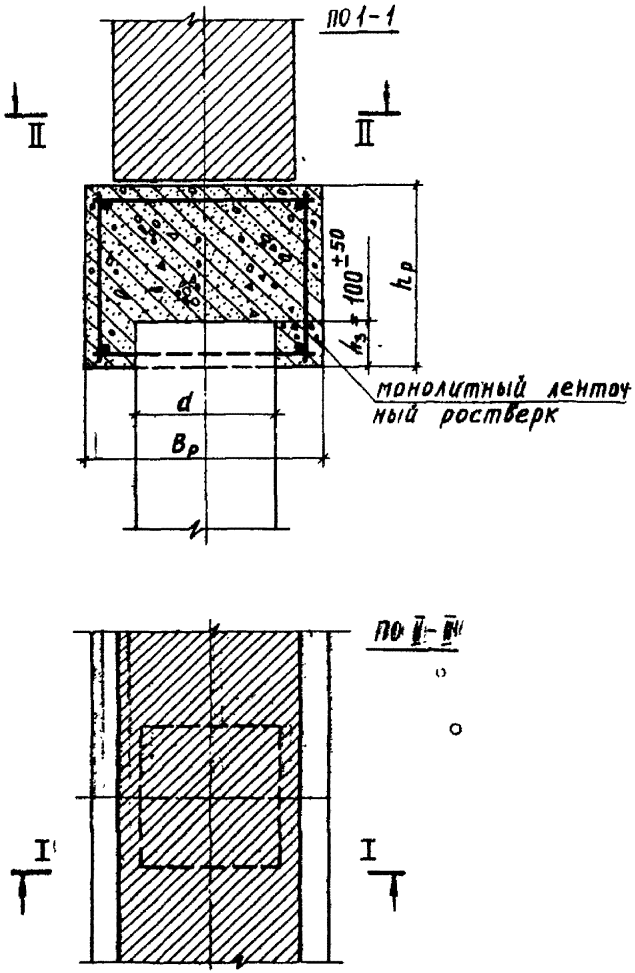
Лист 8	Стыки каркасов оголовка: а–вязаний; б–на сварке



I – плита ростверка;
2 – свая;
3 – раствор

Сопряжение сваи со сборным ростверком типа "платформенный стык": а–однорядное расположение свай, б–двухрядное расположение свай

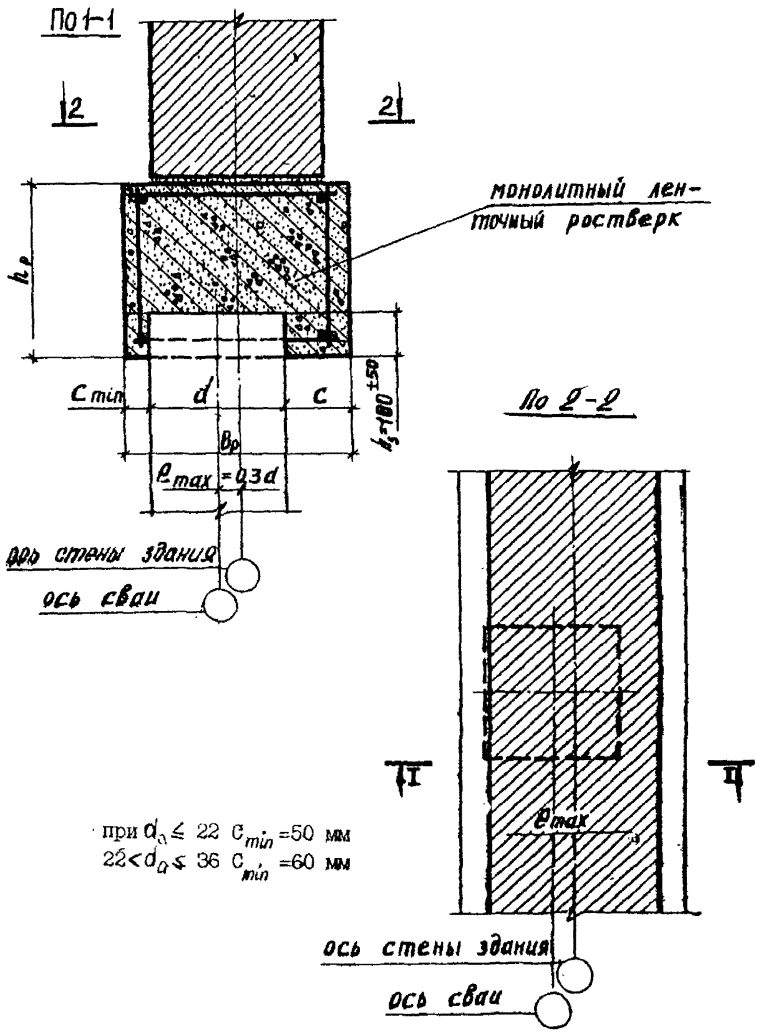
Лист 9



при $d_a \leqslant 22$ $B_p^{min} = d + 200$

$22 < d_a \leqslant 36$ $B_p^{min} = d + 230$

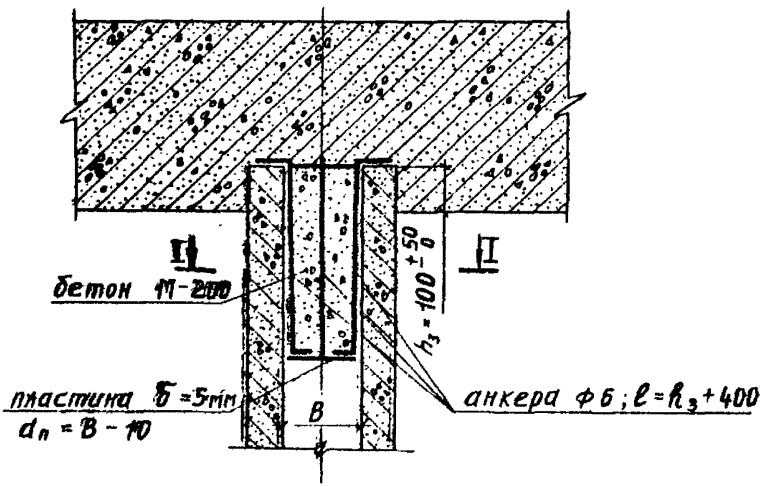
Лист 10	Сопряжение монолитного ленточного ростверка со сваей (центральное нагружение) d_a – диаметр продольной арматуры



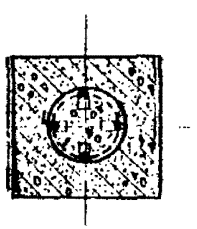
при $d_0 \leq 22$ $c_{min}=50$ мм
$22<d_0 \leq 36$ $c_{min}=60$ мм

Сопряжение монолитного ростверка со сваей (внецентренное нагружение)

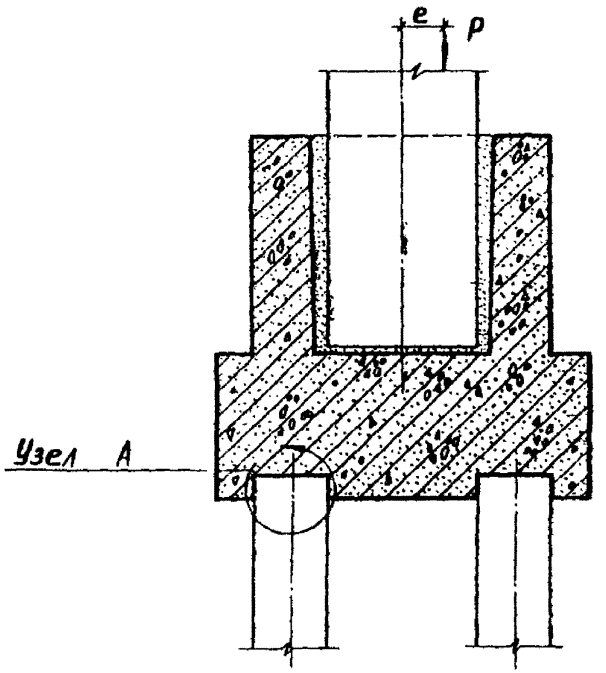
Лист 11



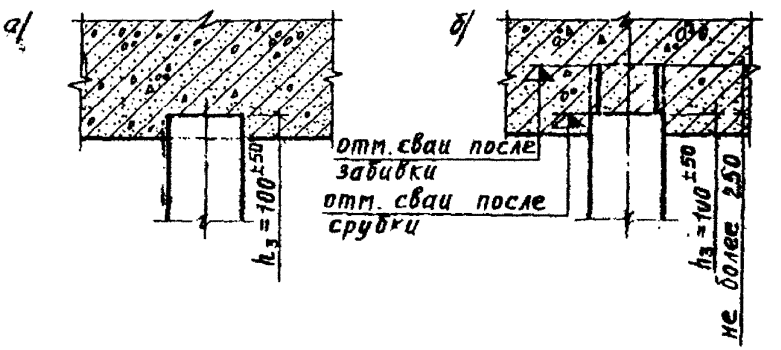
По 1–1



Лист 12	Сопряжение монолитного ленточного ростверка со сваей с круглым отверстием



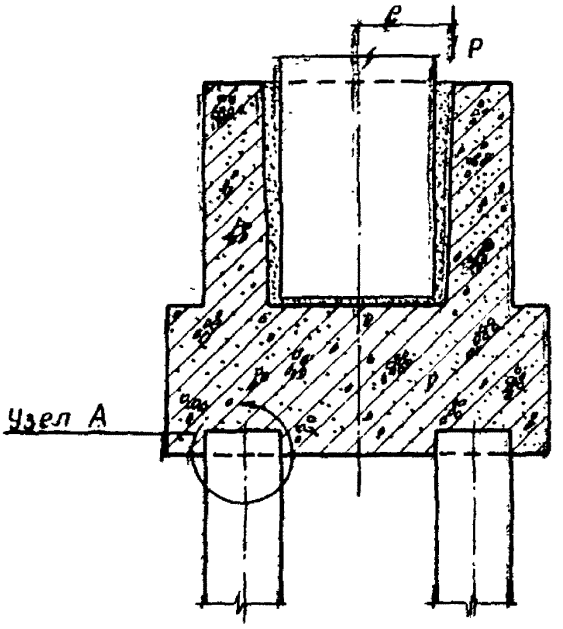
Узел А



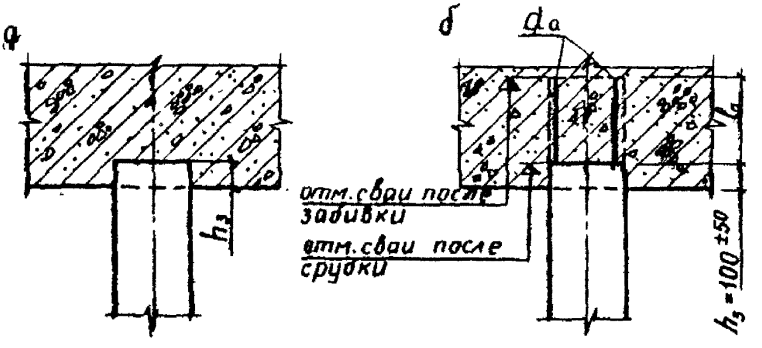
Сопряжение ростверка под колонны со сваей при условии: $\frac{1}{n} - \frac{e_x x}{\sum x^2} - \frac{e_y y}{\sum y^2} > 0$

а–свая погружена до отметки, б–свая не добита

Лист I3

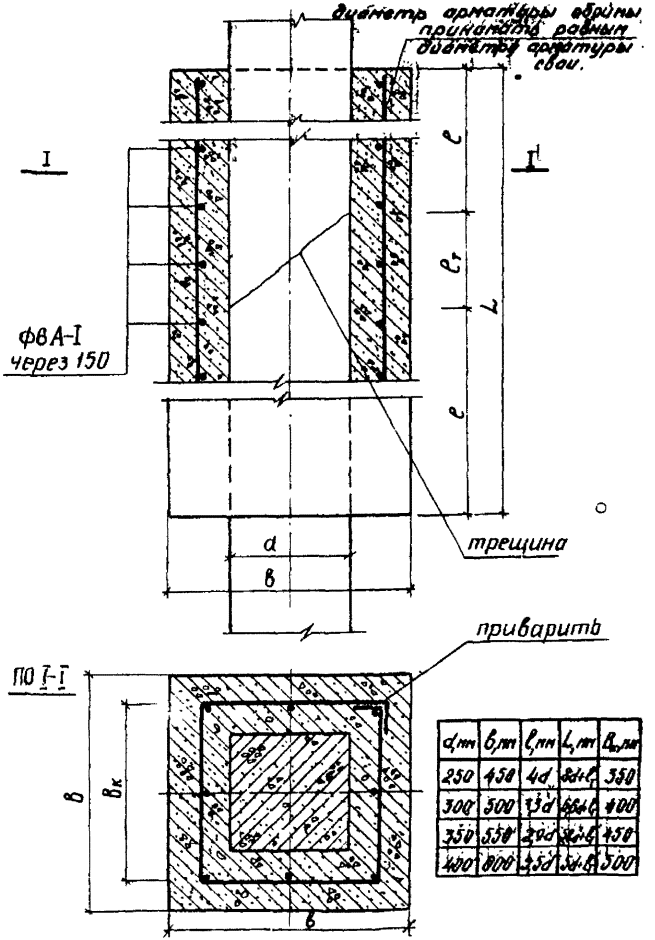


Узел А



Примечания:
1. При низких ростверках и отсутствии подготовки заделка не менее 70 мм.
2. Длина заделки арматуры дана для арматуры класса А-I и А-II.
3. Длина заделки $h_з$ – по расчету
4. Длина анкеровки арматуры l_a – по расчету, но не менее $35 d_a$.

Лист I4	Сопряжение ростверка под колонны со сваей при условии: $\frac{1}{n} - \frac{e_x x}{\sum x^2} - \frac{e_y y}{\sum y^2} < 0$; а–свая погружена до отметки; б–свая не добита

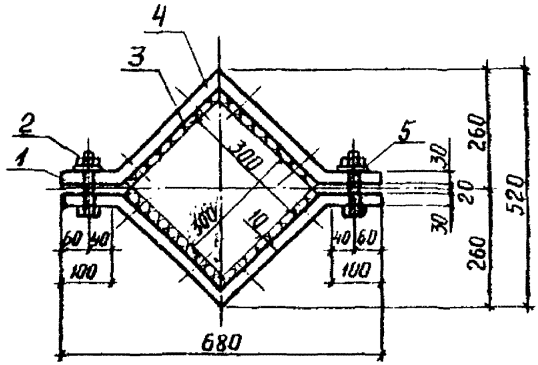


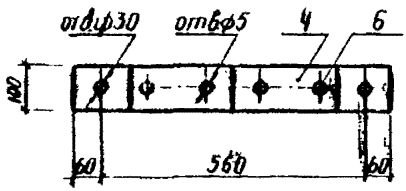
d, мм	в, мм	l, мм	L, мм	$в_к$, мм
250	450	4d	8d+l	350
300	500	3,5d	6,6d+l	400
350	550	2,9d	5,8d+l	450
400	800	2,5d	5d+l	500

Примечание:
Диаметр арматуры обоймы принимать не менее Ø 10 А-I

Деталь исправления сломанной сваи

Лист 15

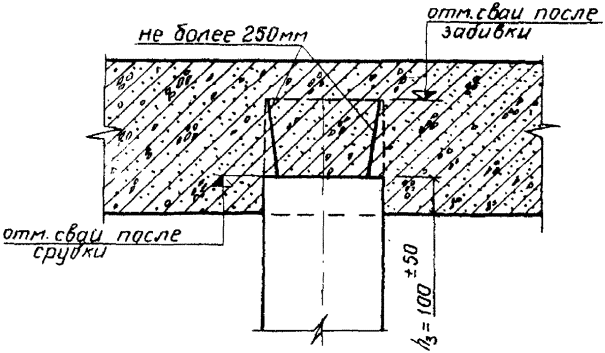


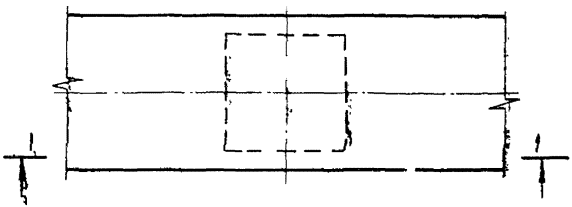


1-болт М24х130; 2-гайка М24; 3-техн.резина; 4-полоса; 5-шайба М-24; 6-заклепка 5,2х60

Лист 16	Обжимной хомут для срубки свай отбойным молотком

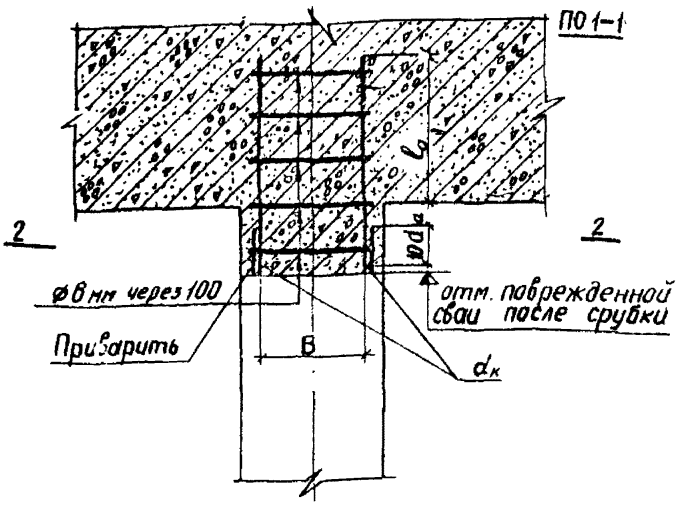
по 1-1

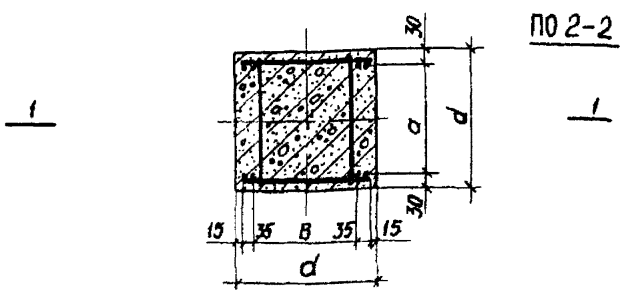




Сопряжение монолитного ростверка со сваей (свая не добита)

Лист 17



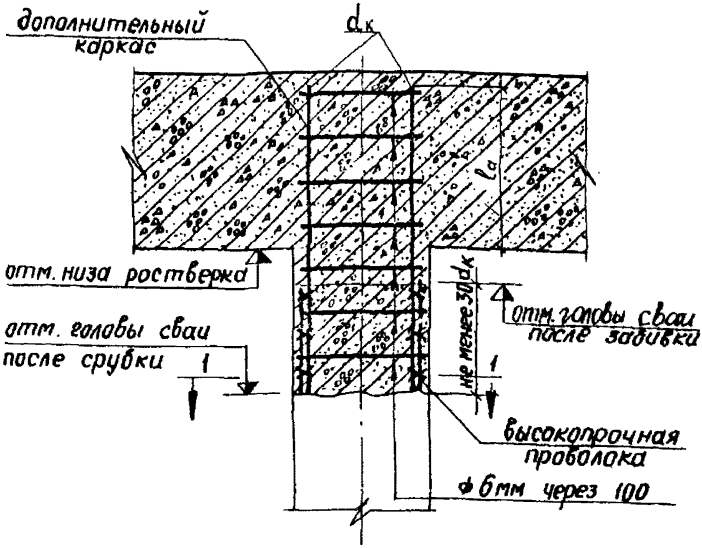


сторона сечения сваи, мм	а, мм	В, мм
250	190	150
300	240	200
350	290	250
400	340	300

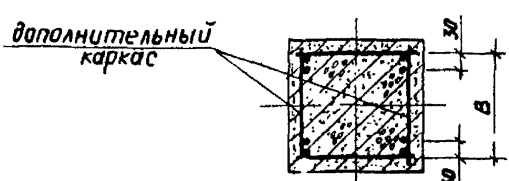
ℓ_a – длина анкеровки арматуры, принимаемая по расчету, но не менее 35 d_a;

$d_к$ – диаметр арматуры каркаса, принимаемый равным диаметру арматуры сваи d_a.

Лист I8	Сопряжение монолитного ростверка со сваей (свая, армированная стержневой арматурой, не добита или сломана ниже подошвы ростверка)



по 1-1

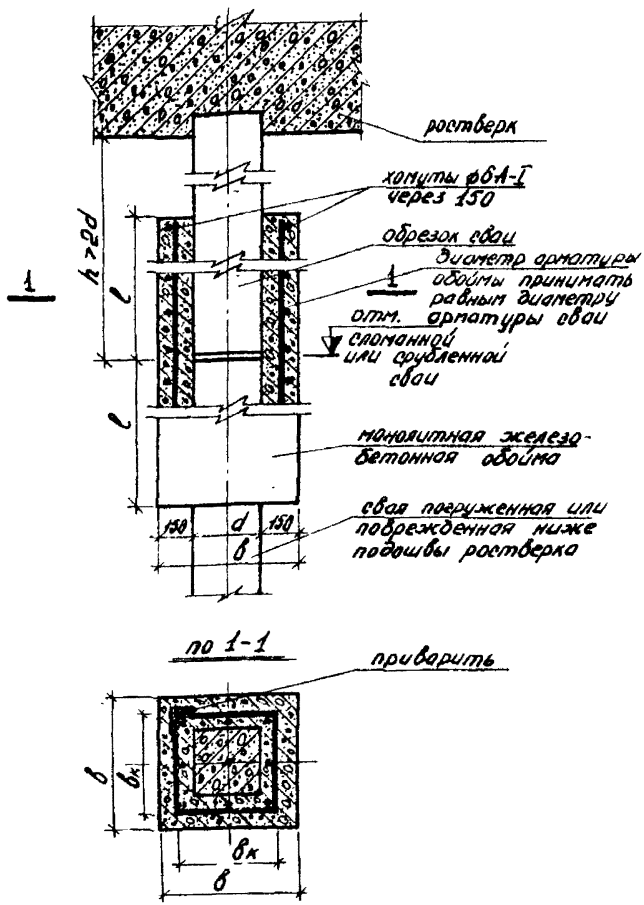


$d_к$ – диаметр продольной арматуры каркаса, принимаемый по расчету в случае, когда заделка сваи в ростверк назначается из условия восприятия выдергивающей нагрузки, и принимаемый не менее 10 мм, когда заделки сваи в ростверк не требуется;

l_a – длина заделки арматуры, принимаемая по расчету

Сопряжение монолитного ростверка со сваей (свая, армированная высокопрочной проволокой, перебита или сломана ниже подошвы ростверка)

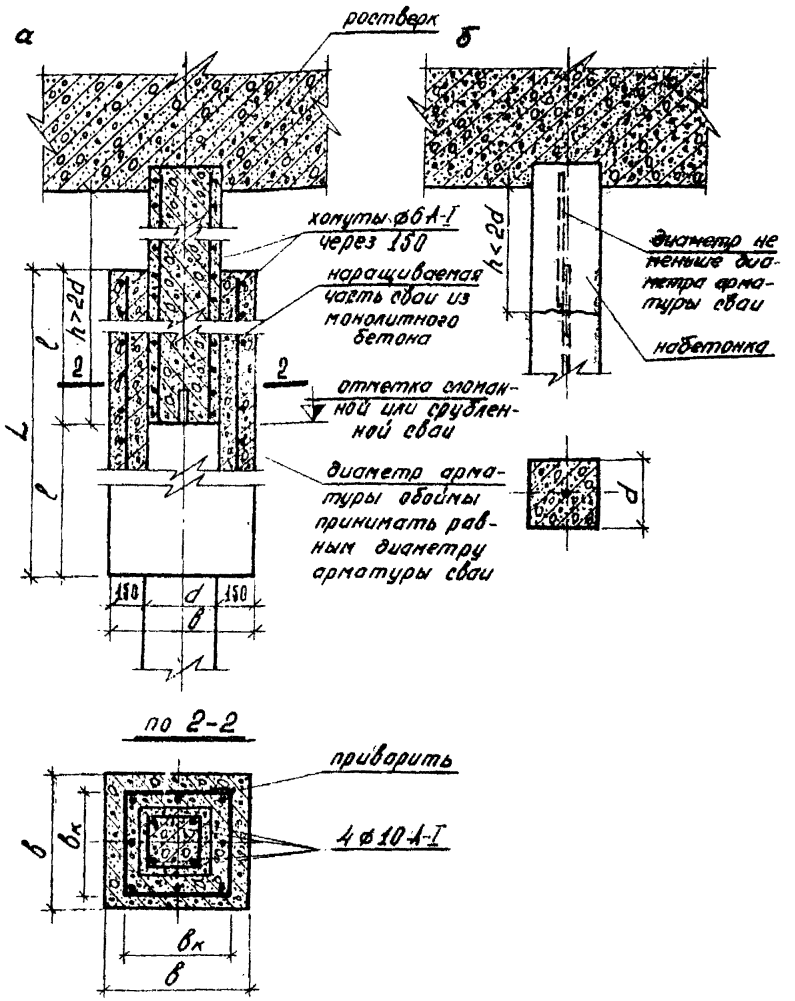
Лист 19



Примечания:

1. Диаметр арматуры обоймы принимать равным диаметру арматуры соответствующей сваи с ненапрягаемой стержневой арматурой
2. ℓ – принимать по табл. на листе I5

Лист 20	Наращивание свай с центральным армированием, погруженной или поврежденной ниже подошвы ростверка, обрезком сваи с обоймой

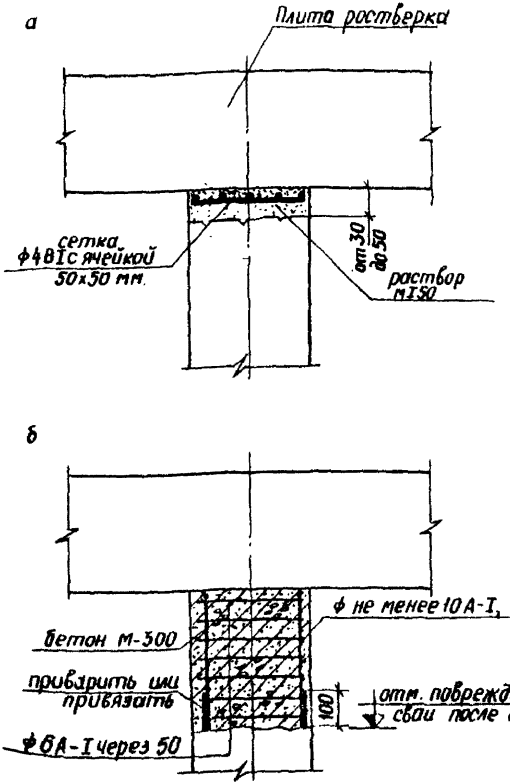


Примечания:

1. Диаметр арматуры обоймы принимать равным диаметру арматуры соответствующей сваи с ненапрягаемой стержневой арматурой
2. l – принимать по табл. на листе 15

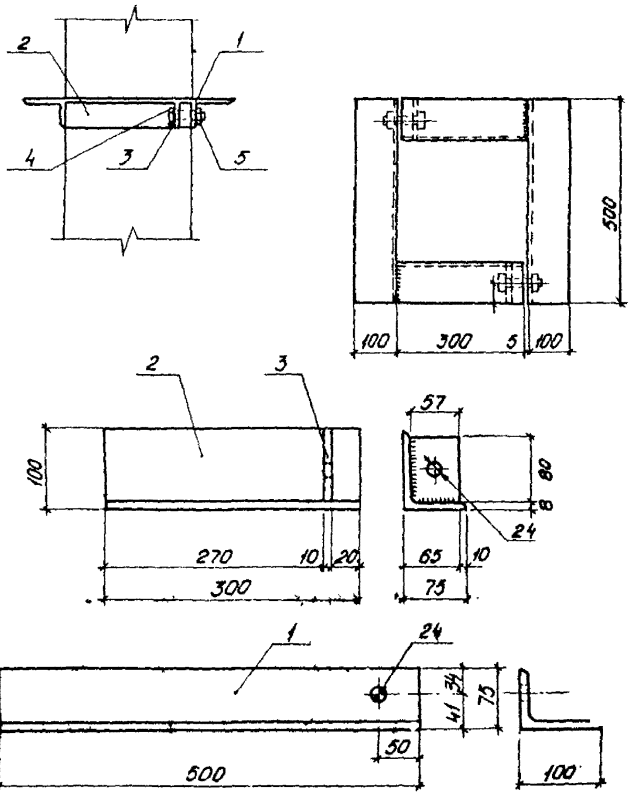
Наращивание сваи с центральным армированием погруженной или поврежденной ниже подошвы ростверка: а–набетонкой с обоймой; б–набетонкой

Лист 21



Лист 32

Деталь наращивания перебитой сваи при сопряжении типа "платформенный стык": а-при толщине шва до 50 мм, б-при перебивке сваи более чем на 50 мм

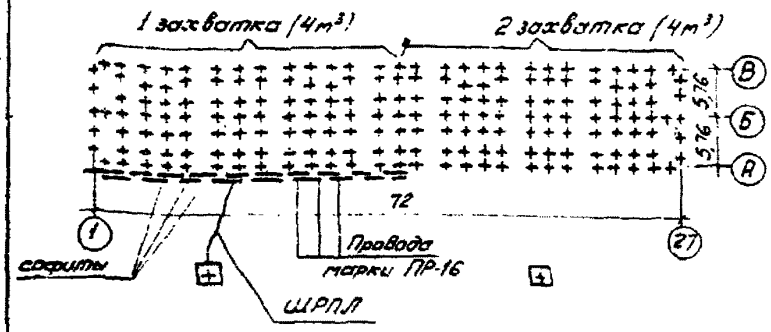


№	Наименование, размеры	Кол-во	Материал	Масса, кг ед.изм.	Масса, кг общ.
1.	Уголок L 100×75×8; ℓ=500мм	2	Ст3	5,3	10,6
2.	Уголок L 100×75×8; ℓ=300мм	2	Ст3	3,2	6,4
3.	Полоса 90×6,5×10	2	Ст3	0,48	0,96
4.	Болт М20х80; ГОСТ 7796-57	2	Ст3	0,23	0,46
5.	Гайка М20; ГОСТ 5927-57	2	Ст3	0,07	0,14

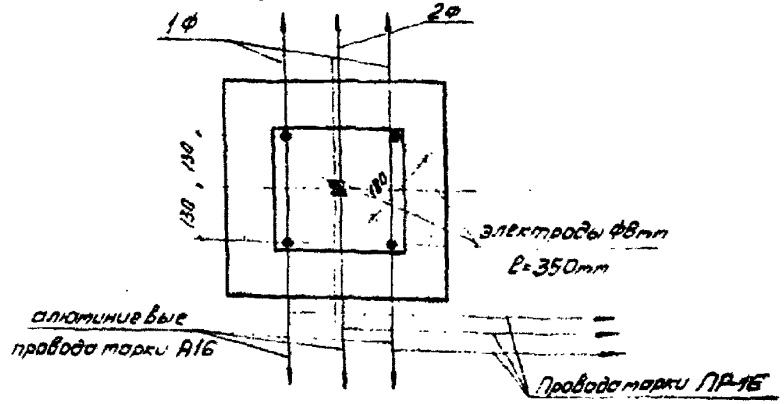
Опорный хомут для монтажа сборных оголовков

Лист 23

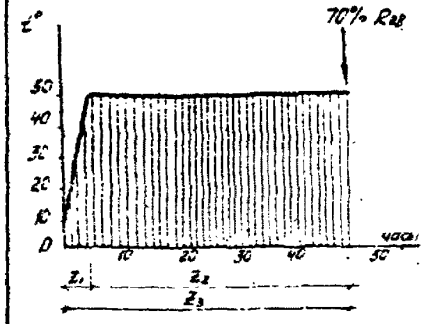
Схема последовательности замоноличивания оголовков дома серии 1-464А-1



Деталь установки электродов



Режим электропрогрева



Исходные данные:

Температура бетона перед началом прогрева – +5°С.
Коэффициент, учитывающий влияние ветра, – 1,2.
Температура изотермического прогрева – 50°.
Модуль поверхности – 16,7 м.
Начальное напряжение – 106 в.

Таблица потребной мощности и расхода энергии

t° наружного воздуха	Объем бетона замоноличивания		Удельная мощность для поднятия t°, квт		Удельная мощность для поддержания t°, квт		Расход энергии, квт/час	
	оголовка, м³	захватки, м³	на 1м³ бетона	бетона замоноличивания на захватке	на 1м³ бетона	бетона замоноличивания на захватке	на 1м³ бетона	бетона замоноличивания на захватке
-10°	0,04	4	16,7	67	1,6	6,4	134,6	540
-20°			16,9	68	1,9	7,6	147	590
-30°			17,2	69	2,2	8,8	160	640

Оборудование и материалы, необходимые для прогрева бетона замоноличивания на 1 захватке

Наименование	ед. изм.	колич.
Трансформатор ТМ-75/6	шт	2
Провода алюминиевые А-16	м	560
Провод медный ПР-16 сеч. 25мм²	"	110
Шланговый кабель ШРПЛ	"	15
Электроды Ф8мм; ℓ=350мм	шт.	144
Маты из стекловолокна 50×50×5см	"	105

Условные обозначения:

z_1 - время разогрева бетона - 4 часа
z_2 - время изотермического прогрева - 42 часа
z_3 - продолжительность прогрева - 46 часов
⊞ место установки трансформатора

Состав бригады, занятой на электропрогреве бетона

Наименование профессий	Электромонтеры 6 разр.	Монтажники 4 разр.	Температурщики 4 разр.	Подсобные рабочие 3 разр.	Всего человек
Кол. чел.	4	3	3	2	12

Технологическая карта на электропрогрев бетона замоноличивания оголовков

Лист 1.4

ЭС НТИ "Техэксперт"

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение. 3

I. Общие положения. 6

2. Проектирования сопряжений свай с ростверками . . . 6

2.I. Сопряжение свай со сборными ростверками посредством оголовков. 6

2.2. Сопряжение свай со сборными ростверками или несущими конструкциями типа "платформенный стык". 9

2.3. Сопряжение свай с монолитными ростверками. . . . . .IO

3. Технические требования к качеству голов свай после их погружения или срезки II

4. Указания по производству работ и контролю качества I2

Приложения

I. Пример расчета узла сопряжения сваи со сборным ростверком посредством оголовка. I7

2. Пример расчета узла сопряжения сваи со сборным ростверком типа "платформенный стык" 2I

3. Пример расчета узла сопряжения свай с монолитным ростверком под отдельную колонну 24

4. Детали сопряжений свай с ростверками. 27

Ответственный за выпуск зав.ОНТИ З.Г.Абоймова

Редактор В.Ч.Золотова

gost.e-ecolog.ru

П02I40. Подписано к печати 26/УI-75 г. Формат бумаги 60x90 I/I6. Печ.л.3,3. Тираж 2000. Уфа, ротапринт НИИпромстроя. Заказ №103. Цена 30 коп.