

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

СЕРИЯ 3.501-104

СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ
ВОДОПРОПУСКНЫЕ ТРУБЫ
ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

Часть I. Трубы под автомобильную дорогу.
Материалы для проектирования.

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

СЕРИЯ 3.501-104

СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ
ВОДПРОПУСКНЫЕ ТРУБЫ
ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

ЧАСТЬ I. ТРУБЫ ПОД АВТОМОБИЛЬНУЮ ДОРОГУ.
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Наименование	Лист	Стр.
Титульный лист		1
Содержание		2
Пояснительная записка		3-5
Общая часть.		
Расчетный лист. Нагрузки на звенья труб.	1	6
Расчетный лист. Подбор сечений звеньев труб отв. 2,0 и 2,5 м.	2	7
Расчетный лист. Подбор сечений звеньев труб отв. 2,5 и 3,0 м.	3	8
Расчетный лист. Подбор сечений звеньев труб отв. 4,0 м.	4	9
Расчетный лист звеньев труб для особых условий работы.	5	10
Расчетный лист. Нагрузки, усилия и подбор сечений повышенных звеньев труб отв. 2,0 и 2,5 м.	6	11
Гидравлические расчеты труб.	7	12
Гидравлические расчеты труб (продолжение).	8	13
Условия применения фундаментов. Расчетные давления по подошве фундаментов.	9	14
Детали гидроизоляции.	10	15
Схемы засыпки трубы.	11	16
Сводная ведомость объемов работ на 1 п.м трубы.	12	17
Сводная ведомость объемов работ на оголовки с повышенным и нормальным звеном.	13	18

Наименование	Лист	Стр.
Конструкция труб.		
Трубы отв. 2,0 и 2*2,0 м с фундаментами типа 1 и 3.	14	19
Трубы отв. 2,5 и 2*2,5 м с фундаментами типа 1 и 3.	15	20
Трубы отв. 3,0 и 2*3,0; 4,0 и 2*4,0 м с фундаментом типа 3.	16	21
Конструкция оголовок.		
Оголовки труб отв. 2,0 и 2,5 м с повышенным звеном.	17	22
Оголовки труб отв. 2*2,0 и 2*2,5 м с повышенным звеном.	18	23
Оголовки труб отв. 2,0 и 2,5 м с нормальным звеном.	19	24
Оголовки труб отв. 2*2,0 и 2*2,5 м с нормальным звеном.	20	25
Оголовки труб отв. 3,0 и 4,0 м с нормальным звеном.	21	26
Оголовки труб отв. 2*3,0 и 2*4,0 м с нормальным звеном.	22	27
Пример оголовка трубы отв. 2,0 м с повышенным звеном при глубине промерзания 2,0 м.	23	28
Примеры конструкции труб.		
Пример конструкции трубы отв. 2,0 м с фундаментом типа 1.	24	29
Пример конструкции трубы отв. 2*2,0 м с фундаментом типа 1.	25	30
Пример конструкции трубы отв. 4,0 м с фундаментом типа 3.	26	31

Типовые конструкции сварных железобетонных прямоугольных водопропускных труб для железных и автомобильных дорог разработаны в соответствии с планом типового проектирования Госстроя СССР 1975 г (тема 63, раздел I) и на основании задания, выданного Главным управлением путей МПС и Главтранспроектом.

Типовые конструкции разработаны взамен типового проекта унифицированных сварных водопропускных труб для железных и автомобильных дорог общей сети и промышленных предприятий. Прямоугольные железобетонные трубы (Унв. н 100/1; 100/2; 100/3 и 100/4).

Все сварные элементы труб как для железных, так и для автомобильных дорог приняты одинаковыми, однако условия их применения для железных и автомобильных дорог различны. Исходя из этого, для обеспечения пользования проектом он вытискается в трех частях, отдельными альбомами, а именно:

1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.
 2. Трубы под железную дорогу. Материалы для проектирования.
 3. Блоки заводского изготовления.
- В настоящем альбоме представлены трубы под автомобильную дорогу.

1. Основные положения проектирования.

1.1. В проекте разработаны конструкции водопропускных одно и двухочковых труб диаметром 2,0; 2,5; 3,0 и 4,0 м при высоте насыпи до 20 метров, с разтрубными оголовками с нормальными и повышенными звеньями.

1.2. Проект разработан в соответствии со следующими нормативными документами:

- СНиП II-Д-7-62* — Мосты и трубы. Нормы проектирования (с изменениями и дополнениями 1971 г);
- СНиП III-43-75. Мосты и трубы. Правила производства и приемки работ.
- СН 200-62. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб.
- СН 365-67. Указания по проектированию железобетонных и бетонных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб.

— СНиП III-А-11-70. Техника безопасности в строительстве.

— ВСН 32-60. Инструкция по гидроизоляции проезжей части и узлов железноавтодорожных мостов и водопропускных труб. МПС и Минтрансстрой.

При разработке проекта учтены опыт проектирования, изготовления, строительства и эксплуатации прямоугольных железобетонных труб, построенных с использованием типового проекта Унв. н 100.

1.3. Конструкции изготавливаются из бетона марки 300 (для звеньев) и марки 200 (для оголовков и фундаментов). Проектная марка бетона по морозостойкости назначается по ГОСТ 4795-60. Бетон гидротехнический. Общая требования и должна быть, в соответствии с СН 365-67, не ниже:

Наименование	Средняя температура наружного воздуха в самое холодное суток $t^{\circ}C$	Требуемая марка по морозостойкости
Железобетонные конструкции	минус 15 и выше ниже минус 15	Мрз 200 Мрз 300
Бетонные конструкции	минус 10 и выше ниже минус 10	Мрз 100 Мрз 200

Кроме того, качество бетона должно соответствовать требованиям СНиП 11-22-75. Защита строительных конструкций от коррозии.

При изготовлении оснований по ГОСТ 10180-74 (размер ребра кубика 15 см) его прочность на сжатие должна быть не менее 325 кгс/см² (для бетона М 300), в соответствии с планом Госстроя СССР от 19.12.76 и НК-5415-1, а для бетона марки 200 не менее 210 кгс/см².

1.4. Для армирования железобетонных элементов должны применяться арматуры из углеродистой горячекатаной стали класса А-III марки ВСт.5сп.2 и класса А-I марки ВСт.3сп.2 по ГОСТ 380-71* и ВСт.5ВТ-75.

Допускается применение арматурной стали класса АII диаметром не более 20 мм марки ВСт.5сп.2 в конструкции, эксплуатируемых при расчетной температуре не ниже минус 30°, и стали класса А-I марки ВСт.3сп.2 и ВСт.3сп.2 диаметром не более 10 мм.

2. Гидравлические расчеты

2.1. Гидравлические расчеты водопропускных труб (листы 7 и 8) выполнены в соответствии с "Руководством по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений" ЦНИИГ-Гидротранспростек 1974 г.

2.2. Пропуск расчетного расхода предусмотрен при полноразмерном режиме. Для бесфундаментных труб пропуск расчетного расхода допускается только по взаимному режиму работы трубы.

2.3. При гидравлических расчетах значения наибольших допустимых расходов ограничены величиной, при которой скорость воды на выходе из трубы при пропуске его не превышает допускаемой для принятого типа укрепления.

При этом независимо от высоты насыпи и принятого типа укрепления глубина подпертой воды перед трубой не должна превышать 4,0 м.

3. Статические расчеты

3.1. Статические расчеты звеньев (листы 1-6) выполнены в соответствии с СН 200-62. Расчетная нагрузка Н-30 и НК-80, коэффициенты перераспределения:

- для постоянных нагрузок — 1,2 и 0,9
- для нагрузки Н-30 — 1,4
- для нагрузки НК-80 — 1,1

3.2. Расчет звеньев произведен в соответствии с СН 365-67 по первому предельному состоянию на прочность и по третьему предельному состоянию на раскрытие поперечных трещин и на трещиностойкость по наклонным трещинам (условно по главным растягивающим напряжениям). Кроме расчета на нормальные эксплуатационные условия, звенья проверены на особые условия работы: — при возведении труб на скальном грунте и свайном фундаменте;

— при пропуске временных производственных нагрузок-бульдозеров (массой до 28 т) и автомобилей (Н-10). При пропуске на пропуск этих временных нагрузок во время производства работ наименьшая высота засыпки, при которой надежно обеспечивается равномерное распределение нагрузок на трубу, принята 0,5 м. При меньшей высоте засыпки пропуск указанных нагрузок через трубу не допускается.

3.3. Расчетные условия в звеньях двухочковых труб не превышают соответствующих условий, принятых при расчете звеньев одноочковых труб при условии тщательного заполнения шва между стенками смежных звеньев, поэтому проектом разрешено применение двухочковых труб только при тщательном заполнении шва между смежными звеньями.

4. Конструкция тела трубы (листы 14-16).

4.1. В проекте разработаны два типа фундаментов труб для различных геологических условий. Область применения каждого из типов фундаментов приведена на листе 9. Трубы со сварными фундаментами типа 1.

4.2. В трубах этого типа прямоугольные звенья устанавливаются на железобетонные плиты по слою цементного раствора марки 200.

Фундаментные плиты устанавливаются на планированный естественный грунт по усредненной подготовке слоем 10 см.

4.3. Материал железобетонных плит бетон марки 200 морозостойкостью Мрз 200-300 в зависимости от климатического района строительства. Арматура гладкая из горячекатаной стали марки ВСт.3-2 по ГОСТ 580-71* и ВСт.5ВТ-75.

Трубы с монолитным фундаментом типа 3.

4.4. Трубы с монолитными фундаментами типа 3 применяются в тех случаях, когда применение фундаментов типа 1 невозможно. Звенья опираются непосредственно на бетонный фундамент. Глубина заложения фундамента под звеном принимается 0,4 м.

Звенья труб.

4.5. Звенья труб рассчитаны на следующие высоты насыпей:

* В соответствии с основными положениями по комплектации и оформлению типовых проектов (п. 1) ЦИП Госстроя СССР 1976 год.

ТК	Сварные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы железных и автомобильных дорог. Часть 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.	1072/1-3
1975	Пояснительная записка.	3.501-104

Минтрансстрой

Министерство путей сообщения
Ленинград

Таблица 4.1

Отверстие	Нормальные эксплуатационные условия						Скальное основание и обычный фундамент					
	I группа		II группа		III группа		I группа		II группа		III группа	
	N 60-10	Высота насыпи	N 60-10	Высота насыпи	N 60-10	Высота насыпи	N 60-10	Высота насыпи	N 60-10	Высота насыпи	N 60-10	Высота насыпи
М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	
2,0	47	5,0	48	10,0	89	20,0	47	5,0	48	9,5	89	17,0
2,5	49	5,0	50	10,0	90	20,0	49	5,0	50	10,0	90	17,0
3,0	91	5,0	92	10,0	93	20,0	91	5,0	92	10,0	93	17,5
4,0	94	5,0	95	10,0	96	20,0	94	5,0	95	10,0	96	18,0

Наименьшая высота засыпки от верха трубы до верха прогара принята равной 0,5м.

4.6. Звенья труб должны применяться в строгом соответствии с расчетными высотами насыпи, приведенными в таблице 4.1.

Каждой высоте насыпи соответствует свой арматурный каркас и оптимальные размеры звена.

4.7. Проектом предусматривается заводское изготовление звеньев. Каждое звено должно иметь марку (номер) в соответствии с типовым проектом. Установки в конструкцию звеньев, не имеющих марки, не допускается.

4.8. Повышенные звенья и входные звенья повышенных оголовок и оголовок с нормальным звеном рассчитаны под первую градацию высот насыпей.

4.9. При устройстве труб в траншеях необходимо предусматривать разработку последних на ширину не менее двух диаметров звена в каждую сторону от боковой поверхности трубы.

4.10. Звенья изготавливаются из бетона марки 300 с расходом цемента не более 450кг/м³. Марка бетона по морозостойкости принимается в зависимости от климатического района строительства и должна быть не менее Мрз 200 (см таблицу 1.1).

Водонепроницаемость бетона должна быть не менее В-4 по ГОСТ 4795-68.

4.11. Для армирования звеньев должна применяться арматурная сталь по ГОСТ 380-71* и ГОСТ 5781-75.

Для рабочей арматуры - горячекатаная сталь периодического профиля класса А-1 марки В6Г5к2, для закладной и распределительной арматуры - горячекатаная сталь класса А-1 марки В6Г3к2.

Условия применения полуплаковой стали приведены в п.1.4.

5. Гидроизоляция труб (лист 10).

5.1. Для звеньев труб предусматривается применение обмазочной гидроизоляции при условии: применения плотного бетона, водонепроницаемостью не ниже В-4 по ГОСТ 4795-68, наличия технического паспорта изготовленных звеньев, с указанием результатов испытаний звеньев на водонепроницаемость.

При неудовлетворительных результатах испытания звеньев на водонепроницаемость или при отсутствии паспорта, они могут быть установлены в сооружение (при отсутствии других дефектов), при этом звенья труб должны покрываться сплошной асфальтной гидроизоляцией.

5.2. Обмазочная гидроизоляция состоит из двух слоев горячей или холодной битумной мастики на битумной эмульсии.

5.3. Швы в стыках звеньев и секций труб конопатятся с обеих сторон паклей, пропитанной битумом. С наружной стороны трубы поверх пакли наносится слой горячей битумной мастики и поверх нее наклеивается слой гидроизоляции, шириной 25 см, покрытый битумной мастикой.

С внутренней стороны шов на глубину 3см заделывается цементным раствором.

6. Конструкция оголовок (листы 17-23).

6.1. Для труб диаметром 20 и 25м приняты разрабанные оголовки с повышенным звеном на входе и с нормальным на выходе из трубы.

6.2. Примененные разрабанные оголовки с нормальным звеном на входе в трубу допускаются для малых водотоков при безнапорном режиме протекания потока.

6.3. Для труб диаметром 3,0 и 4,0м приняты разрабанные оголовки с нормальным звеном на входе и выходом из трубы.

6.4. Применительно к двум типам фундаментов труб разработаны две конструкции оголовок:

- с блочным фундаментом под входным звеном;
- с фундаментом из монолитного бетона под входным звеном.

6.5. Оголовки трубы с повышенным звеном состоят из двух повышенных звеньев, входного звена и двух боковых откосных крыльев, заглубленных в грунт. Входное звено и повышенные звенья устанавливаются на фундаменте.

6.6. Оголовки трубы с нормальным звеном состоят из нормального и входного звена и двух боковых откосных крыльев, заглубленных в грунт. Оголовочные звенья укладываются на фундамент.

6.7. Глубина заложения фундаментов под входным звеном оголовка указывается на 0,25м ниже расчетной глубины промерзания в районе строительства трубы.

6.8. Размеры откосных крыльев остаются постоянными при любой глубине промерзания, изменяется лишь толщина цемента под подготовки.

6.9. Длина берм над входным и выходным оголовками устанавливается в зависимости от крутизны откосов, но должна быть не менее 0,8м.

6.10. Глубина заложения фундаментов оголовок в проекте принята для районов с расчетной глубиной промерзания 1,0-1,3м. Пример устройства оголовков при расчетной глубине промерзания 2,0м приведен на листе 23.

Если расчетная глубина промерзания в районе строительства будет меньше принятой в проекте, глубина заложения фундаментов оголовочной секции трубы и откосных крыльев может быть соответственно уменьшена.

При этом высота фундаментов под оголовочной секцией должна быть не менее толщины фундаментов средней части трубы. Величина закладки откосных крыльев в грунт должна обеспечивать устойчивость их от опрокидывания под действием горизонтального давления собственного веса грунта откоса насыпи, или должны

быть приняты специальные конструктивные меры, обеспечивающие надежность работы сооружения. Изменение размеров бровок откосных крыльев должно быть согласовано с заводом-изготовителем.

7. Уклон трубы и строительный подъем

7.1. Уклон трубы осуществляется ступенчатым расположением секций. В пределах секций лоток по длине трубы устраивается горизонтальным.

7.2. Отметка лотка секции назначается с учетом строительного подъема по дуге круга, руководствуясь следующими данными:

Сравиль, галька, песок крупный средней крутизны, плитный и средней плотности	Грунты, суглинки и глины плотные и средней плотности
$\frac{1}{80} H$	$\frac{1}{40} H$

где H - высота насыпи.

7.3. Во избежание образования застоя воды перед трубой отметка лотка у входа в трубу должна быть выше самой высокой точки строительного подъема. При назначении отметки лотка следует у выходного оголовка устроить пошерстный уступ высотой 3-4см.

8. Область применения труб

8.1. Прямоугольные железобетонные трубы должны применяться в строгом соответствии с расчетной высотой насыпи, на периодически действующих водотоках без процессов наледеобразования по всей территории СССР, кроме районов распространения вечной мерзлоты и Северной строительного-климатической зоны.

8.2. На постоянных водотоках трубы могут применяться при отсутствии наледевых явлений, граница распространения которых в среднем приходится на январской изотерме минус 13°С. В соответствии с этим трубы могут применяться на постоянных водотоках в климатических районах с январской изотермой не ниже минус 13°С.

9. Засыпка труб.

9.1. С целью обеспечения сохранности конструкции и изоляции трубы строительная организация, сооружающая трубу, производит засыпку ее грунтом на высоту 0,5м сразу после окончания сооружения трубы.

9.2. Отметка производимая мягкими, хорошо уплотняющимися грунтами.

9.3. Грунт должен отсыпаться одновременно с обеих сторон горизонтальными слоями толщиной 15-20см с тщательным последним уплотнением.

9.4. Уплотнение должно производиться специальными грунто-уплотняющими машинами. При отсутствии такого оборудования к боковой грани трубы должно быть не менее 30см. Грунт познзи уплотняется в помощью ручных пневмоатрамбовок.

ТК	Сварные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Чао тб 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования	1072/1-4
1975.	Лохнительная ЗАПУСКО (продолжение)	3.501-104
		-

9.5. Движение транспортных средств вдоль трубы в период засыпки допускается на расстоянии не менее 1,0 м от боковых стенок трубы.

9.6. Дальнейшие работы по засылке труб производятся по технологии, принятой для возведения земляного полотна в соответствии с указанными глав СНиП III-1.5-73. - Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ. Приемка в эксплуатацию.

10. Мероприятия по предотвращению продольной растяжки труб.

10.1. Основным мероприятием по предотвращению продольной растяжки труб является обеспечение устойчивости земляного полотна и его оснований.

10.2. Для труб, сооружаемых в неблагоприятных инженерно-геологических условиях, в обязательном порядке необходимо производить проверку устойчивости насыпи и ее оснований в пределах трубы.

10.3. Проверка устойчивости насыпи и ее оснований производится в соответствии с "Указаниями по расчету устойчивости высоких насыпей и глубоких выемок автомобильных дорог", разработанными Союздорпроектом в 1964 г.

10.4. Повышение устойчивости откосов может производиться как путем уплотнения откосов, так и путем устройства широких контрверн, размер которых определяется расчетом величины необходимой пригрузки внешнего края призмы обрушения.

10.5. Для повышения устойчивости оснований насыпи против выдвигания могут применяться также конструктивные мероприятия, как уложение откосов, устройство пригрузочных берм, засыпление подошвы насыпи, замена грунта в основании насыпи.

11. Производство работ и техника безопасности

11.1. При производстве строительных-монтажных работ по сооружению труб необходимо руководствоваться:

Техническими указаниями по изготовлению и монтажу сборных железобетонных водопропускных труб (ВН 81-62).

Правилами техники безопасности и производственной санитарии при сооружении мостов и труб, утвержденными Минтрансстроем 17.12.1968 г. и Президиумом ЦК Профсоюза рабочих железнодорожного транспорта 18.12.1968 г.

11.2. При применении типовых конструкций для строительства конкретных объектов, на основании вышеприведенных документов и в учетом требований СНиП III-1.1-70 - техника безопасности в строительстве, необходимо разрабатывать проект производства работ и рабочую инструкцию по технике безопасности с учетом местных производственных условий, утверждаемому главным строительным-монтажным организацией.

11.3. Рабочая инструкция по технике безопасности должна содержать разделы по технике безопасности работ в весенне-летний и осенне-зимний периоды, правила безопасности при работе с подъемно-транспортными, грузоподъемными и землеройными машинами и механизмами, а также при производстве гидроизоляционных и др. работ.

12. Порядок привязки типовых конструкций к местным условиям

12.1. Привязку проекта к местным условиям следует производить на основании подробных топографических и инженерно-геологических материалов, полученных в период изысканий.

12.2. Топографические и инженерно-геологические материалы должны содержать подробный план перехода в горизонтальном масштабе 1:500, с указанием выхода грунтовых вод и описанием формы микрорельефа, сведения о проявлении наведенных процессов, геологические и гидрогеологические особенности места перехода, характеристики грунтов основания (условные сопротивления, коэффициент консолидации, природная влажность, предел раскатывания, удельный вес, удельное сцепление, угол внутреннего трения и т.п.).

12.3. По расчетному расходу по таблицам и графикам, приведенным на листе 8 и 9, подбирается необходимое отверстие трубы и определяются гидравлические характеристики сооружения при расчетном и наибольшем расходе.

12.4. Расчетное давление на грунт под подошвой фундамента определяется по графикам, приведенным на листе 9 и сравнивается с расчетным сопротивлением грунта основания. В случае превышения расчетного давления под фундаментом над расчетным сопротивлением грунта, следует предпринимать меры по обеспечению устойчивости основания против деформаций (замена грунта, переход на обойный фундамент и т.п.).

12.5. Глубина заложения фундаментов оголовок (оголовок секции и откосных крышек) назначается в зависимости от расчетной глубины промерзания грунтов, глубина заложения фундаментов арочной части трубы принимается по проекту независимо от глубины промерзания.

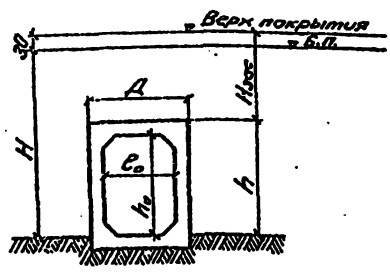
Ленинград

Инженер
В.А.Сидорова

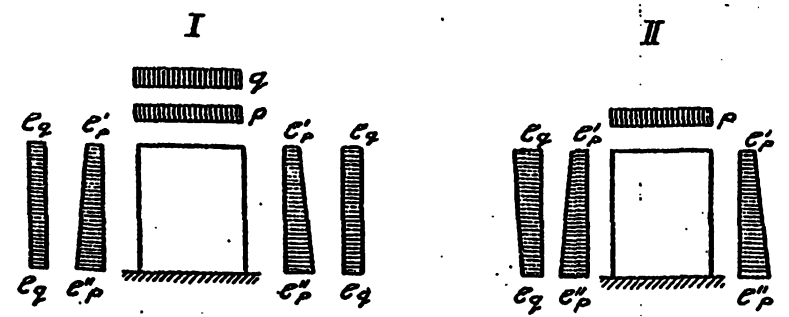
ГК	Сборные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Часть I. Трубы под автомобильные дороги. Материалы для проектирования.	1072/1-5
1975	Пояснительная записка (продолжение)	3.501-104

Отверстие трубы C_0 м	Высота трубы h_0 м	Высота насыпи H м	Толщина стойки δ м	Толщина ригеля d м	Ширина по внешнему контуру трубы Δ м	Расстояние от поверхности насыпи до верха трубы h м	Высота засыпки над трубой $H_{зас.}$ м	Коэффициенты				Нормативные нагрузки ($\gamma_N = 30^\circ$)					Нагрузки при $\gamma_1 = 25^\circ$			Нагрузки при $\gamma_2 = 35^\circ$					
								$\frac{\delta h}{H_{зас.}}$	$\frac{\delta \Delta h}{H_{зас.}^2}$	$A = \frac{\delta h}{H_{зас.}} \left(\frac{\delta \Delta h}{H_{зас.}^2} + \frac{1}{H_{зас.}} \right)$ $A = \frac{H_{зас.}}{2}$	$C = 1 + A M \gamma$	Вертикальные		Горизонтальные			Горизонтальные			Горизонтальные					
												Постоянные $P = C \gamma H$ тс/м ²	Временные $q = \frac{19}{H_{зас.}^2}$ тс/м ²	Постоянные $E_1 = M_1 \gamma H_{зас.}$ тс/м ²	Временные $E_2 = M_2 \gamma (H_{зас.} + \delta)$ тс/м ²	Временные $E_3 = M_3 \gamma$ тс/м ²	Постоянные $E_1' = M_1' \gamma H_{зас.}$ тс/м ²	Временные $E_2' = M_2' \gamma (H_{зас.} + \delta)$ тс/м ²	Временные $E_3' = M_3' \gamma$ тс/м ²	Постоянные $E_1'' = M_1'' \gamma H_{зас.}$ тс/м ²	Временные $E_2'' = M_2'' \gamma (H_{зас.} + \delta)$ тс/м ²	Временные $E_3'' = M_3'' \gamma$ тс/м ²			
2,0	2,0	2,37	0,13	0,17	2,26	2,17	0,50	44,6	—	0,22	1,04	0,333	0,94	3,35	—	—	—	0,406	0,36	2,00	3,80	0,271	—	—	—
		5,00	0,13	0,17	2,26	2,17	3,13	7,12	—	1,38	1,26		7,10	3,10	1,88	3,21	1,03		2,29	3,92	1,26		1,53	2,61	0,84
		10,0	0,13	0,23	2,26	2,23	8,07	2,76	0,77	3,39	1,64		23,85	1,72	4,85	6,17	0,57		5,90	7,53	0,70		3,95	5,02	0,47
		20,0	0,16	0,32	2,32	2,32	17,98	1,29	0,17	2,36	1,45		47,00	0,90	10,80	12,17	0,30		13,15	14,85	0,37		8,78	9,90	0,24
2,5	2,0	2,40	0,13	0,20	2,76	2,20	0,50	45,2	—	0,18	1,03	0,333	0,93	3,35	—	—	—	0,406	0,36	2,02	3,80	0,271	—	—	—
		5,00	0,13	0,20	2,76	2,20	3,10	7,29	—	1,11	1,21		6,75	3,12	1,86	3,21	1,04		2,26	3,92	1,27		1,51	2,61	0,85
		10,0	0,17	0,26	2,84	2,26	8,04	2,81	0,99	2,84	1,54		22,30	1,72	4,82	6,17	0,57		5,87	7,53	0,70		3,93	5,02	0,47
		20,0	0,20	0,37	2,90	2,37	17,93	1,32	0,22	2,35	1,45		46,85	0,91	10,75	12,17	0,30		13,13	14,85	0,37		8,75	9,90	0,25
3,0	2,5	2,92	0,16	0,29	3,32	2,72	0,50	55,8	—	0,15	1,03	0,333	0,93	3,35	—	—	—	0,406	0,36	2,40	3,80	0,271	—	—	—
		5,00	0,16	0,29	3,32	2,72	2,58	10,81	—	0,78	1,15		5,20	3,42	1,54	3,22	1,14		1,87	3,92	1,39		1,25	2,62	0,93
		10,0	0,20	0,29	3,40	2,79	7,51	3,73	—	2,20	1,42		19,20	1,81	4,50	6,17	0,57		5,49	7,53	0,74		3,67	5,02	0,49
		20,0	0,23	0,38	3,46	2,88	17,42	1,65	0,33	2,76	1,53		48,00	0,93	10,45	12,17	0,31		12,75	14,85	0,38		8,49	9,90	0,25
4,0	2,5	2,98	0,18	0,28	4,36	2,78	0,50	56,0	—	0,11	1,02	0,333	0,92	3,35	—	—	—	0,406	0,36	2,41	3,80	0,271	—	—	—
		5,00	0,18	0,28	4,36	2,78	2,52	11,1	—	0,58	1,11		5,00	3,44	1,51	3,19	1,15		1,84	3,89	1,40		1,23	2,60	0,93
		10,0	0,21	0,30	4,42	2,80	7,50	3,74	—	1,70	1,32		17,85	1,81	4,50	6,18	0,60		5,48	7,53	0,74		3,66	5,02	0,49
		20,0	0,30	0,40	4,60	2,90	17,40	1,67	0,44	2,60	1,50		47,00	0,93	10,42	12,17	0,31		12,70	14,85	0,38		8,50	9,90	0,25

Расчетная схема



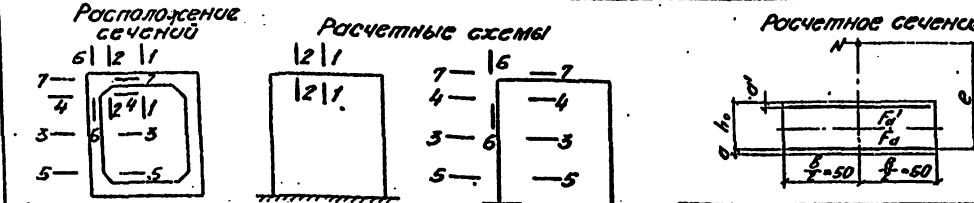
Схемы нагрузок.



Примечания:

1. Нагрузки определены в соответствии с техническими условиями проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб СН 200-62.
2. Временная нагрузка Н-30 и НК-80.
3. По схеме II определены нагрузки для дополнительной проверки стоек по прочности при высоте засыпки над трубой 0,5 м.

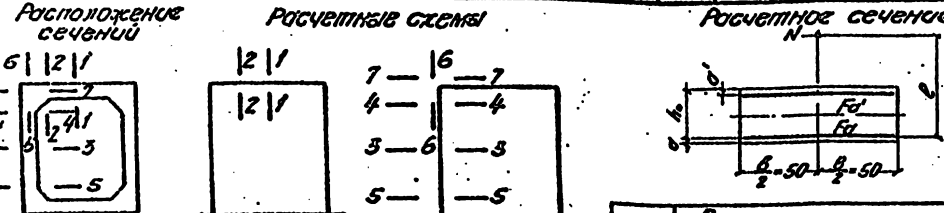
Расчеты и обозначения	Цифры	Отв. 2,0x2,0 м														Отв. 2,5x2,0 м																				
		H _{рас} = 5,0 м							H _{рас} = 10,0 м							H _{рас} = 5,0 м							H _{рас} = 10,0 м													
		Сечения							Сечения							Сечения							Сечения													
		1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7							
M _p	TCM	+4,67	+0,91	+0,71	-1,59	+0,11	-3,01	-3,01	+13,55	+3,82	+1,57	-3,16	+0,43	-6,25	-6,25	+27,41	+9,05	+3,20	-4,41	+0,44	-11,41	-11,41	+74,5	+1,07	+0,60	-2,00	+0,20	-3,82	-3,82	+19,80	+4,00	+0,53	-5,10	+1,22	-8,27	-8,27
N _p	TC	3,89	3,89	12,71	12,71	10,43	5,90	12,71	6,82	6,82	32,62	32,62	25,00	11,16	32,62	13,61	15,61	62,40	62,40	47,20	21,94	62,40	3,98	3,98	15,16	15,16	12,50	6,50	15,16	6,90	6,90	29,30	29,30	38,28	13,14	38,28
h	CM	23,0	23,0	13,0	13,0	13,0	31,0	23,0	23,0	13,0	13,0	13,0	31,0	23,0	23,0	16,0	16,0	16,0	41,4	28,0	26,0	26,0	17,0	17,0	17,0	35,5	28,0	25,0	26,0	17,0	17,0	17,0	35,5	28,0	25,0	26,0
h ₀	CM	18,9	18,9	10,4	10,4	10,4	29,2	18,9	18,9	10,4	10,4	10,4	29,2	18,9	18,9	13,4	13,4	13,4	38,8	25,4	21,9	21,9	14,4	14,4	14,4	32,9	25,4	21,9	21,9	14,4	14,4	14,4	32,9	25,4	21,9	21,9
0,55h ₀	CM	10,4	10,4	5,7	5,7	5,7	16,1	10,4	10,4	5,7	5,7	5,7	16,1	10,4	10,4	7,4	7,4	7,4	21,3	14,0	12,1	12,1	7,9	7,9	7,9	18,1	14,0	12,1	12,1	7,9	7,9	7,9	18,1	14,0	12,1	12,1
σ	CM	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1
σ'	CM	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	—
e = Ne + h/2 - d	CM	17,45	28,12	9,96	15,41	0,77	6,32	32,83	20,67	63,41	0,10	15,53	5,22	68,30	28,51	23,74	78,40	10,65	12,46	6,10	70,11	29,68	19,40	35,80	10,38	19,62	0,01	74,00	36,62	29,60	65,90	0,38	19,42	9,09	83,60	34,85
F _d	CM ²	32,20	32,20	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
F _a	CM ²	32,20	32,20	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
X ₀	CM	2,51	2,51	0,88	1,26	1,26	—	—	0,63	1,88	1,88	1,88	—	—	—	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
N _p ≤ R _b (b ₀ - x ₀)/h ₀	TCM	+7,28	+1,79	+2,41	-2,96	+1,96	-7,02	-6,27	—	—	+3,78	-5,09	+3,19	+0,42	-1,48	—	—	+7,95	—	—	—	—	+3,52	+3,52	—	—	—	—	—	+3,52	+3,52	—	—	—	—	—
M _p ≤ R _b (b ₀ - x ₀)/h ₀ · R _b F _d (h ₀ - d)	TCM	—	—	—	—	—	—	—	+14,77	+14,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M _p ≤ R _b (b ₀ - x ₀)/h ₀ · R _b F _d (h ₀ - d)	TCM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N _p ≤ M _p	TCM	+4,96	+1,70	+1,27	-2,09	+0,81	-3,79	-4,17	+14,00	+4,32	+2,64	-4,45	+1,06	-7,73	-9,23	+19,09	+10,67	+6,65	-7,79	+3,81	-15,38	-18,53	+7,83	+1,43	+1,57	-2,98	+1,21	-4,02	-5,67	+24,40	+4,62	+2,26	-7,44	+3,48	-11,00	-13,36
M _p	TCM	+3,65	—	—	-1,35	—	—	—	+10,66	—	—	-2,64	—	—	—	+21,40	—	—	-3,66	—	—	—	+16,00	—	—	-1,78	—	—	—	+15,92	—	—	-4,29	—	—	—
N _p	TC	3,93	—	—	-10,06	—	—	—	7,04	—	—	-27,34	—	—	—	14,00	—	—	-52,18	—	—	—	4,17	—	—	-12,97	—	—	—	7,15	—	—	-32,10	—	—	—
Z = h ₀ - 2e ₀ (z = h ₀ - d)	CM	17,51	17,51	—	9,34	—	—	—	16,30	16,30	—	8,37	—	—	—	24,43	24,43	—	10,87	—	—	—	20,51	20,51	—	13,58	—	—	—	18,66	18,66	—	12,25	—	—	—
(e-z) = (h ₀ - d)/2 - e	CM	10,98	—	—	7,15	—	—	—	14,24	—	—	5,21	—	—	—	18,94	—	—	1,61	—	—	—	18,22	—	—	6,04	—	—	—	21,90	—	—	7,01	—	—	—
σ ₀ = 4(e-z) ² /h ₀ ²	CM ²	15,68	—	—	10,58	—	—	—	17,79	—	—	14,40	—	—	—	24,70	—	—	14,05	—	—	—	17,13	—	—	14,68	—	—	—	18,56	—	—	16,70	—	—	—
√R _s = √(E _s /R _s)	CM	12,70	—	—	9,26	—	—	—	8,56	—	—	7,56	—	—	—	7,59	—	—	11,08	—	—	—	12,69	—	—	13,11	—	—	—	7,58	—	—	7,84	—	—	—
d _н = 30 √(F _d /R _s)	CM	20,09	—	—	20,01	—	—	—	20,01	—	—	20,08	—	—	—	20,13	—	—	20,11	—	—	—	20,16	—	—	20,14	—	—	—	20,10	—	—	20,09	—	—	—
Q ₁	TC	—	4,23	—	3,95	—	—	—	—	20,44	—	7,53	—	—	—	—	38,28	—	13,41	—	—	—	—	10,35	—	4,44	—	—	—	—	25,21	—	8,78	—	—	—
Q ₂ ≤ R _{p0} = 32	TC	—	4,69	—	4,24	—	—	—	—	12,54	—	8,75	—	—	—	—	15,66	—	12,38	—	—	—	—	5,05	—	3,27	—	—	—	—	13,51	—	7,17	—	—	—
Q ₀ ≤ Q ₂	TC	—	9,63	1,10	4,68	—	—	—	24,37	2,27	9,74	6,01	32,62	11,16	—	45,83	3,09	16,05	12,40	62,40	21,94	—	12,11	1,57	5,18	3,26	15,16	6,50	—	30,09	4,09	10,46	4,62	38,28	13,14	—
Корректировка коэффициента λ ₁ по площади сечения F ₁	CM ²	—	58,10	—	5,85	—	—	—	68,10	—	—	5,85	—	—	—	78,10	—	—	5,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Угол зажима U ₀	CM	—	15	—	12	—	—	—	—	10	—	12	—	—	—	—	10	—	8	—	—	—	—	10	—	15	—	—	—	—	10	—	15	—	—	—
Q ₀ = 30 √(F _d /U ₀)	TCM	—	39,8	—	17,9	—	—	—	—	9,55	—	11,9	—	—	—	—	11,93	—	26,8	—	—	—	—	5,97	—	17,9	—	—	—	—	9,54	—	17,2	—	—	—
Q ₀ ≤ √(6R _b h ₀ Q ₀ gB - Q ₀ U ₀)	TC	—	37,56	—	11,05	—	—	—	—	45,86	—	11,05	—	—	—	—	79,49	—	18,67	—	—	—	—	44,79	—	15,59	—	—	—	—	54,63	—	15,34	—	—	—
Q ₀ = R _b Q ₀	TCM	—	1623	—	1623	—	—	—	—	1594	—	1593	—	—	—	—	1587	—	1587	—	—	—	—	1670	—	1432	—	—	—	—	1599	—	1598	—	—	—
F ₂ = 9,707 B	CM ²	—	2673	—	1471	—	—	—	—	2673	—	1471	—	—	—	—	3946	—	1885	—	—	—	—	3098	—	2037	—	—	—	—	3098	—	2037	—	—	—
R _s = 1/250 √(E _s /R _s)	CM	—	252	—	160	—	—	—	—	99	—	116	—	—	—	—	116	—	129	—	—	—	—	292	—	360	—	—	—	—	100	—	164	—	—	—
d _н = 30 √(F _d /R _s)	CM	—	20,18	—	20,15	—	—	—	—	20,11	—	20,12	—	—	—	—	20,12	—	20,13	—	—	—	—	20,18	—	20,19	—	—	—	—	20,11	—	20,15	—	—	—



Примечания:

1. Определение расчетных нагрузок, усилий и подбор сечений производится в соответствии с СНиП 200-62, СНиП 55-67.
2. При определении расчетных усилий в сечениях ригеля (сеч. 1-1; 2-2) принята расчетная схема рамы с жестким контуром, в сечениях стоек и улиток расчетная схема по формуле рамы с жестко заделанными стойками.
3. Марка бетона - М300. Проверка прочности на сжатие при изгибе R_b = 150 кгс/см².
4. Решетка арматуры периодического профиля из стали класса А-I марки ВСт3пс R_b = 2400 кгс/см²; проволочная арматура класса А-I марки ВСт3пс R_b = 2400 кгс/см²; проволочная арматура класса А-I марки ВСт3пс R_b = 2400 кгс/см²; проволочная арматура класса А-I марки ВСт3пс R_b = 2400 кгс/см².
5. Величина раскрытия трещин определена по формуле: $d_{тр} = 30 \sqrt{\frac{F_d}{R_s}} \psi \sqrt{R_s} \le 400 \mu m$; где $\psi = 0,5$.
6. В расчете положены усилия при расчетной высоте носов, в моменте при минимальной высоте носов по I системе армирования.

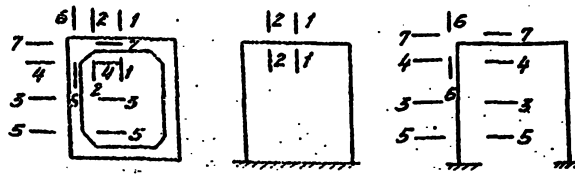
Расчеты	Формулы и обозначения	Единицы	Отв. 2,5x2,0 м							Отв. 3,0x2,5 м							Отв. 3,0x2,5 м							Отв. 3,0x2,5 м							
			$H_{ног} = 20,0 м$							$H_{ног} = 5,0 м$							$H_{ног} = 10,0 м$							$H_{ног} = 20,0 м$							
			Сечения							Сечения							Сечения							Сечения							
			1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	
По прочности нормальных сечений	M_p	TCM	42,21	10,62	12,36	8,97	12,01	11,52	11,32	19,17	1,21	1,13	2,75	0,44	5,19	5,19	24,40	4,82	0,91	6,66	2,22	11,87	11,87	59,75	13,72	2,10	17,03	4,20	29,56	29,56	
	N_p	TC	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	4,95	4,95	16,00	16,00	16,00	7,40	16,00	8,46	8,46	30,88	40,00	40,00	14,87	40,00	16,85	16,85	12,30	95,60	95,60	32,90	95,60
	h	CM	39,5	37,0	20,0	20,0	20,0	47,0	32,0	29,0	29,0	20,0	20,0	20,0	40,7	33,2	29,0	29,0	20,0	20,0	40,00	40,00	40,7	33,2	41,0	38,0	23,0	23,0	23,0	50,2	57,7
	h_0	CM	35,1	32,6	17,4	17,4	17,4	44,4	30,2	24,9	24,9	17,4	17,4	17,4	38,1	30,6	24,9	24,9	17,4	17,4	38,1	38,1	30,6	36,6	33,6	20,2	20,2	20,2	47,4	34,9	
	$0,55h_0$	CM	19,31	17,93	9,57	9,57	9,57	24,42	16,61	13,70	13,70	9,57	9,57	9,57	20,96	16,83	13,70	13,70	9,57	9,57	20,96	20,96	16,83	16,83	11,11	11,11	11,11	11,11	25,07	19,20	
	d	CM	4,4	4,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	4,1	4,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	d'	CM	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—
	$e = \frac{M_p}{N_p} - a$	CM	32,07	32,03	10,76	18,92	9,00	07,57	36,05	185,65	34,04	14,46	24,59	10,15	87,89	46,44	204,11	67,37	8,75	24,05	12,95	97,58	43,60	570,70	96,02	11,60	26,16	13,00	11,07	46,86	
	F_a	CM ²	12,85	12,85	5,10	17,10	17,10	17,10	17,10	5,20	5,20	5,20	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	15,20	15,20	5,10	14,10	5,10	14,10	14,10	10,25	16,25	16,25	20,10	20,10	20,10	
	F_a'	CM ²	0,42	0,42	3,93	3,93	3,93	—	—	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	—	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	—	—	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	—	—
	λ_d	CM	7,92	7,92	0,63	1,51	1,51	8,14	2,14	2,51	2,51	0,63	1,26	1,26	1,26	1,26	6,40	6,40	0,63	1,76	0,63	1,76	1,76	10,11	10,11	10,11	0,99	3,45	—	4,93	4,93
	χ_N	CM	0,92	0,92	0,19	5,19	5,19	1,73	5,19	0,33	0,33	1,07	1,07	1,07	0,49	1,07	0,56	0,56	2,05	2,67	0,99	2,67	2,67	1,12	1,12	4,81	6,39	6,39	2,20	6,39	
	$N_{p,R} = R_{b,0} B (1 + \chi_N) (h_0 - \frac{\lambda_d z}{2})$	TCM	—	—	10,32	—	—	24,65	23,10	10,00	10,00	4,22	5,67	5,67	9,77	10,29	—	—	6,46	9,89	17,75	15,14	10,86	—	—	—	—	—	15,80	19,65	
	$N_{p,R} = R_{b,0} B \chi_N (h_0 - \frac{\lambda_d z}{2}) + R_{a,0} F_a (h_0 - d)$	TCM	—	—	12,92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$N_{p,R} = R_{b,0} B (1 + \chi_N) (h_0 - \frac{\lambda_d z}{2}) + R_{a,0} F_a (h_0 - d)$	TCM	40,05	44,15	—	15,52	15,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,15	26,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
$N_{p,R} \leq N_{p,R}$	TCM	44,39	12,59	5,04	14,72	7,77	22,75	20,05	19,60	1,72	2,31	3,95	1,62	6,50	7,43	124,86	5,70	2,69	9,62	15,18	14,51	17,47	162,46	16,17	11,20	25,57	12,50	35,89	40,93		
По прочности продольных сечений	M_N	TCM	34,10	—	—	7,35	—	—	7,35	—	—	2,36	—	—	—	19,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N_N	TC	14,16	—	—	64,94	—	—	5,17	—	—	13,77	—	—	—	8,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$Z = h_0 - \frac{\lambda_d z}{2}; (z = h_0 - d')$	CM	30,68	30,68	—	14,05	—	—	23,48	23,48	—	16,24	—	—	—	21,42	21,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$(e - z) = (\frac{M_N}{N_N} + \frac{d'}{2} - a) - Z$	CM	22,40	—	—	4,67	—	—	129,09	—	—	8,30	—	—	—	211,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\sigma_a = \frac{M_N (e - z)}{I_{x,0}}$	CM/CM ³	1765	—	—	16,10	—	—	18,10	—	—	855	—	—	—	1825	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\sqrt{R_s} = \sqrt{\frac{e - z}{\sigma_a}}$	CM ^{0,5}	8,04	—	—	7,11	—	—	12,69	—	—	9,27	—	—	—	7,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$d_m = 3,0 \frac{\sigma_a}{F_a} \psi \sqrt{R_s}$	CM	0,010	—	—	0,008	—	—	0,016	—	—	0,006	—	—	—	0,010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Q_d	TC	—	50,18	—	15,20	—	—	—	—	—	10,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$Q_d \leq R_{p,0} = 32$	TC	—	15,36	—	11,59	—	—	—	—	—	4,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$Q_d \leq Q_{d,0}$	TC	—	60,15	6,90	19,50	9,84	77,06	23,90	—	—	12,65	1,58	5,91	4,35	15,99	7,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
По прочности поперечных сечений	Компьютерная программа	CM ²	—	120,10	—	5,06	—	—	—	—	5,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Площадь сечения	CM ²	—	9,42	—	1,47	—	—	—	—	1,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Шаг хомутов U_0	CM	—	10	—	7,5	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$Q_{r,0} = \frac{R_{a,0} F_a}{U_0}$	TCM	—	1432	—	286	—	—	—	—	597	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$Q_{r,0} \leq \sqrt{0,6 R_{b,0} h_0^2 (1 + 0,6 - 0,1 \chi_N) U_0}$	TC	—	10271	—	25,77	—	—	—	—	51,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$Q_{r,0} \leq R_{a,0} \frac{F_a}{U_0}$	TCM	—	1585	—	1566	—	—	—	—	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
По прочности поперечных сечений	$F_z = \frac{h_0}{0,707} B$	CM ²	—	4511	—	2461	—	—	—	3522	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$R_z = \frac{F_a}{F_z} \leq R_{a,0}$	CM	—	84	—	134	—	—	—	199	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$d_m = 3,0 \frac{\sigma_a}{F_a} \psi \sqrt{R_s}$	CM	—	0,010	—	0,013	—	—	—	—	0,016	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



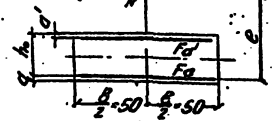
Хомуты из стали класса А-III марки ВСт.5сп.2; $R_{a,0} = \max R_a = 0,9 \cdot 2400 = 1920 \text{ кг/см}^2$
 Примечания см. на листе 2.

Расчеты	Формулы и обозначения	Универсальность	Отв. 4,0 x 2,5 м																					
			Н _{рас} = 5,0							Н _{рас} = 10,0 м							Н _{рас} = 20,0 м							
			освещения							сечения							сечения							
			1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	
По прочности нормативных сечений	M _p	TCM	+16,0	+0,97	-0,50	-4,91	+1,15	-0,04	-0,04	+39,01	+3,31	-2,32	-12,64	+4,30	-19,50	-19,50	+100,34	+12,27	-6,26	-31,28	+9,14	-42,74	-42,74	
	N _p	TC	5,02	5,02	17,30	20,45	20,45	8,91	20,45	8,58	8,58	39,9	43,35	49,35	18,85	49,35	17,09	17,09	123,40	123,40	123,40	42,93	123,40	
	h	CM	30,0	30,0	21,0	21,0	21,0	41,8	34,3	30,0	30,0	21,0	21,0	21,0	41,8	34,3	43,5	40,0	30,0	30,0	30,0	53,3	45,0	
	h ₀	CM	25,6	25,6	18,2	18,2	18,2	39,0	31,5	25,6	25,6	18,2	18,2	18,2	39,0	31,5	38,8	35,3	25,9	25,9	25,9	49,2	40,9	
	0,55h ₀	CM	14,08	14,08	10,01	10,01	10,01	21,45	17,53	14,08	14,08	10,01	10,01	10,01	17,53	14,08	21,34	19,42	14,25	14,25	14,25	27,06	22,50	
	a	CM	4,4	4,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	4,4	4,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	4,7	4,7	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
	a'	CM	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	—	—	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	—	—	—	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	—	
	$\sigma = \frac{M_p}{N_p} + \frac{h-a}{z}$	CM	32,35	29,97	14,53	31,71	13,23	10,34	53,67	46,98	49,10	13,01	12,43	33,51	16,50	12,97	54,03	60,48	87,10	16,46	56,25	18,31	136,00	57,90
	F _a	CM ²	6,25	6,25	3,14	11,04	5,21	11,04	15,25	13,25	13,25	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10	20,10
	F _a '	CM ²	6,25	6,25	3,14	5,21	5,21	—	—	6,25	6,25	3,14	3,14	3,14	—	—	—	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	—	—
	X _a	CM	4,71	4,71	1,23	2,71	1,23	2,71	2,71	4,71	4,71	—	—	3,45	1,48	4,93	4,93	18,41	18,41	—	4,02	—	8,04	8,04
	X _n	CM	0,33	0,33	1,15	1,36	1,36	0,59	1,36	0,57	0,57	2,53	3,29	3,29	1,25	3,29	1,14	1,14	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
	M _{пр} = R _b B(k _н x _a)(h ₀ - $\frac{x_a}{2}$)	TCM	+17,45	+17,45	-6,07	-9,97	+6,57	-10,49	-17,99	—	—	-12,73	—	+11,32	-33,34	-33,74	—	+35,90	—	—	—	-71,53	-79,96	
	M _{пр} = R _b B(k _н x _a)(h ₀ - $\frac{x_a}{2}$) + R _с F _a (h ₀ - a')	TCM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+11,58	—	—	—	—	—	—	—	-40,04	—	+40,04	—	
	M _{пр} = R _b B(k _н x _a)(h ₀ - $\frac{x_a}{2}$) + R _с F _a (h ₀ - a)	TCM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+14,96	+30,47	—	-12,41	—	—	+10,60	—	—	-13,18	—	—	
N _{пр} ≤ M _{пр}	TCM	+16,54	+1,50	-1,83	-6,48	+2,70	-9,65	+10,90	+40,13	+4,22	-5,25	-16,44	+8,18	-22,99	-26,66	+103,25	+14,89	-20,31	-44,73	+22,59	-58,42	-71,45		
По раскрытию трещин в нормативных сечениях	M _n	TCM	+13,25	—	—	-4,20	—	—	—	+31,82	—	—	-10,44	—	—	—	+18,20	—	—	-25,57	—	—		
	N _n	TC	5,25	—	—	17,65	—	—	—	8,89	—	—	41,46	—	—	—	17,56	—	—	103,00	—	—		
	z = h ₀ - $\frac{x_a + z_0}{2}$ (z = h ₀ - a')	CM	23,00	23,00	—	16,17	—	—	—	23,89	20,38	—	14,84	—	—	—	29,02	31,50	—	19,77	—	—		
	(e-z) = ($\frac{M_n}{N_n} + \frac{h_0}{2} - a$) - z	CM	24,06	—	—	15,33	—	—	—	34,79	—	—	18,02	—	—	—	45,50	—	—	15,96	—	—		
	$\sigma_0 = \frac{N_n(e-z)}{F_a}$	кг/см ²	1858	—	—	988	—	—	—	1750	—	—	1635	—	—	—	1964	—	—	1655	—	—		
	$\sqrt{R_s} = \sqrt{\frac{F_a}{F_a}}$	CM	11,37	—	—	0,53	—	—	—	7,19	—	—	6,32	—	—	—	6,44	—	—	7,09	—	—		
	$\sigma_m = 3,0 \frac{F_a}{F_a} \psi \sqrt{R_s}$	CM	0,015	—	—	0,006	—	—	—	0,009	—	—	0,007	—	—	—	0,008	—	—	0,008	—	—		
	$\sigma_{тр} = \frac{M_n}{Bz} \leq R_{тр} = 32$	кг/см ²	—	6,17	—	3,35	—	—	—	16,85	—	—	8,89	—	—	—	—	26,40	—	—	15,02	—	—	
	$Q_p \leq Q_{пд}$	TC	—	17,13	3,09	7,36	3,11	20,45	8,91	—	40,83	0,12	15,71	3,57	49,33	18,85	—	100,49	20,28	35,49	11,52	123,40	42,93	
	По прочности по раскрытию трещин	Количество хомутов D _х в площади сечения F _х	CM ²	—	6,12	—	5,28	—	—	—	6,12	—	6,08	—	—	—	—	6,08	—	—	6,08	—	—	
число хомутов U _х		CM	—	15	—	9	—	—	—	15	—	9	—	—	—	—	15	—	—	20	—	—		
$Q_{пд} = \sqrt{0,6 R_b} h_0^2 \sigma_0 - Q_{пд} U_{х0}$		T	—	59,52	—	31,80	—	—	—	65,28	—	34,34	—	—	—	—	105,65	—	—	36,81	—	—		
$\sigma_{тр} = R_b \frac{M_n}{Bz}$		кг/см ²	—	1396	—	1407	—	—	—	2002	—	1592	—	—	—	—	1989	—	—	1588	—	—		
$F_x = \frac{M_n}{\sigma_{тр} z}$		CM ²	—	3621	—	2574	—	—	—	3621	—	2574	—	—	—	—	4393	—	—	3663	—	—		
$R_s = \frac{M_n}{\sigma_{тр} z} + n \cdot d \cdot \sigma_{тр}$	CM	—	174	—	133	—	—	—	90	—	86	—	—	—	—	81	—	—	116	—	—			
$\sigma_m = 3,0 \frac{F_a}{F_a} \psi \sqrt{R_s}$	CM	—	0,019	—	0,012	—	—	—	0,014	—	0,011	—	—	—	—	0,013	—	—	0,016	—	—			

Расположение сечений



Расчетное сечение



* Хомуты из стали класса А-Э марки ВСт.5сп2; R_{ст} = m_{ст} · R_б = 0,8 · 2400 = 1920 кг/см²

Примечания см. на листе 2.

Условия работы звеньев труб	Отверстие трубы м	Пределы применения по высоте насыпи м	Толщина стальной м	Толщина ригеля см	Ширина по внешнему контуру трубы Д, м	Расстояние от по- верхности основания насыпи до верха трубы н	Высота засыпки над трубой Н _{зас} , м	Коэффициенты					Нагрузки					Расчетные усилия		Количество арматуры	
								Вертикальные		Горизонтальные при γ = 35°			M _{γ-1}	N _{γ-1}	F ₀	F ₀					
								постоян- ные	времен- ные	постоянные		времен- ные									
								$\rho \cdot c \cdot \gamma \cdot H_{зас}$	q	$R'_p = \rho \cdot \delta \cdot H_{зас}$	$R''_p = \rho \cdot \delta \cdot H_{зас} \cdot \cos(\alpha)$	$R_\gamma = \gamma \cdot h \cdot q$	M _{γ-1}	N _{γ-1}	F ₀	F ₀					
тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тсм	тс	см ²	см ²													
2,00 × 2,00	до 5,0	13	17	2,26	2,17	3,13	10,00	—	1,35	1,26	6,96	3,13	1,49	2,58	0,84	+4,67	3,89	13,95	16,93		
	5,1 - 9,5	13	23	2,26	2,23	7,97	4,41	—	3,35	3,64	22,34	1,80	3,69	4,78	0,49	+13,92	6,82	31,70	31,40		
	9,6 - 17,0	16	32	2,32	2,32	14,99	2,32	0,36	3,80	1,73	46,64	1,05	7,30	6,43	0,28	+27,76	11,63	44,80	43,96		
2,50 × 2,00	до 5,0	13	20	2,76	2,20	3,10	11,18	—	1,07	1,20	6,60	3,14	1,48	2,58	0,85	+2,45	3,98	20,40	21,60		
	5,1 - 10,0	17	26	2,84	2,26	8,04	4,21	—	2,83	3,54	22,50	1,72	3,92	4,78	0,47	+19,87	6,90	41,10	43,96		
	10,1 - 17,0	20	37	2,90	2,37	14,93	2,37	0,46	3,66	1,70	45,70	1,06	7,27	6,43	0,29	+41,88	11,78	59,00	59,10		
3,00 × 2,50	до 5,0	16	22	3,32	2,72	2,58	16,67	—	0,74	1,14	3,45	3,45	1,22	2,58	0,93	+3,17	4,95	22,00	23,10		
	5,1 - 10,0	20	29	3,40	2,79	7,51	5,57	—	2,20	1,42	19,20	1,81	3,66	4,78	0,49	+24,40	8,46	45,10	47,10		
	10,1 - 17,0	23	38	3,46	2,88	14,92	2,90	0,57	3,86	1,74	46,50	1,06	7,28	6,43	0,29	+58,37	14,86	77,40	78,50		
4,00 × 2,50	до 5,0	18	28	4,36	2,78	2,52	16,8	—	0,56	1,10	3,00	3,45	1,21	2,58	0,93	+16,01	5,02	28,50	31,40		
	5,1 - 10,0	21	30	4,42	2,80	7,50	5,60	—	1,70	1,32	19,85	1,81	3,66	4,78	0,49	+39,07	8,58	61,90	68,74		
	10,1 - 16,0	30	40	4,60	2,90	15,40	2,82	0,84	3,27	1,62	45,00	1,03	7,50	6,43	0,28	+95,80	15,18	119,50	140,20		

Условия работы звеньев труб	Отверстие трубы м	Минимальная допу- стимая высота засыпки м	Толщина стальной м	Толщина ригеля см	Ширина по внешнему контуру трубы Д, м	Расстояние от поверх- ности основания насыпи до верха трубы н	Высота засыпки над трубой Н _{зас} , м	Коэффициенты					Нагрузки					Расчетные усилия		Количество арматуры																												
								Вертикальные		Горизонтальные при γ = 35°			M _{γ-1}	N _{γ-1}	F ₀	F ₀																																
								постоян- ные	времен- ные	постоянные		времен- ные																																				
								$\rho \cdot c \cdot \gamma \cdot H_{зас}$	q	$R'_p = \rho \cdot \delta \cdot H_{зас}$	$R''_p = \rho \cdot \delta \cdot H_{зас} \cdot \cos(\alpha)$	$R_\gamma = \gamma \cdot h \cdot q$	M _{γ-1}	N _{γ-1}	F ₀	F ₀																																
тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тс/м ²	тсм	тс	см ²	см ²																																								
2,00 × 2,00	0,60	13	17	2,26	2,17	0,27	1,05	1,15	4,90	0,29	1,35	—	+3,10	1,30	10,00	16,93																																
																	2,50 × 2,00	13	20	2,76	2,20	0,21	1,04	1,12	4,90	0,29	1,37	—	+4,32	4,33	12,12	21,60																
																																	3,00 × 2,50	16	22	3,32	2,72	0,18	1,03	1,11	4,90	0,29	1,65	—	+5,45	1,92	13,25	47,10
2,00 × 2,00	0,50	13	17	2,26	2,17	0,22	1,04	0,94	3,34	0,24	1,31	0,30	+2,75	3,10	9,20	16,93																																
																	2,50 × 2,00	13	20	2,76	2,20	0,21	1,04	0,94	3,34	0,24	1,32	0,30	+4,69	3,28	12,70	21,60																
																																	3,00 × 2,50	16	22	3,32	2,72	0,15	1,03	0,93	3,34	0,24	1,60	0,30	+6,17	4,38	15,10	47,10
2,00 × 2,00	0,50	15	17	2,26	2,17	0,22	1,04	0,94	4,10	0,24	1,31	1,10	+2,48	2,73	—	—																																
																	2,50 × 2,00	13	20	2,76	2,20	0,21	1,04	0,94	4,10	0,24	1,32	1,10	+4,39	2,72	—	—																
																																	3,00 × 2,50	16	22	3,32	2,72	0,15	1,03	0,93	4,10	0,24	1,60	1,10	+5,94	4,14	—	—
4,00 × 2,50	18	28	4,36	2,78	0,11	1,02	0,92	4,10	0,24	1,63	1,10	+10,50	4,26	—	—																																	

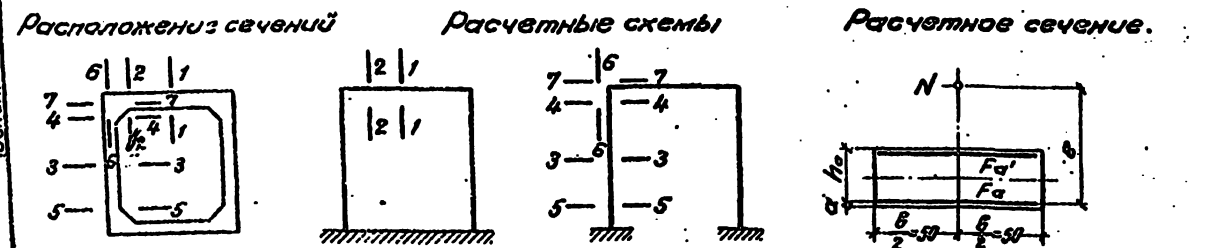
Примечания:

1. Расчетные нагрузки и усилия определены в соответствии с техническими условиями проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб СН 200-62.
2. Временная нагрузка принята Н-30 и НК-80.
3. Расстояние от верха полотна насыпи до верха покрытия 30 см.
4. Динамический коэффициент для временной вертикальной нагрузки от автомобилей (Н-10) и бульдозеров (Д-384) принят 1,3, от подвижного состава - 1,5.
5. Подбор сечений дан на листах 2-4.

ТК	Сборные железобетонные прямоугольные водопроницаемые трубы для железных и автомобильных дорог. Число 1. Трубы под автомобильные дороги. Материалы для проектирования.	1072/γ-10	3.501-104
1978г.	Расчетный лист звеньев труб для особых условий работы		лист 5

Отверстие трубы, м	Высота трубы, м	Высота насыпи, м	Толщина стенок, м	Толщина ривеля, м	Ширина по внешнему контуру трубы, Д, м	Расстояние от верха насыпи до верха трубы, Н, м	Высота насыпи над трубой, Н _{нас} , м	Коэффициенты		Нормативные нагрузки (γ _н =30°)				Горизонтальные нагрузки						
								А = Н _{нас} / Д	С = 1 + АМ / γ _н У	Вертикальные		Горизонтальные		γ _н = 25°, М _н = 0,406		γ _н = 35°, М _н = 0,871				
										Постоянные	Временные	Постоянные	Временные	Постоянные	Временные	Постоянные	Временные			
2,0	2,5	2,87	0,13	0,17	2,26	2,67	0,50	0,22	1,04	0,94	9,35	0,30	1,90	3,11	0,36	2,32	3,80	0,24	1,55	2,53
		5,0	0,13	0,17	2,26	2,67	2,53	1,16	1,22	4,73	3,37	1,58	3,18	1,12	1,92	3,87	1,37	1,28	2,58	0,91
2,5	2,5	2,90	0,13	0,20	2,76	2,70	0,50	0,18	1,03	0,93	9,35	0,30	1,92	3,11	0,36	2,34	3,80	0,24	1,56	2,63
		5,0	0,13	0,20	2,76	2,70	2,60	0,94	1,18	4,68	3,39	1,56	3,18	1,13	1,90	3,87	1,38	1,27	2,58	0,92

Высота насыпи	Схема нагружения	Усилия	Отверстия, м													
			2,0 × 2,5							2,5 × 2,5						
			Сечения													
Минимальная	Несимметричная	M	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7
			N	3,97	1,67	0,97	-0,37	-3,26	-1,22	-1,22	6,74	1,95	0,88	-0,77	-3,06	-1,77
		Q	4,31	4,33	15,44	15,44	15,44	4,31	15,44	5,40	5,23	16,28	17,17	17,78	5,40	17,17
		N	3,45	1,39	0,60	-0,07	-2,30	-0,93	-0,93	5,94	1,77	0,52	-0,43	-2,14	-1,45	-1,45
			Q	3,12	3,12	13,73	13,73	13,73	3,12	13,73	4,58	4,58	15,75	15,75	15,75	4,58
		Симметричная	M	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6
	N			3,97	-1,29	0,37	-3,53	2,45	-4,37	-4,37	6,74	-1,12	0,23	-4,06	2,67	-4,91
	Q		4,31	4,51	15,44	15,44	15,14	5,61	18,11	5,40	5,92	17,78	17,78	17,41	6,20	19,34
	N		3,45	-0,74	0,15	-2,85	1,87	-3,34	-3,34	5,94	-0,56	0,03	-3,31	2,05	-3,73	-3,73
			Q	3,12	3,12	13,73	13,73	13,73	4,07	13,21	4,58	4,58	15,75	15,75	15,75	4,67
	Максимальная		M	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6
		N		2,83	-0,53	1,29	-1,50	-1,05	-2,49	-3,00	5,05	-0,39	1,18	-1,94	-0,87	-3,04
Q		4,33	6,05	10,70	10,70	10,70	4,33	10,70	5,12	7,12	13,16	13,16	13,16	5,12	13,16	
N		0	7,89	0,40	4,96	5,38	10,70	6,05	0	10,16	0,74	5,86	5,87	13,16	7,12	7,12
		Q	2,24	-0,22	0,85	-1,25	-0,68	-2,35	-2,35	4,13	-0,06	0,76	-1,61	-0,51	-2,85	-2,85
M		4,43	4,43	9,26	9,26	9,26	4,43	9,26	5,21	5,21	11,40	11,40	11,40	5,21	11,40	
	Q	0	6,84	0,42	3,66	3,67	9,26	4,43	0	8,80	0,69	4,34	3,85	11,40	5,21	



Примечания:
 1. Схема нагрузок приведена на листе 1.
 2. Примечания п. 1-6 см. лист 2.

Расчеты	Формулы и обозначения	Универсальность	Отв. 2,0 м							Отв. 2,5 м						
			Н _{нас} = 2,87 - 5,0 м													
			Сечения													
	M _p	тсм	3,97	-1,29	1,29	-3,53	2,45	-4,37	-4,37	6,74	-1,12	1,18	-4,06	2,67	-4,91	-4,91
	N _p	тс	4,31	4,51	10,70	15,44	15,14	5,61	18,11	4,40	5,92	13,16	17,78	17,41	6,20	19,34
	h	см	17,0	17,0	13,0	13,0	13,0	25,9	22,5	20,0	20,0	13,0	13,0	13,0	28,8	23,0
	h ₀	см	14,2	14,4	10,2	10,2	10,2	23,1	19,7	17,2	17,4	10,4	10,2	10,4	26,2	20,2
	0,55 h ₀	см	7,8	7,9	5,6	5,6	5,6	12,7	10,8	9,5	9,6	5,7	5,6	5,7	14,4	11,1
	σ	см	2,8	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,5	2,6	2,8	2,6	2,6	2,8
	α	см	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	—	—	2,6	2,8	2,8	2,6	2,8	—	—
	e = $\frac{M_p}{N_p} + \frac{h}{2} - \alpha$	см	37,8	34,5	15,8	26,6	19,9	88,1	32,6	160,4	26,3	12,9	26,5	19,2	91,0	34,1
	F _a	см	9,14	5,91	7,91	5,91	7,91	7,91	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25
	F _{a'}	см	5,91	9,14	8,61	7,91	8,61	—	—	5,91	12,61	8,61	8,61	8,61	—	—
	X _a	см	2,22	0,63	1,72	2,60	1,72	2,60	2,60	2,96	0,63	1,97	2,60	1,97	2,60	2,60
	X _N	см	0,29	0,30	0,71	1,03	1,01	0,37	1,21	0,29	0,39	0,88	1,19	1,16	0,41	1,29
	M _{np} = R _{ub} (X _a +X _N)(h ₀ - $\frac{X_a+X_N}{2}$)	тсм	4,86	-1,94	+3,28	-4,57	+3,62	-3,62	-10,17	+7,59	-2,58	+3,52	-4,72	+4,15	-11,15	-10,63
	M _{np} = R _{ub} X _N (h ₀ - $\frac{X_N}{2}$) + R _a F _a (h ₀ - α)	тсм	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	M _{np} = R _{ub} (X _a X _N)(h ₀ - $\frac{X_a+X_N}{2}$) + R _a F _a (h ₀ - α)	тсм	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N _p ≤ M _{np}	тсм	4,22	-1,56	+1,69	-4,11	+3,01	-4,94	-5,90	+7,06	-1,56	+1,70	-4,71	+3,34	-5,64	-6,59
	M _N	тсм	+3,46	—	—	-2,85	+1,87	—	—	+5,94	—	—	-3,31	2,05	—	—
	N _N	тс	3,12	—	—	13,73	13,73	—	—	4,68	—	—	15,75	15,75	—	—
	Z = h ₀ - $\frac{X_a+X_N}{2}$	см	12,9	13,9	9,0	8,4	8,8	21,6	17,8	15,6	16,9	9,0	8,3	8,8	24,7	18,3
	(θ - Z) = $(\frac{M_p}{N_p} + \frac{h}{2} - \alpha) - Z$	см	103,7	—	—	16,0	8,5	—	—	121,9	—	—	16,4	7,9	—	—
	σ _a = $\frac{N(e-Z)}{F_a}$	тс/см ²	1809	—	—	1615	1233	—	—	1927	—	—	1916	1150	—	—
	√R _z = $\sqrt{\frac{F_a}{N}}$	см	9,4	—	—	8,3	10,7	—	—	8,2	—	—	8,3	10,0	—	—
	α _n = 30 $\frac{σ_a}{E_a} \psi \sqrt{R_z}$	см	0,072	—	—	0,010	0,003	—	—	0,011	—	—	0,011	0,008	—	—
	Q _N	т	—	7,89	—	—	3,77	—	—	—	10,38	—	—	4,34	—	—
	σ _p = $\frac{Q_N}{F_a} \leq R_{rpo} = 32$	тс/см ²	—	5,7	—	—	4,3	—	—	—	6,1	—	—	5,2	—	—
	Q _p ≤ Q _{пб}	т	—	8,98	—	—	5,88	—	—	—	11,22	—	—	5,86	—	—
	количество коммутаций Пх в площадке сечения F _х	см	—	5,66	—	—	6,66	—	—	—	5,66	—	—	6,66	—	—
	Шаг коммутаций U _а	см	—	10,0	—	—	12,0	—	—	—	10,0	—	—	15,0	—	—
	q _{хa} = $\frac{R_{ax} f_x}{U_a}$	тс/см	—	214	—	—	214	—	—	—	380	—	—	171	—	—
	Q _{хb} = $\sqrt{0,8 R_{ub} q_{хa} b} - q_{хa} U_a$	т	—	17,84	—	—	11,59	—	—	—	28,38	—	—	10,09	—	—
	σ _a = R _a $\frac{Q_N}{Q_p}$	тс/см ²	—	1669	—	—	1218	—	—	—	1758	—	—	1407	—	—
	F _z = $\frac{h_0}{2,707} \sigma_a$	см ²	—	2037	—	—	1443	—	—	—	2461	—	—	1443	—	—
	R _z = $\frac{F_z}{N} \leq \frac{R_{ub} \sigma_a q_{хa} b + \eta \sigma_a \delta \sin^2 \theta}{N}$	см	—	262	—	—	152	—	—	—	268	—	—	103	—	—
	α _n = 30 $\frac{σ_a}{E_a} \psi \sqrt{R_z}$	см	—	0,019	—	—	0,011	—	—	—	0,020	—	—	0,010	—	—

Отб. трубы м	Безнапорный режим						Полунапорный режим		
	Q м³/сек.	H м	h _{кр} м	h _{ск} м	i _{кр}	V _{вык.} м/сек.	Q м³/сек.	H м	V _{вык.} м/сек.
2,0 × 2,0	1,00	0,45	0,30	0,27	0,004	1,8	15,40	2,88	6,1
	2,00	0,71	0,48	0,43	0,004	2,3	16,00	2,99	6,3
	3,00	0,94	0,63	0,56	0,004	2,7	16,50	3,07	6,5
	4,00	1,13	0,77	0,69	0,005	2,9	17,00	3,16	6,7
	5,00	1,32	0,89	0,79	0,005	3,2	17,50	3,25	6,9
	6,00	1,48	1,00	0,90	0,006	3,4	18,00	3,35	7,1
	7,00	1,65	1,11	0,99	0,006	3,5	19,00	3,56	7,5
	8,00	1,82	1,22	1,03	0,006	3,9	20,00	3,75	7,9
	9,00	1,97	1,31	1,11	0,007	4,1	21,00	3,97	8,3
	10,00	2,11	1,41	1,19	0,007	4,2	—	—	—
	11,00	2,27	1,50	1,27	0,007	4,4	—	—	—
	12,60	2,49	1,64	1,36	0,008	4,6	—	—	—
	14,00	2,65	1,75	1,49	0,008	4,7	—	—	—
	15,00	2,77	1,85	1,56	0,008	4,8	—	—	—
	2,5 × 2,0	1,25	0,45	0,30	0,27	0,004	1,8	19,30	2,88
2,50		0,71	0,48	0,43	0,004	2,3	20,00	2,97	6,3
3,75		0,94	0,63	0,56	0,004	2,7	20,50	3,04	6,5
5,00		1,13	0,77	0,69	0,005	2,9	21,00	3,11	6,6
6,25		1,32	0,89	0,79	0,005	3,2	21,50	3,19	6,8
7,50		1,48	1,00	0,90	0,006	3,4	22,00	3,26	6,9
8,75		1,65	1,11	0,99	0,006	3,5	23,00	3,40	7,2
10,00		1,82	1,22	1,03	0,006	3,9	24,00	3,57	7,6
11,25		1,97	1,31	1,11	0,007	4,1	25,00	3,74	7,9
12,50		2,11	1,41	1,19	0,007	4,2	26,00	3,91	8,2
13,75		2,27	1,50	1,27	0,007	4,4	26,50	4,00	8,3
15,75		2,49	1,64	1,36	0,008	4,6	—	—	—
17,50		2,65	1,76	1,49	0,008	4,7	—	—	—
18,75		2,77	1,85	1,56	0,008	4,8	—	—	—

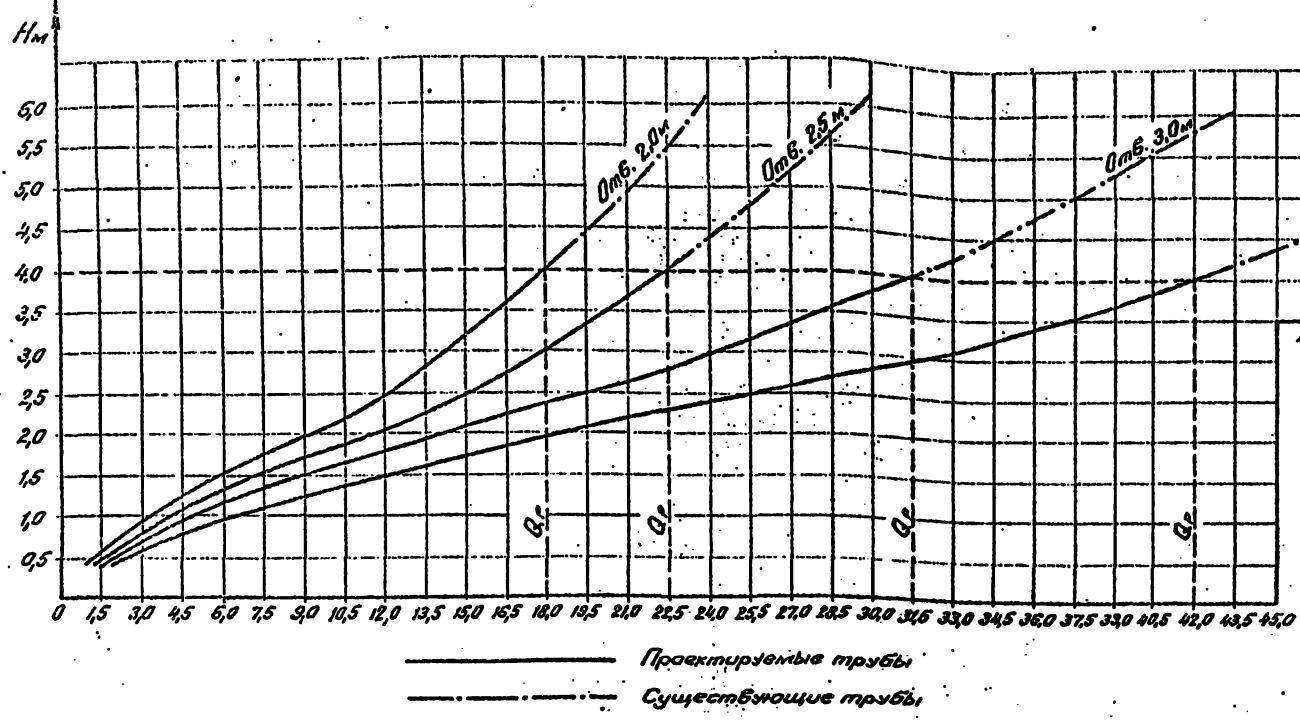
Отб. трубы м	Безнапорный режим						Полунапорный режим		
	Q м³/сек.	H м	h _{кр} м	h _{ск} м	i _{кр}	V _{вык.} м/сек.	Q м³/сек.	H м	V _{вык.} м/сек.
3,0 × 2,5	1,5	0,45	0,30	0,27	0,004	1,8	23,00	2,86	4,8
	3,00	0,71	0,48	0,43	0,004	2,3	23,50	2,92	4,9
	4,50	0,94	0,63	0,56	0,004	2,7	24,00	2,98	5,0
	6,00	1,13	0,77	0,69	0,005	2,9	24,50	3,04	5,1
	7,50	1,32	0,89	0,79	0,005	3,2	25,00	3,10	5,2
	9,00	1,48	1,00	0,90	0,006	3,4	25,50	3,16	5,4
	10,50	1,65	1,11	0,99	0,006	3,5	26,00	3,22	5,5
	12,00	1,82	1,22	1,03	0,006	3,9	27,00	3,34	5,7
	13,50	1,97	1,31	1,11	0,007	4,1	28,00	3,47	5,9
	15,00	2,11	1,41	1,19	0,007	4,2	29,00	3,61	6,1
	16,50	2,27	1,50	1,27	0,007	4,4	30,00	3,75	6,3
	18,90	2,49	1,64	1,36	0,008	4,6	31,00	3,89	6,4
	21,00	2,65	1,76	1,49	0,008	4,7	31,50	3,97	6,6
	22,50	2,77	1,85	1,56	0,008	4,8	—	—	—
	4,0 × 2,5	2,00	0,45	0,30	0,27	0,004	1,8	31,00	2,89
4,00		0,71	0,48	0,43	0,004	2,3	32,00	2,98	5,0
6,00		0,94	0,63	0,56	0,004	2,7	33,00	3,07	5,2
8,00		1,13	0,77	0,69	0,005	2,9	34,00	3,16	5,4
10,00		1,32	0,89	0,79	0,005	3,2	35,00	3,25	5,5
12,00		1,48	1,00	0,90	0,006	3,4	36,00	3,35	5,7
14,00		1,65	1,11	0,99	0,006	3,5	37,00	3,44	5,8
16,00		1,82	1,22	1,03	0,006	3,9	38,00	3,54	6,0
18,00		1,97	1,31	1,11	0,007	4,1	39,00	3,64	6,1
20,00		2,11	1,41	1,19	0,007	4,2	40,00	3,75	6,3
22,00		2,27	1,50	1,27	0,007	4,4	41,00	3,86	6,4
25,20		2,49	1,64	1,36	0,008	4,6	42,00	3,97	6,6
28,00		2,65	1,76	1,49	0,008	4,7	—	—	—
30,00		2,77	1,85	1,56	0,008	4,8	—	—	—

Примечания:

1. Пропуск расчетного расхода предусматривается при безнапорном и полунапорном режимах протекания воды в трубе.
2. Переход от безнапорного режима к полунапорному достигается при отношении $\frac{H}{h_{ск}} = 1,15$.

Ленинград ЦИТИС - Москва

Кривые пропускной способности труб. Нормальные оваловки.



- Условные обозначения:
- Q — расход воды в трубе (м³/сек.)
 - H — подпор перед трубой (м)
 - h_{кр} — критическая глубина (м)
 - h_{сж} — глубина воды в сжатом сечении (м)
 - h_{вх} — высота входного звена (м)
 - ω_{сж} — площадь живого сечения при h_{сж} (м²)
 - γ — коэффициент скорости
 - ε_h — коэффициент вертикального сжатия
 - ε_ω — коэффициент сжатия по сечению
 - ω_{вх} — площадь входного сечения трубы.

I. Безнапорный режим протекания воды в трубе.

Критическая глубина определяется по формуле:

$$h_{кр} = 0,482 \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{\epsilon}\right)^2} \quad (м)$$

Значения коэффициентов C и γ принимаются по таблице:

Расход м³/сек.	C	γ
Q = 1,5 ÷ 3,5	0,895	0,985
Q = 4,0 ÷ 8,5	0,844	0,987

Подпор перед трубой: $H = h_{сж} + \frac{Q^2}{2g \gamma^2 \omega_{сж}^2} \quad (м)$

Глубина в сжатом сечении: $h_{сж} = C h_{кр} \quad (м)$

Скорость на выходе: $V = \frac{Q}{\omega_{сж}} \quad (м/сек.)$

Критический уклон: $i_{кр} = \frac{Q^2}{\omega_{кр}^2 C_{кр}^2 R}$

II. Полунапорный режим протекания воды в трубе.

Подпор перед трубой: $H = h_{сж} + \frac{Q}{2g (\gamma \epsilon_{\omega} \omega_{сж})^2} \quad (м)$

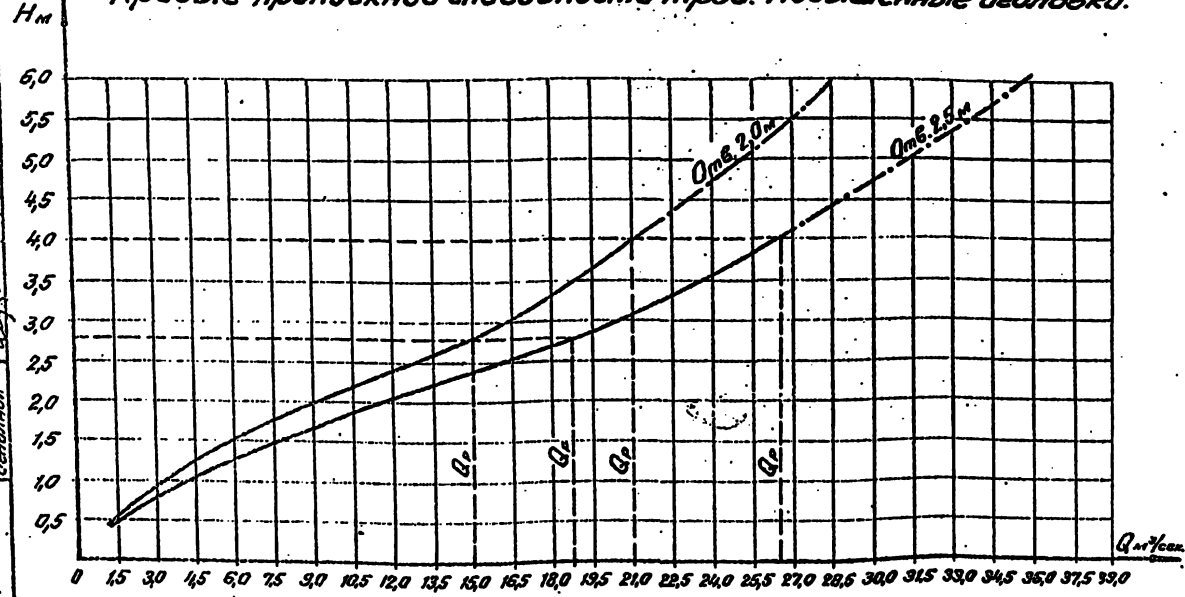
$h_{сж} = \epsilon_h \cdot h_{вх}; \quad \gamma = 0,972; \quad \epsilon_h = 0,643; \quad \epsilon_{\omega} = 0,636$

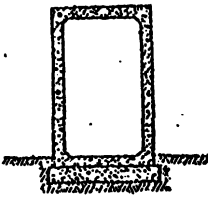
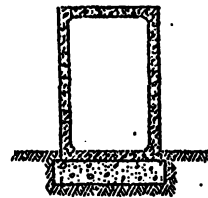
Скорость на выходе: $V_{вых} = \frac{Q_{max}}{\epsilon_{\omega} \cdot \omega_{тр}} \quad (м/сек.)$

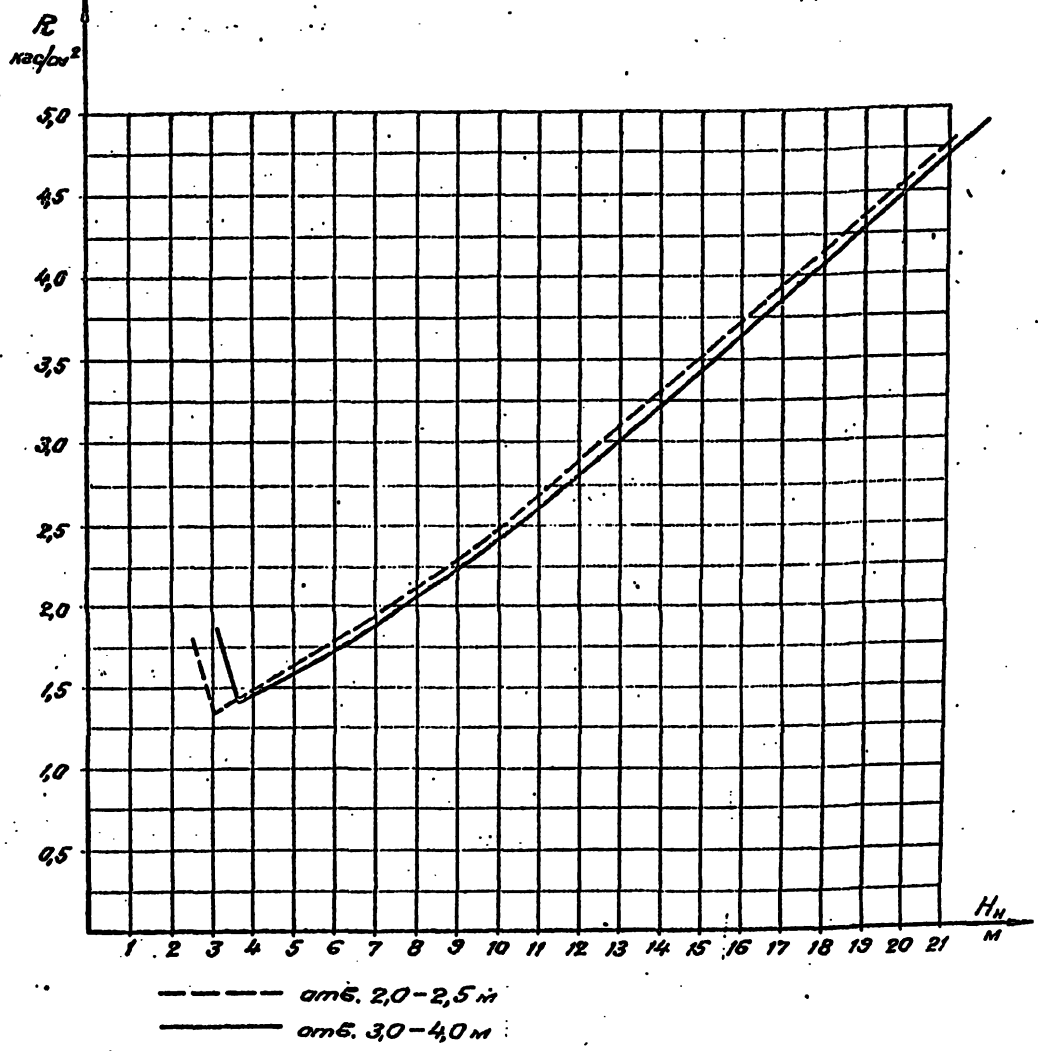
Примечания:

1. Пропуск расчетного расхода допускается при подпорах не превышающих 4,0 м.
2. При проверке водопропускной способности существующих труб допускается пропуск расчетного расхода при подпоре не более 6,0 м, при этом, если скорость потока превышает допустимую для типового укрепления, то оно должно быть усилено или должны приниматься конструктивные меры по снижению скорости потока на выходе из трубы допустимой.
3. При подпорах, превышающих 4,0 м (для существующих труб), производится расчет на фильтрацию и, в случае необходимости, принимаются соответствующие меры против возникновения разрушающей фильтрации.

Кривые пропускной способности труб. Повышенные оваловки.



N п/п	Типы фундаментов труб	Условия применения		Примечание
		по инженерно-автоматическим условиям	по высоте насыпи	
1	<p>Тип 1</p> 	При скальных грунтах	отв. 2,0 м; 2,5 м до 1,0 м отв. 3,0 м; 4,0 м до 10,0 м	Вместо железобетонных плит закладывается выравненный слой бетона толщиной не менее 10 см
		При щебенистых, гравийно-галечниковых отложениях, различных песках, включая мелкозернистые, а также при глинах, суглинках и суглестях с расползанием урвня грунтовых вод не менее, чем на 0,3 м ниже подошвы плиты или фундамента.	отв. 2,0 м; 2,5 м — до 20,0 м	При более высокой стоянии урвня грунтовых вод глинистые грунты заменяются песчаными грунтами на 0,5 м ниже подошвы плиты или фундамента
2	<p>Тип 3</p> 		отв. 2,0 м; 2,5 м; 3,0 м; 4,0 м до 20,0 м	



Примечание.

Давление на грунт по подошве фундамента определено от расчетных нагрузок. Безразмерный коэффициент С принят равным единице. Расчетное давление:

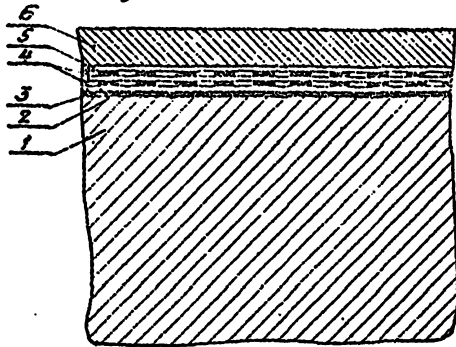
$$P = \frac{N}{F}$$

где: N — вертикальная составляющая (давление грунта, вес трубы и временная нагрузка) с коэффициентом перегрузки, принятыми по СН 200-62;
F — площадь подошвы фундамента.

Ленинград
 Институт
 Проектирования
 Автомобильных
 Дорог
 Восточная

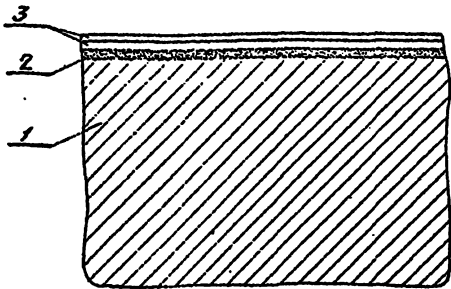
Устройство гидроизоляции

а) оклеечной



- 1 - звено трубы
- 2 - битумный лак
- 3 - горячая асбесто-битумная мастика, толщиной каждого слоя 1,5-3 мм
- 4 - битуминизированная ткань - 2 слоя
- 5 - отделочный слой из горячей мастики толщиной 1,5-3 мм
- 6 - защитный слой из цементного раствора, толщиной 3 см.

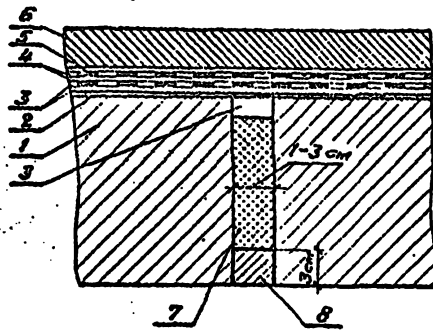
б) обмазочной



- 1 - звено трубы
- 2 - битумный лак
- 3 - 2 слоя горячей или холодной мастики, толщиной каждого слоя 1,5-3 мм

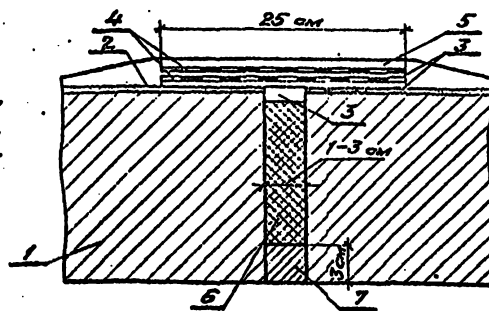
Устройство стыка звеньев и секций труб

а) при оклеечной гидроизоляции



- 1 - звено трубы
- 2 - битумный лак
- 3 - горячая асбестобитумная мастика
- 4 - битуминизированная ткань - 2 слоя
- 5 - отделочный слой из горячей мастики толщиной 1,5-3 мм
- 6 - защитный слой из цементного раствора, толщиной 3 см
- 7 - пропитанная битумом пакля
- 8 - цементный раствор.

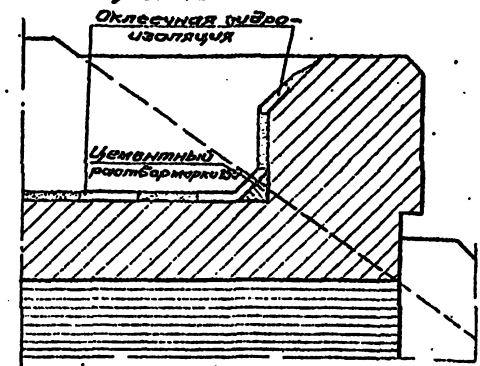
б) при обмазочной гидроизоляции



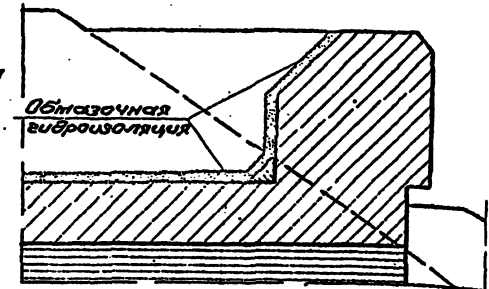
- 1 - звено трубы
- 2 - обмазочная гидроизоляция
- 3 - горячая асбестобитумная мастика
- 4 - битуминизированная ткань - 2 слоя
- 5 - отделочный слой из горячей битумной мастики толщиной 1-3 мм
- 6 - пропитанная битумом пакля
- 7 - цементный раствор.

Устройство гидроизоляции входного и выходного звена трубы

а) оклеечной



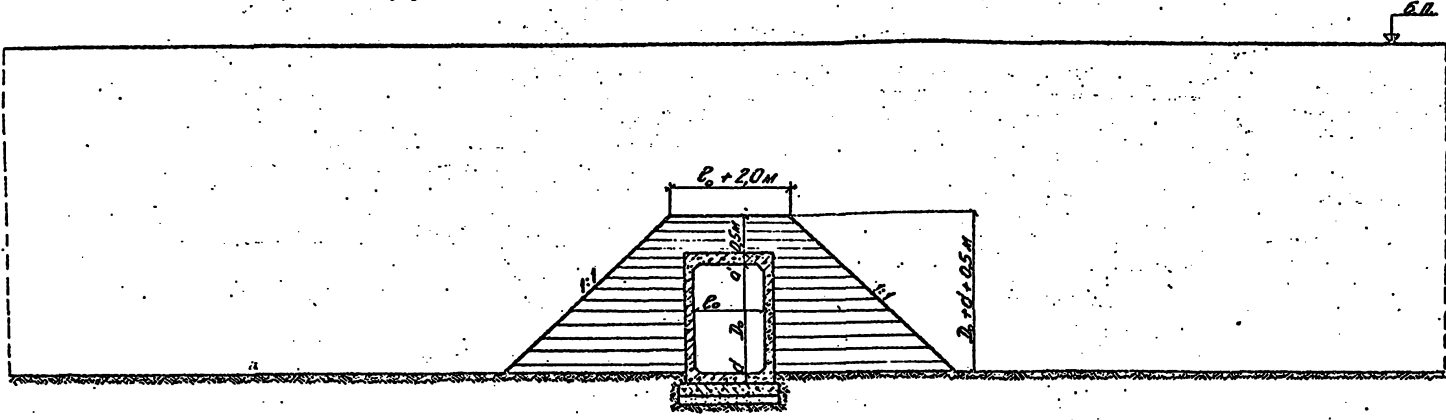
б) обмазочной



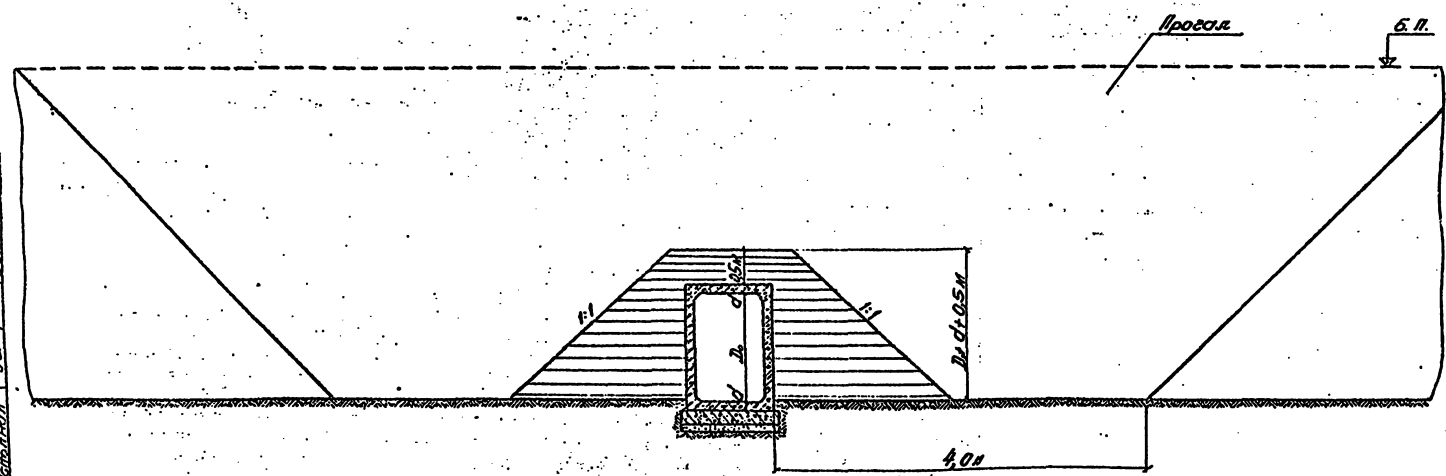
Примечания:

1. Гидроизоляция труб принята в соответствии с «Инструкцией по гидроизоляции провешив и установ железобетонных мастов и водопропускных труб» ВСН 32-60.
2. В зависимости от района строительства марки асбесто-битумной мастики и битумного лака принимаются согласно таблиц 2 ВСН 32-60; И-1; И-2; С-3; С-4 и БН-3; БН-4.
3. При применении сплошной оклеечной гидроизоляции звеньев трубы она должна быть надежно защищена от механических повреждений в период производства работ.

При сооружении труб до отсыпки насыпи



При сооружении труб в прогалах насыпи



Примечание

На листе показаны схемы засыпки трубы
 грунтом с целью обеспечения сохранности
 ее конструкции и изоляции. Работы выполня-
 ются строительной организацией, соору-
 жающей трубу, сразу после приемки трубы.
 Отсыпка производится мелким, хорошо
 уплотняющимся грунтом одновременно
 с обеих сторон, горизонтальными слоями
 толщиной 15-20 см с уплотнением каждого
 слоя легкими пневмотрамбовками.
 Движение транспортных средств вдоль
 трубы разрешается на расстоянии не
 менее 1,0 м от воловек стенок трубы.
 Последующая засыпка трубы произво-
 дится в соответствии со СНиП-И-Д.5-72.
 Автомобильные дороги нормы проектиро-
 вания СНиП-III-Д.5-73. Автомобиль-
 ные дороги. Правила организации
 строительства и производства
 работ. Приемка в эксплуатацию.

Ленинград
 Проектирование
 Институт
 Ленинград
 Проектирование
 Институт

7К	Сварные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог Часть I. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.	1072/1-16
1975г	Схемы засыпки трубы.	3.501-104
		лист 11

Тип оголовка	Отверстие	Высота оголовка	Блоки оголовка		Звенья оголовка			Гидроизоляция			Сборные фундаменты (тип 1)					Монолитные фундаменты (тип 3)						
			Железобетон № 200	Арматура класса А-1 марки Ст. 3	Железобетон № 300	Арматура класса А-1 марки Ст. 3	Классификация	Слой	Слой	Слой	Блоки фундамента № 200	Бетон марки М 200	Цемента	Песок	Арматура	Бетон фундамента № 200	Бетон марки М 200	Цемента	Песок	Арматура		
М	М	М	м³	кгс	м³	кгс	м²	м²	кгс	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³	м³		
С повышенным звеном	20	до 20,0	7,7 ^{*)} 8,7	357,1 ^{*)} 409,1	5,0	579,9	168,5	4,3	56,0	31,2	3,9	2,7	0,4	23,0	91,0	52,0	3,6	2,7	0,4	23,0	91,0	52,0
		до 10,0	7,9 ^{*)} 9,9	370,0 ^{*)} 474,0	9,9	1159,8	337,0	5,7	62,0	62,4	6,8	4,6	1,0	33,0	105,0	54,0	7,2	4,6	1,0	33,0	105,0	54,0
	2x20	10,1-20,0	7,9 ^{*)} 9,9	370,0 ^{*)} 474,0	9,9	1159,8	337,0	5,7	62,0	62,4	6,8	5,4	0,7	33,0	105,0	54,0	7,2	5,4	0,7	33,0	105,0	54,0
		до 20,0	7,7 ^{*)} 8,9	360,0 ^{*)} 413,8	6,1	707,1	217,1	4,7	58,0	40,0	4,8	3,0	0,5	28,0	93,0	52,0	4,4	3,0	0,5	28,0	93,0	52,0
	2x2,5	до 5,0	8,0 ^{*)} 10,5	375,9 ^{*)} 495,6	12,2	1414,2	434,2	6,4	65,0	80,0	8,8	5,6	1,2	42,0	116,0	54,0	8,9	5,6	1,2	42,0	116,0	54,0
		5,1-10,0	8,0 ^{*)} 10,5	375,9 ^{*)} 495,6	12,2	1414,2	434,2	6,4	65,0	80,0	8,8	6,5	0,7	42,0	116,0	54,0	8,9	6,5	0,7	42,0	116,0	54,0
10,1-20,0		8,0 ^{*)} 10,5	375,9 ^{*)} 495,6	12,2	1414,2	434,2	6,4	65,0	80,0	8,8	7,1	0,7	42,0	116,0	54,0	8,9	7,1	0,7	42,0	116,0	54,0	
С нормальным звеном	20	до 20,0	5,3	280,4	1,8	135,9	58,1	0,9	36,0	12,2	3,9	1,9	0,3	18,0	74,0	44,0	3,6	1,9	0,3	18,0	74,0	44,0
		до 10,0	5,3	280,4	3,5	273,8	116,2	1,1	38,0	24,4	6,8	3,3	0,5	25,0	81,0	38,0	7,2	3,3	0,5	25,0	81,0	38,0
	2x20	10,1-20,0	5,3	280,4	3,5	273,8	116,2	1,1	38,0	24,4	6,8	4,1	0,4	25,0	81,0	38,0	7,2	4,1	0,4	25,0	81,0	38,0
		до 20,0	5,3	280,4	2,2	177,6	67,6	1,0	37,0	16,0	4,8	2,2	0,4	19,5	81,0	47,0	4,4	2,2	0,4	19,5	81,0	47,0
	2x2,5	до 5,0	5,3	280,4	4,4	355,2	135,2	1,3	39,0	32,0	8,8	3,9	0,7	29,0	90,0	38,0	8,9	3,9	0,7	29,0	90,0	38,0
		5,1-10,0	5,3	280,4	4,4	355,2	135,2	1,3	39,0	32,0	8,8	4,8	0,5	29,0	90,0	38,0	8,9	4,8	0,5	29,0	90,0	38,0
		10,1-20,0	5,3	280,4	4,4	355,2	135,2	1,3	39,0	32,0	8,8	5,4	0,5	29,0	90,0	38,0	8,9	5,4	0,5	29,0	90,0	38,0
	30	до 20,0	7,4	344,2	3,0	197,1	80,7	1,2	48,0	74,9	5,8	3,5	0,4	21,0	89,0	51,0	5,4	3,5	0,4	21,0	89,0	51,0
		до 5,0	7,4	344,2	6,0	394,2	161,4	1,6	51,0	149,8	10,7	6,2	0,8	34,0	112,0	50,0	10,5	6,2	0,8	34,0	112,0	50,0
	2x30	5,1-10,0	7,4	344,2	6,0	394,2	161,4	1,6	51,0	149,8	10,7	6,5	0,6	34,0	112,0	50,0	10,5	6,5	0,6	34,0	112,0	50,0
		10,1-20,0	7,4	344,2	6,0	394,2	161,4	1,6	51,0	149,8	10,7	6,8	0,6	34,0	112,0	50,0	10,7	6,8	0,6	34,0	112,0	50,0
	40	до 20,0	7,4	344,2	4,0	352,9	114,0	1,3	49,0	94,0	6,8	4,3	0,5	25,5	102,0	58,0	7,0	4,3	0,5	25,5	102,0	58,0
до 5,0		7,4	344,2	7,9	705,8	228,0	1,9	53,0	188,0	13,6	7,9	1,0	42,0	128,0	60,0	13,7	7,9	1,0	42,0	128,0	60,0	
2x40	5,1-10,0	7,4	344,2	7,9	705,8	228,0	1,9	53,0	188,0	13,6	8,3	0,7	42,0	128,0	60,0	13,7	8,3	0,7	42,0	128,0	60,0	
	10,1-20,0	7,4	344,2	7,9	705,8	228,0	1,9	53,0	188,0	13,6	9,0	0,7	42,0	128,0	60,0	14,1	9,0	0,7	42,0	128,0	60,0	

*) В числителе - для оголовков типа 3, в знаменателе - для типа 1

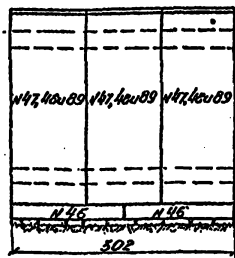
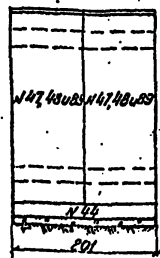
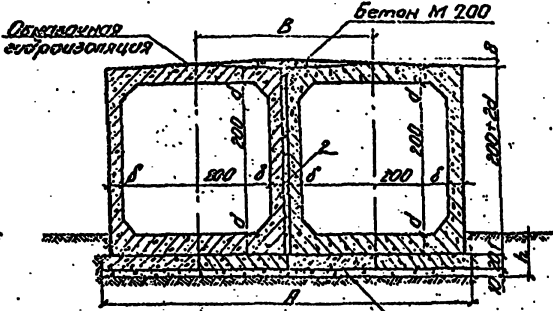
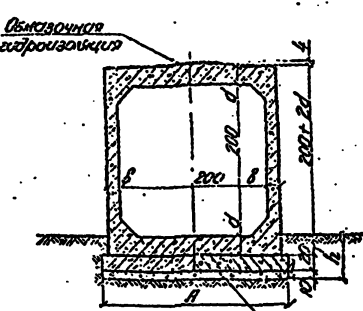
Примечание.
Конструкция оголовков труб приведена на листах 17-25.

TK	Сборные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Часть 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.	1072/1-18
1975-	Сводная ведомость объемов работ на оголовки с повышенным и нормальным звеном.	3.501-104
		Лист 13

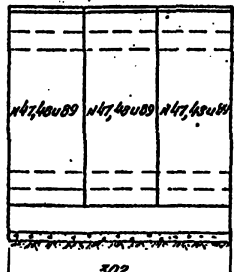
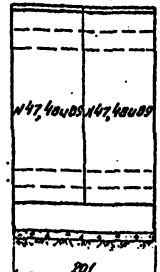
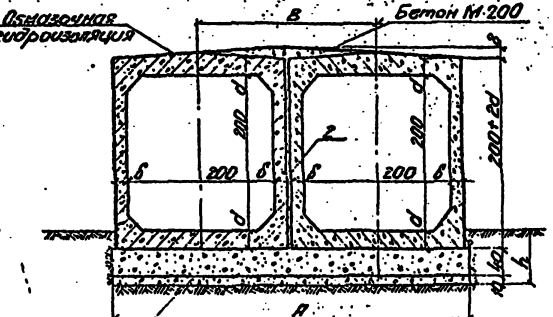
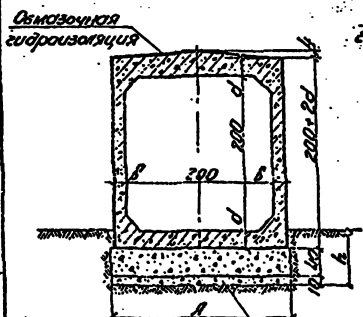
тип 1

Секции труб для всех высот насыпей
2x1,0м 3x1,0м

Геометрические характеристики



Группа	Отверстие	Высота насыпи	g		d		h		B		A	
			см	см	см	см	см	см	см	см	см	см
Тип 1	2,0	до 5,0	13	17	48	—	—	—	—	—	—	251
		5,1-10,0	13	23	54	—	—	—	—	—	—	251
		10,1-20,0	16	32	63	—	—	—	—	—	—	251
2x2,0	2,0	до 5,0	13	17	48	228	503	—	—	—	—	503
		5,1-10,0	13	23	54	228	503	—	—	—	—	503
		10,1-20,0	16	32	63	234	503	—	—	—	—	503
Тип 3	2,0	до 5,0	13	17	67	—	—	—	—	—	—	236
		5,1-10,0	13	23	73	—	—	—	—	—	—	236
		10,1-20,0	16	32	82	—	—	—	—	—	—	242
2x2,0	2,0	до 5,0	13	17	67	228	464	—	—	—	—	464
		5,1-10,0	13	23	73	228	464	—	—	—	—	464
		10,1-20,0	16	32	82	234	476	—	—	—	—	476



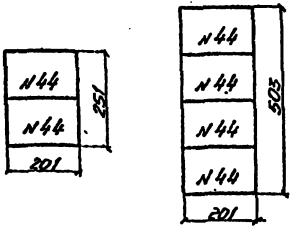
Секции труб для всех высот насыпей
2x1,0м 3x1,0м

Примечание.

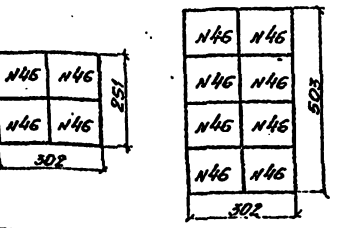
Примечания см. на листе 16.

Спецификация блоков на одну секцию

Раскладка фундаментных плит для всех высот насыпей (М1:100).
Отв. 2,0м Отв. 2x2,0м
Секции 2x1,0м

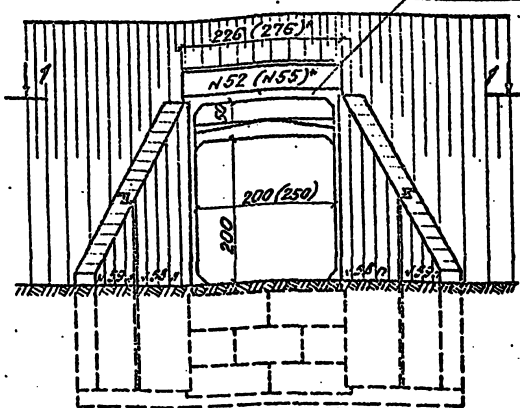


Отв. 2,0м Отв. 2x2,0м
Секции 3x1,0м



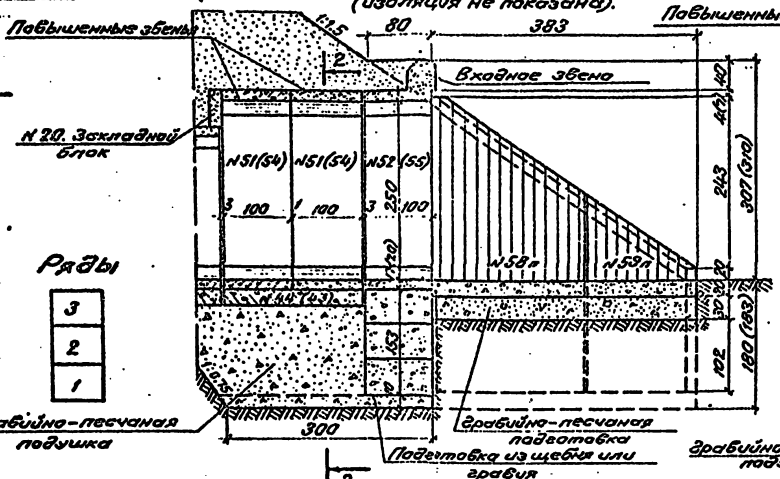
Высота насыпи	Наименование блоков	Материал	Фундамент типа 1								Фундамент типа 3							
			Секция 2x1,0м				Секция 3x1,0м				Секция 2x1,0м				Секция 3x1,0м			
			N блока	Объем блок.объем	Кол-во блок.объем	Вес блок.объем	N блока	Объем блок.объем	Кол-во блок.объем	Вес блок.объем	N блока	Объем блок.объем	Кол-во блок.объем	Вес блок.объем	N блока	Объем блок.объем	Кол-во блок.объем	Вес блок.объем
2,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	2	1,00	1,3	46	0,38	4	1,52	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	47	1,41	2	2,82	3,5	47	1,41	3	4,23	3,5	47	1,41	2	2,82	3,5	
	Итого эл. бет.	—	—	4	3,82	—	—	—	—	7	5,75	—	—	2	2,82	—	—	
5,1-10,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	2	1,00	1,3	46	0,38	4	1,52	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	48	1,59	2	3,18	4,2	48	1,59	3	5,07	4,2	48	1,59	2	3,18	4,2	
	Итого эл. бет.	—	—	4	4,18	—	—	—	—	7	6,59	—	—	2	3,18	—	—	
10,1-20,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	2	1,00	1,3	46	0,38	4	1,52	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	89	2,25	2	4,50	5,6	89	2,25	3	6,75	5,6	89	2,25	2	4,50	5,6	
	Итого эл. бет.	—	—	4	5,50	—	—	—	—	7	8,27	—	—	2	4,50	—	—	
2x2,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	4	2,00	1,3	46	0,38	8	3,04	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	47	1,41	4	5,64	3,5	47	1,41	6	8,46	3,5	47	1,41	4	5,64	3,5	
	Итого эл. бет.	—	—	8	7,64	—	—	—	—	14	11,50	—	—	4	5,64	—	—	
5,1-10,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	4	2,00	1,3	46	0,38	8	3,04	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	48	1,59	4	6,36	4,2	48	1,59	6	10,14	4,2	48	1,59	4	6,36	4,2	
	Итого эл. бет.	—	—	8	8,36	—	—	—	—	14	13,18	—	—	4	6,36	—	—	
10,1-20,0	Фундаментные плиты	Б.С. М200	44	0,50	4	2,00	1,3	46	0,38	8	3,04	1,0	—	—	—	—	—	
	Звенья	Б.С. М200	89	2,25	4	9,00	5,6	89	2,25	6	13,50	5,6	89	2,25	4	9,00	5,6	
	Итого эл. бет.	—	—	8	11,00	—	—	—	—	14	16,54	—	—	4	9,00	—	—	

Фасад

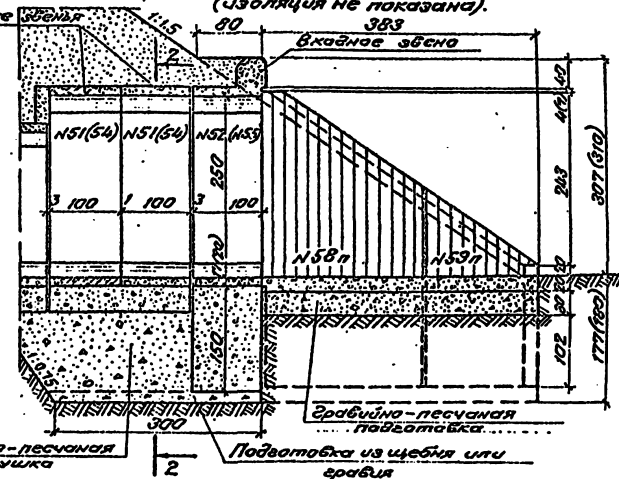


* Размеры в скобках даны для труб отб. 2,50 м.

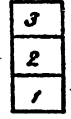
Разрез по оси трубы (фундамент трубы типа 1)
(изоляция не показана).



Разрез по оси трубы (фундамент трубы типа 3)
(изоляция не показана).

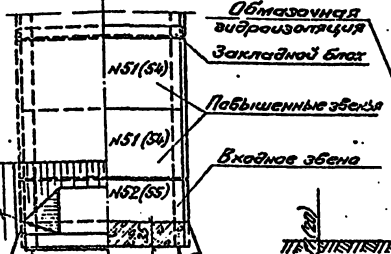


Ряды

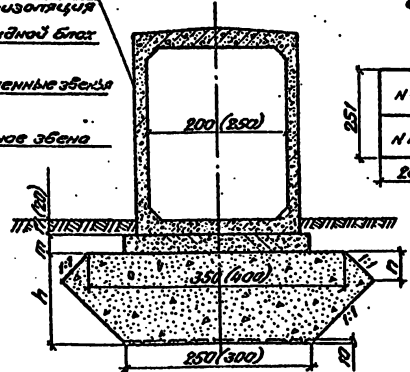


План 1-1

(насыпь не показана).

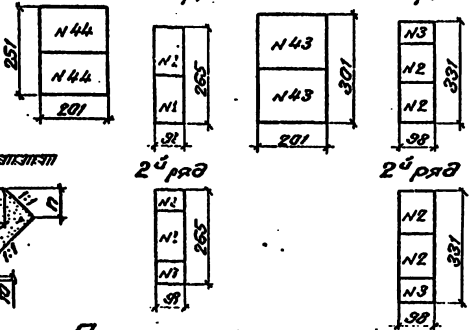


2-2

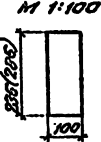


Раскладка фундаментных плит и блоков фундамента (тип 1).

Отб. 2,0 м М 1:100 Отб. 2,5 м 1^й и 3^й ряды 1^й и 3^й ряды



План фундамента из монолитного бетона (тип 3).



Примечания:

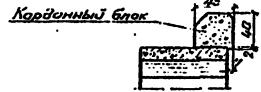
1. Наружные поверхности зевов и стенок оголовок, соприкасающиеся с фундаментом, покрываются обмазочной гидроизоляцией из 1^{го} слоя горячей или холодной битумной мастики по битумной грунтовке. Детали гидроизоляции привязаны на листе 10.
2. Толщина податок под оголовокными зевками и откосными крыльями принята неодинаковой из-за сложности устройства котлована в одном уровне.
3. В отбельных случаях по согласованию с заказчиком разрешается использовать оголовки со сборными кардонными блоками.

Спецификация блоков на оголовок.

Наименование блоков	Материал	Отверстия м							
		2,0		2,5		2,5			
		N блока	Объем блока м ³	Кол. шт.	Общий объем м ³	N блока	Объем блока м ³	Кол. шт.	Общий объем м ³
Входное зевно	ж.б. М 200	52	1,88	1	1,88	55	2,32	1	2,32
Повышенный зев	ж.б. М 200	51	1,54	2	3,08	54	1,90	2	3,80
Закладные блоки	ж.б. М 200	20	0,24	1	0,24	18	0,19	1	0,19
Откосные крылья	ж.б. М 200	58	2,53	2	5,18	58	2,53	2	5,18
Фундаментные плиты **	ж.б. М 200	44	0,5	2	1,0	43	0,60	2	1,20
Фундаментные блоки **	бетон М 200	2	0,65	5	3,25	2	0,65	5	3,90
	ж.б. М 200	3	0,32	2	0,64	3	0,32	3	0,96
Итого	ж.б. М 200				4,96				6,12
	бетон М 200				8,68				8,93
					3,89				4,86

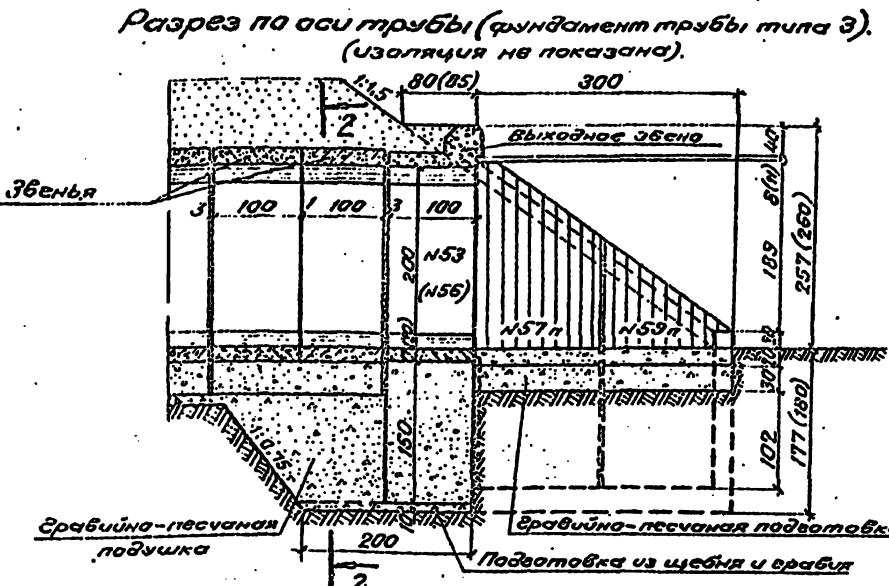
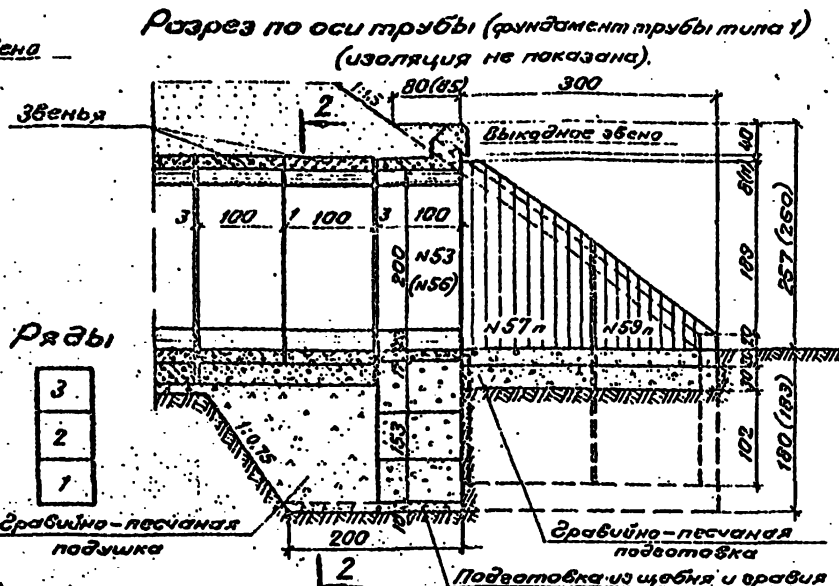
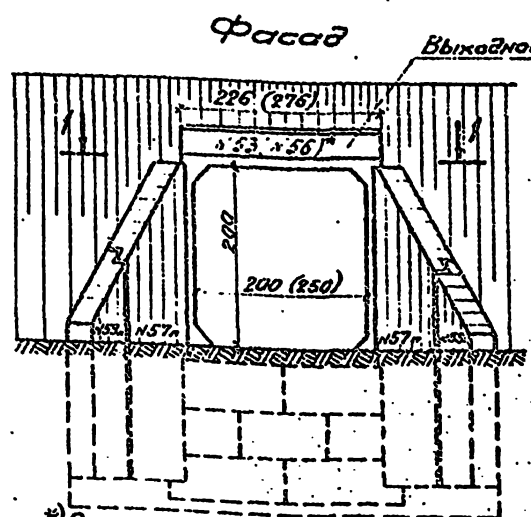
** Только для фундамента типа 1.

Деталь устройства сборного кардонного блока.

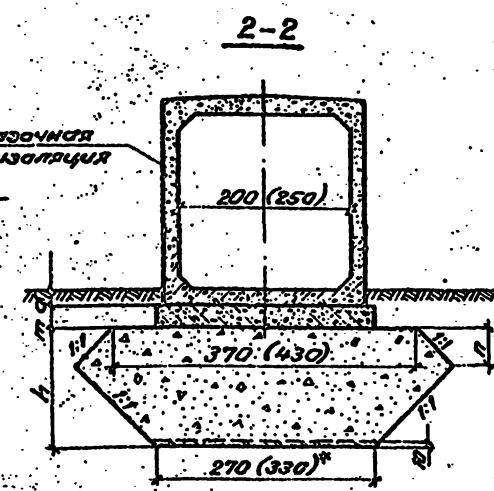
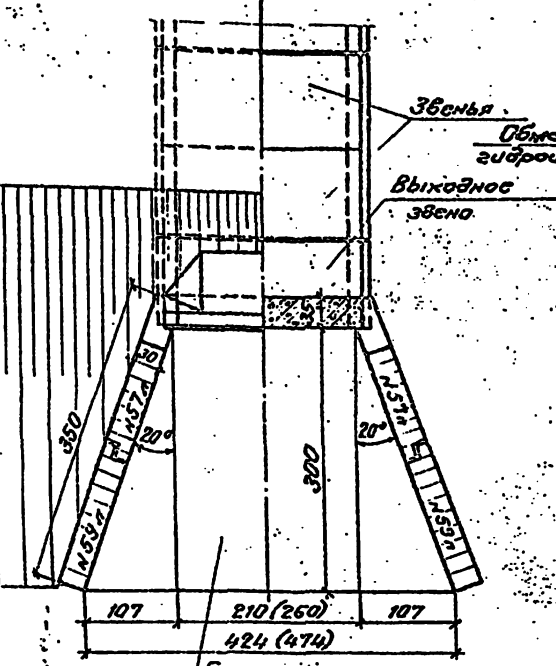


Геометрические характеристики.

Отб. м	Фундамент тип 1			Фундамент тип 3		
	h см	n см	п см	h см	п см	п см
2,0	142	21	46	120	40	35
2,5	142	21	46	120	40	35

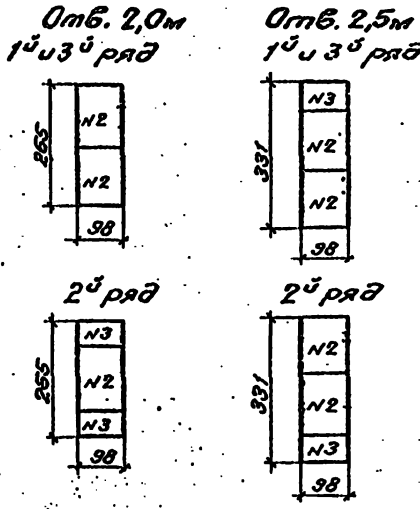


*) Размеры в скобках даны для труб $\varnothing 250$



План фундамента из монолитного бетона (Тип 3) М 1:100

Раскладка блоков фундамента (Тип 1). М 1:100



Спецификация блоков на оголовок

Наименование блоков	Материал	Отверстия м							
		2,0				2,5			
		N блока	Объем блока м ³	Кол. шт.	Общий объем м ³	N блока	Объем блока м ³	Кол. шт.	Общий объем м ³
Выходное звено	Ж.б. М300 Мр. 200-300	53	1,75	1	1,75	56	2,19	1	2,19
Откосные крылья	Ж.б. М200 Мр. 200-300	57	1,52	2	3,04	57	1,52	2	3,04
		59	1,13	2	2,26	59	1,13	2	2,26
Фундаментные блоки**	Бетон М 200 Мр. 200-300	2	0,65	5	3,25	2	0,65	6	3,90
		3	0,32	2	0,64	3	0,32	3	0,96
Итого	Ж.б. М300	—	—	—	1,75	—	—	—	2,19
	Ж.б. М200	—	—	—	5,30	—	—	—	5,30
	Бетон М 200	—	—	—	3,89	—	—	—	4,86

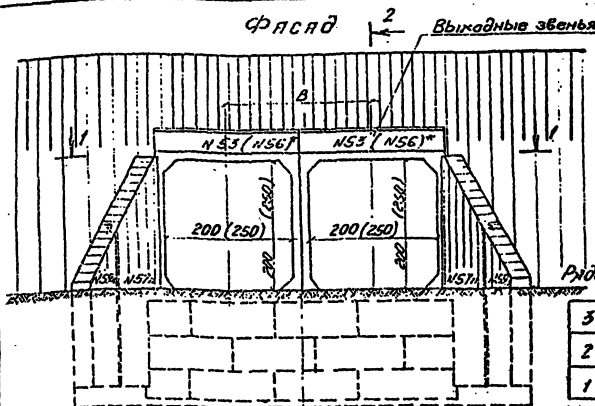
** Только для фундамента типа 1.

Примечания:

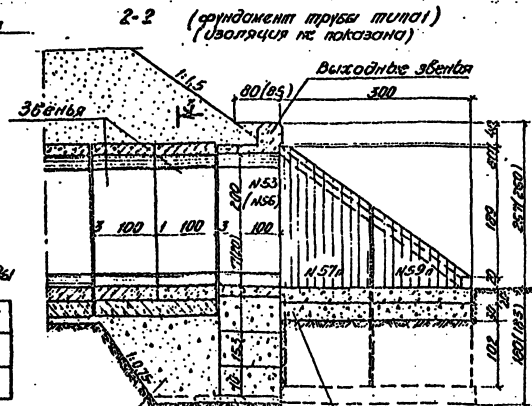
1. Наружные поверхности звеньев и стенок оголовка, соприкасающиеся с землей, покрываются обмазочной гидроизоляцией из 2^х слоев горячей или холодной битумной мастики по битумной грунтовке. Детали гидроизоляции привезены на листе 10.
2. Толщина подготовки под оголовочными звеньями и откосными крыльями принята неодинаковой из условия устройства котлована в одном уровне.
3. В отдельных случаях по согласованию с заказчиком разрешается устанавливать оголовки со сборными кордонными блоками (см. деталь на листе 17).

Геометрические характеристики.

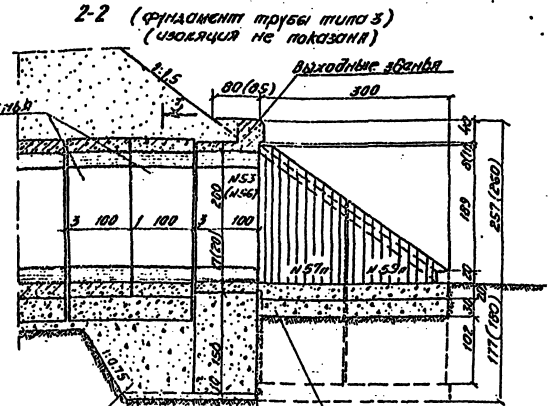
Отв. м	Высота насыпи м	d см	Фундамент тип 1			Фундамент тип 3		
			h см	п см	п см	h см	п см	п см
2,0	до 5,0	17	142	21	46	120	40	35
	5,1-10,0	23	136	21	43	114	40	32
	10,1-20,0	32	127	21	38	105	40	27
2,5	до 5,0	20	142	21	46	120	40	35
	5,1-10,0	26	136	21	43	114	40	32
	10,1-20,0	37	125	21	37	103	40	25



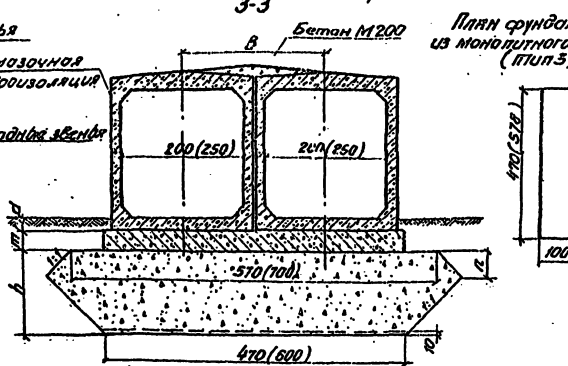
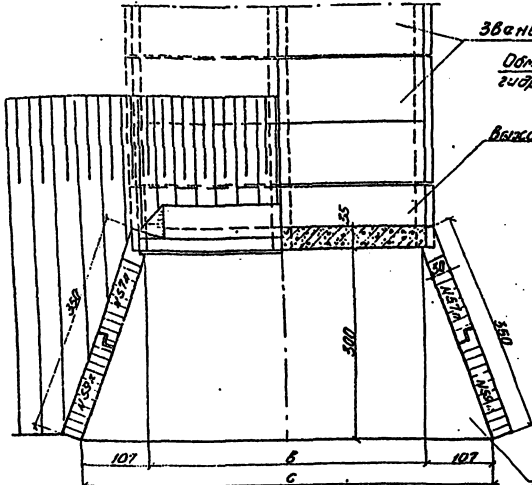
План 1-1 (наполь не показана)
 1) Размеры в скобках даны для труб отв. 2,50 м.



2-2 (фундамент трубы типа 1) (увольция не показана)
 2) Размеры в скобках даны для труб отв. 2,50 м.



2-2 (фундамент трубы типа 3) (увольция не показана)
 2) Размеры в скобках даны для труб отв. 2,50 м.



План фундамента из монолитного бетона (тип 3) м.100
 3-3
 Бетон М200
 Раскладка блоков фундамента (тип 1)
 Отв. 2x2,0 м м.100 Отв. 2x2,5 м
 1^я и 3^я ряды 2^я ряд 1^я и 3^я ряды 2^я ряд

Спецификация блоков на оголовок

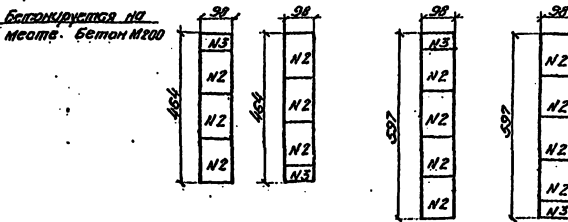
Наименование блоков	Материал	Отверстия, м			
		2x2,0		2x2,5	
		Кол-во блока	Объем м³	Кол-во шт	Объем м³
Выходные звенья	ж.б. М200	53	1,75	2	3,50
Откосные крепления	ж.б. М200	57м	1,52	2	3,04
Фундаментные блоки	Бетон М200	59м	1,13	2	2,26
Итого	ж.б. М200	—	—	—	—
	Бетон М200	—	—	—	—

м. Полюк для фундамента типа 1

Примечания:
 Примечания см. на листе 17.

Геометрические характеристики

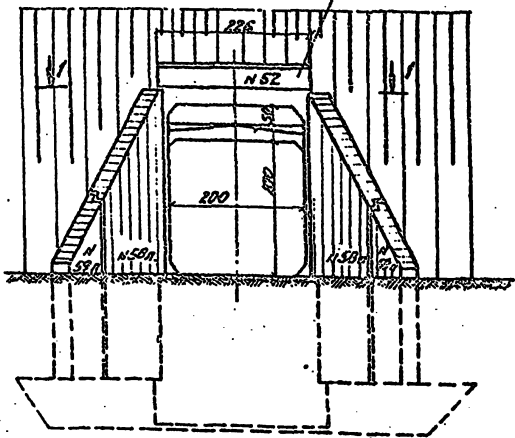
Отверстия 2x2	Высота мм	d см	B см	B см	с см	h см	h см	h см	h см	h см	h см
2x2,0	до 5,0	17	220	430	652	142	21	46	120	40	35
	5,1-10,0	23	220	430	652	156	21	43	114	40	32
	10,1-20,0	32	234	444	658	127	21	30	103	40	27
2x2,5	до 5,0	20	270	530	752	142	21	46	120	40	35
	5,1-10,0	26	266	546	766	156	21	43	114	40	32
	10,1-20,0	37	292	552	766	129	21	37	103	40	26



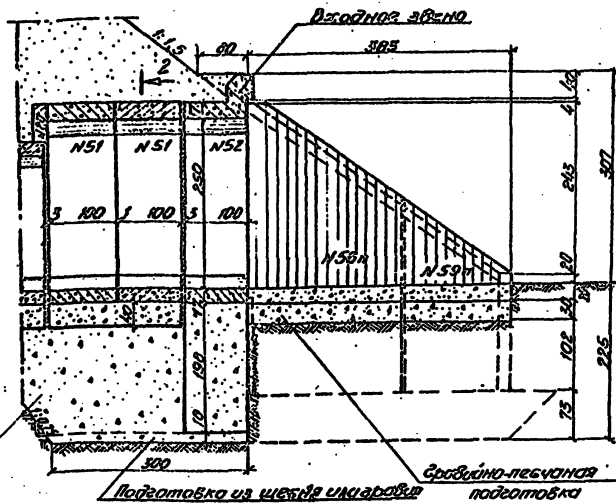
ТК	Сварные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Часть 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.	1072/1-25
1975	Оголовки труб отв. 2x2,0 и 2x2,5 с нормальным звеном.	3.501-104

ФЯСАД

Входное звено



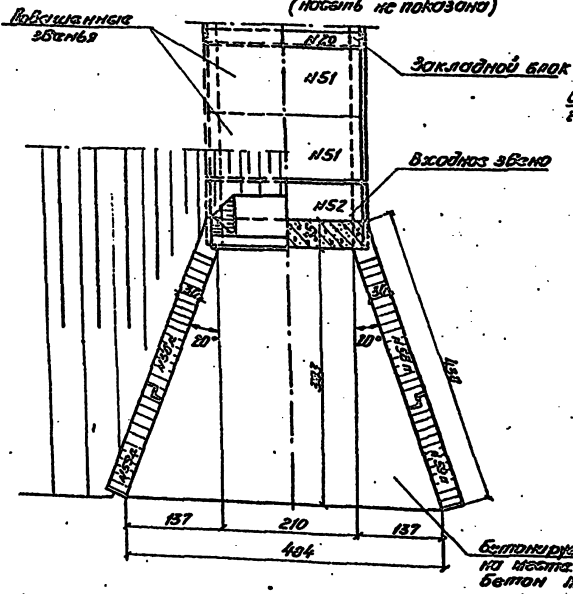
Разрез по оси трубы (изоляция не показана)



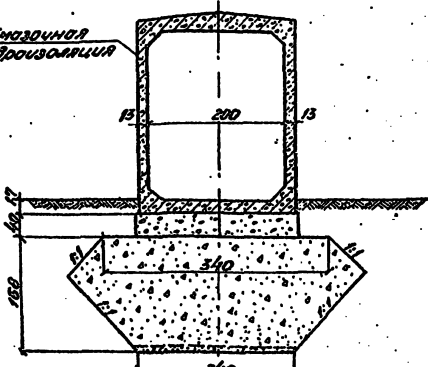
Объемы основных работ на оголовке

N №п	Наименование	Материал	Измеритель	Количество
1	Блоки оголовка	Ж.б. М200	м³	7,7
2	Звенья оголовка	Ж.б. М300	м³	5,0
3	Монтажные бетонные фундаменты	Бетон М200	м³	7,6
4	Бетон по тку	Бетон М200	м³	2,7
5	Цементный раствор	Цем.п. М150	м³	0,3
Итого кладки				м³ 23,3
6	Узо-лячия	Льняной стеклоткань	м²	61
7		Огнеупорный стикол	м²	5,0
8	Подготовка	Фан. пс. блос	м³	36
9		Щебень или гравий	м³	0,8
10	Ремонт котлована	—	м³	120
11	Засыпка котлована	—	м³	70

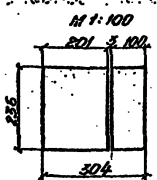
План 1-1 (посиль не показана)



2-2



План фундамента



Спецификация блоков на оголовке

Наименование блоков	Материал	N блока	Объем блока м³	Кол-во шт.	Объем м³	Масса тс
Входное звено	Ж.б. М300	52	1,28	1	1,68	4,7
Повышенные звенья	Ж.б. М300	51	1,54	2	3,08	3,9
Закладной блок	Ж.б. М200	20	0,24	1	0,24	0,6
Откосные крылья	Ж.б. М200	58н	2,59	2	5,18	6,5
	Ж.б. М300	59н	1,13	2	2,26	2,8
Итого	Ж.б. М300	—	—	—	4,96	—
	Ж.б. М200	—	—	—	—	7,68

Примечания:

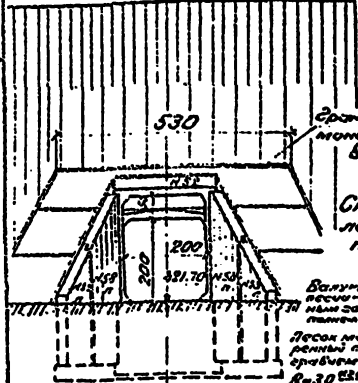
1. Наружные поверхности звеньев и стенок оголовка, соприкасающиеся с фундаментом, покрываются обмазочной гидроизоляцией из 2х слоев горячего или холодной битумной мастики по битумной грунтовке. Детали гидроизоляции прибиваются на листы 10.
2. Толщина подготовки под оголовочными звеньями и откосными крыльями принята неодинаковой из условия устройства котлована в одном уровне.

Ленинград

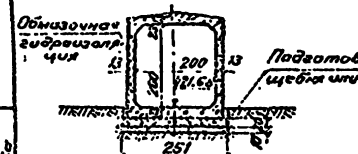
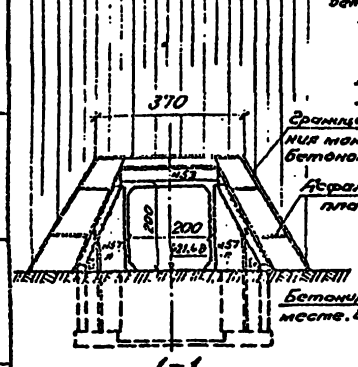
TK	Сварные железобетонные прямоугольные водопроводные трубы для железных и автомобильных бороз	3.501-104
1975	Пример оголовка трубы отв 2,0м с повышенным звеном при срубине промерзания 2,0м	Лист 28

1072/1-28

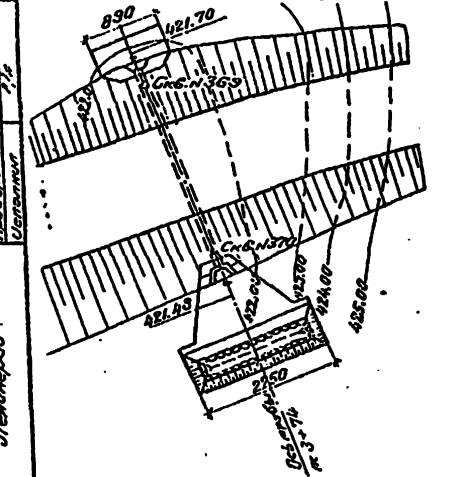
Фасад входного оголовка.



Фасад выходного оголовка



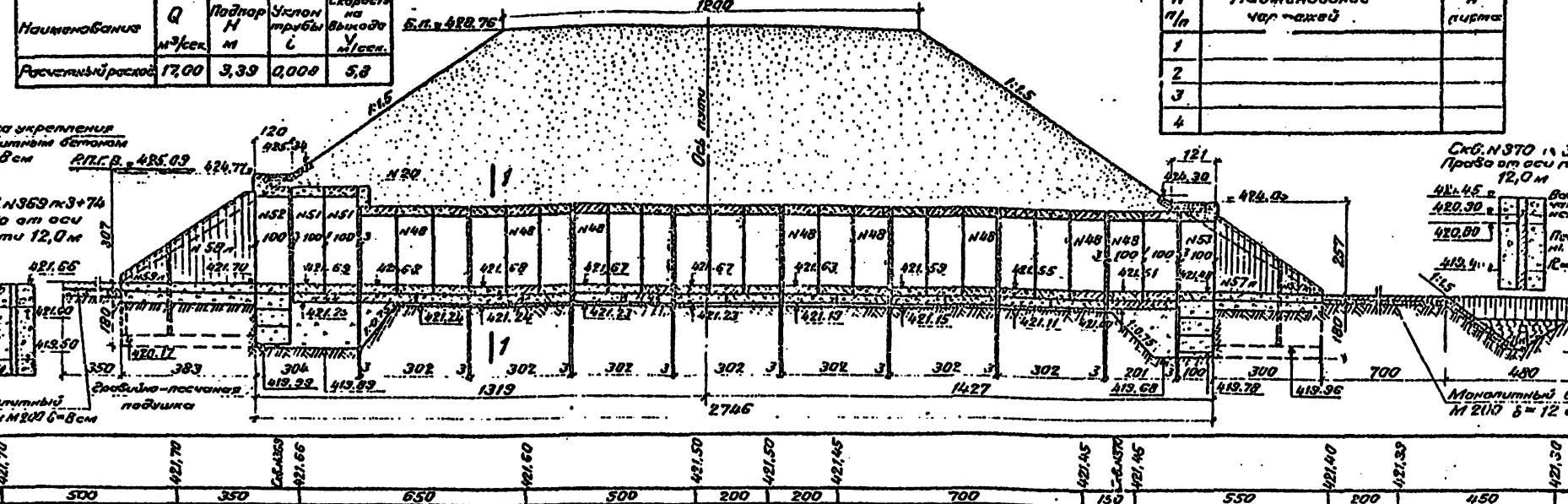
Расположение трубы в плане. М 1:500



Гидравлические характеристики

Наименование	Q м³/сек	Подпор H м	Уклон трубы i	Скорость на выходе V м/сек
Расчетный расход	17,00	3,39	0,008	5,8

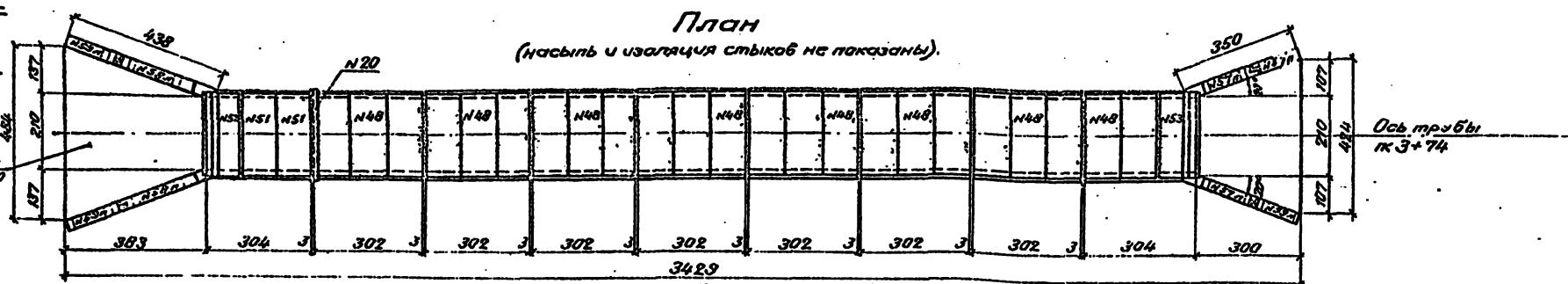
Разрез по оси трубы (изоляция не показана).



Перечень чертёж, входящих в проект трубы.

N п/п	Наименование чертёжей	N чертежа
1		
2		
3		
4		

План (насыпь и изоляция стыков не показаны).



Спецификация блоков на трубу.

N блока	Габаритные размеры блока см	Материал	Объем одного блока м³	Кол. блоков шт.	Общий объем м³	Масса блока кг
2	132 x 98 x 50	Бетон М200	0,65	10	6,50	1,5
3	98 x 65 x 50	Бетон М200	0,32	4	1,28	0,7
20	240 x 50 x 20	ж.б. М200	0,24	1	0,24	0,6
44	125 x 201 x 20	ж.б. М200	0,50	4	2,00	1,3
46	125 x 150 x 20	ж.б. М200	0,38	28	10,64	1,0
48	226 x 250 x 100	ж.б. М300	1,69	23	38,97	4,2
51	226 x 228 x 100	ж.б. М300	1,54	2	3,08	3,9
52	226 x 324 x 100	ж.б. М300	1,88	1	1,88	4,7
53	226 x 274 x 100	ж.б. М300	1,75	1	1,75	4,4
57пл	361 x 189 x 30	ж.б. М200	1,52	2	3,04	3,8
58пл	415 x 277 x 30	ж.б. М200	2,59	2	5,18	6,5
59пл	279 x 175 x 30	ж.б. М200	1,13	4	4,52	2,8
Итого		Бетон М 200		14	7,78	
		Жел. бет. М200		41	25,62	
		Жел. бет. М300		27	45,58	

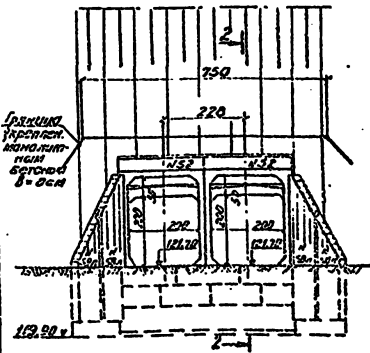
Объемы основных работ.

N п/п	Наименование работ	Материал	Ед. изм.	Кол.
1	Рытье котлована		м³	353
2	Устройство	грав.-песч. смесь	м³	41
3	подготовки	щобель или гравий	м³	7,5
4	Укладка блоков	Бетон М200	м³	7,8
5	фундамента	ж.б. М200	м³	12,6
6	Монтаж оголовков	ж.б. М200	м³	13,0
7	и тела трубы	ж.б. М300	м³	45,6
8	Бетон лотков	Бетон М200	м³	4,6
9	Заполнение швов	ц.р. М200	м³	5,0
	Итого		м³	88,6
10	Изоляция	Обмазочная	м²	216
11		Оклеивания стыков	м²	46,2
12	Укруп-	Земляные работы	м³	130,0
13	тельные	Щобель	м³	21,0
работы		Монот. бет. М200	м³	23,1
		Рытье котл. в-з	кад	450
		Каменная наброска	м³	49

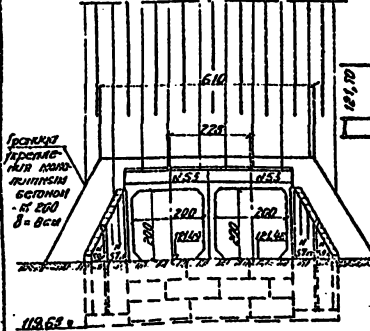
Примечания:

1. Конструкция трубы и оголовков принята по типовому проекту (инв. N 1072) серии 3.501-104.
2. Проектом предусматривается применение звеньев заводского изготовления в соответствии с типовым проектом серии 3.501-104. Часть 3 - блоки заводского изготовления.
3. Марка бетона блоков по морозостойкости Мрз 200 (принята по климатическим условиям района строительства).
4. Конструкция укрепления принята по типовому проекту (инв. N 937) серии 501-0-46.
5. Размеры на чертеже даны в сантиметрах, отметки - в метрах.

Фасад входного оголовка



Фасад выходного оголовка



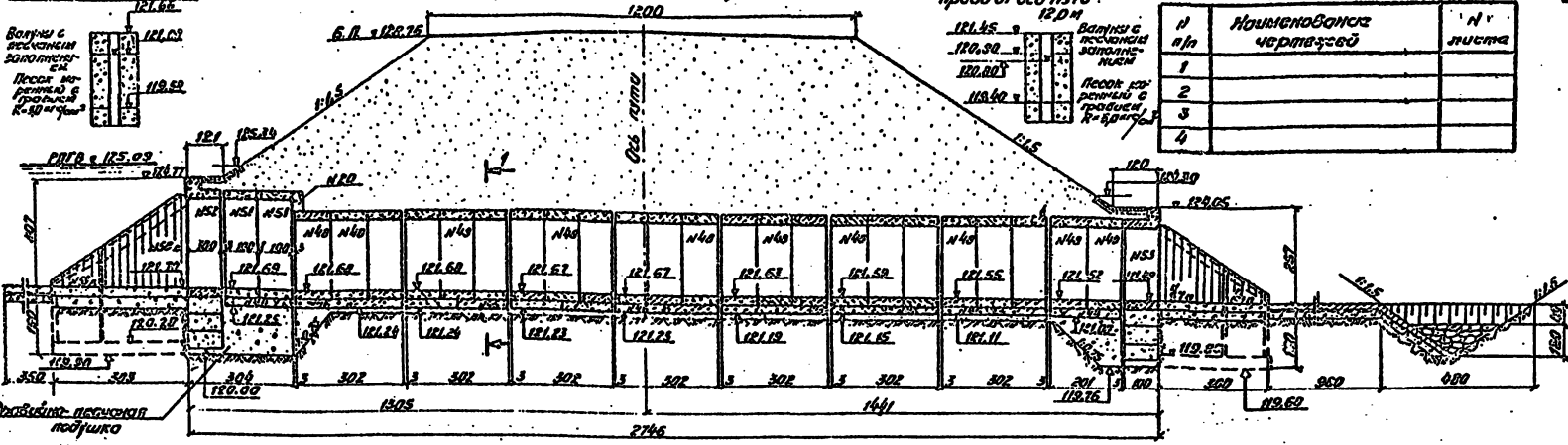
Скв. №369 ПКЗ+74 №820
от ос. пути 120 м

2-2
(изоляция не показана)
1200

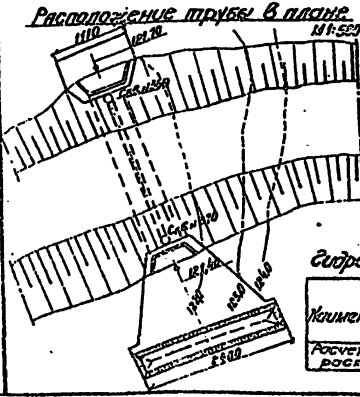
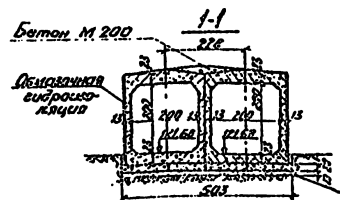
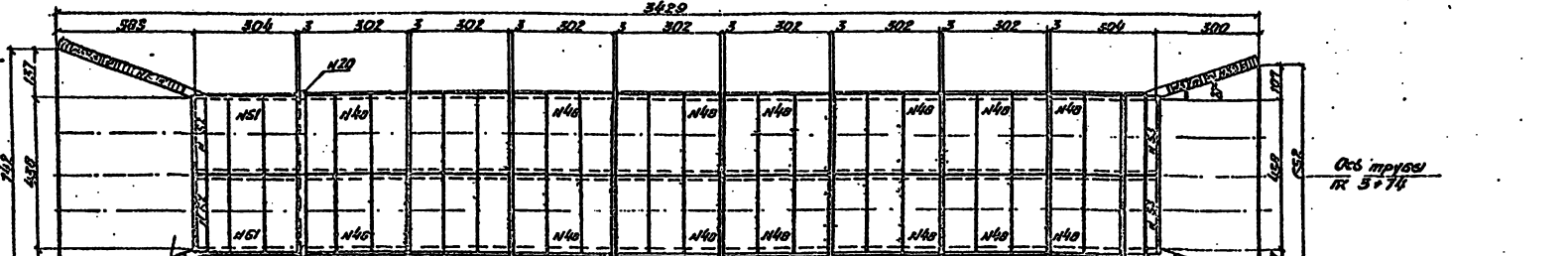
Скв. №370 ПКЗ+74
пробой от ос. пути
120 м

Перечень чертежей, входящих
в проект трубы

№ п/п	Наименование чертежей	№ листа
1		
2		
3		
4		



П Л А Н
(номера и изоляция стыков не показаны)



Спецификация блоков по трубе

№ блока	Завершённые размеры блока	Материал	Измен. по объём			Масса блока	
			шт.	м³	тс		
1	132x98x50	Бетон М200	065	10	11,30	1,5	
2	98x65x50	Бетон М200	024	6	1,92	0,7	
3	240x50x20	Ж.Б. М200	024	2	0,48	0,6	
4	125x20x20	Ж.Б. М200	050	8	4,00	1,3	
4а	125x150x20	Ж.Б. М200	050	56	21,28	1,0	
4б	226x250x100	Ж.Б. М300	1,69	46	71,74	4,2	
5	226x280x100	Ж.Б. М300	1,54	4	6,16	3,9	
5а	226x329x100	Ж.Б. М300	1,09	2	3,76	4,7	
5б	226x274x100	Ж.Б. М300	1,75	2	3,50	4,4	
5в	261x189x30	Ж.Б. М200	1,52	2	3,04	3,8	
5г	415x277x30	Ж.Б. М200	2,59	2	5,18	6,5	
5д	279x175x30	Ж.Б. М200	1,13	4	4,52	2,8	
Итого			Бетон М200	—	24	38,50	—
			Ж.Б. М200	—	74	39,50	—
			Ж.Б. М300	—	54	91,16	—

Объёмы основных работ.

№ п/п	Наименование работ	Материал	Изв.	Кол-во	
1	Разметка котлована	—	м²	430	
2	Устройство подстилающего слоя	Грав. песок	м³	59	
3	Укладка блоков фундамента	Ж.Б. М200	м³	15	
4	Укладка блоков фундамента	Бетон М200	м³	13,6	
5	Укладка оголовков	Ж.Б. М200	м³	25,3	
6	Укладка оголовков	Ж.Б. М300	м³	13,2	
7	Укладка оголовков	Ж.Б. М300	м³	91,2	
8	Укладка оголовков	Бетон М200	м³	10,0	
9	Заполнение швов	Ж.Б. М200	м³	10,7	
Итого кладки				м³	164,0
10	Изольция	Пенопласт	м³	240	
11	Укрепление	Цементно-песчаный раствор	м³	54,0	
12	Укрепление	Цементно-песчаный раствор	м³	52,6	
13	Укрепление	Цементно-песчаный раствор	м³	57	
14	Укрепление	Цементно-песчаный раствор	м³	200	

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Конструкция трубы и оголовков принята по типовому проекту (инв. №1072) серии 3.501-104.
2. Проектом предусмотрено применение звеньев заводского изготовления в соответствии с типовым проектом серии 3.501-104/ч.5. Блоки заводского изготовления.
3. Марка бетона блоков по жаростойкости Мрз 200 (принята по климатическим условиям района строительства).
4. Конструкция укрепления принята по типовому проекту (инв. №337) серии 501-0-46.
5. Размеры на чертежах даны в сантиметрах, отметки - в метрах.

Гидравлические характеристики

Наименование	Q, л/сек	Внутр. диаметр, мм	Внеш. диаметр, мм	Скорость течения, м/сек
Расчетный расход	34,00	330	400	5,8

ТК Сборные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Часть 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования.

Пример конструкции трубы отв. 2x2,0 м с фундаментом типа 1.

1072/1-30

3.501-104

Лист 26

Гидравлические характеристики

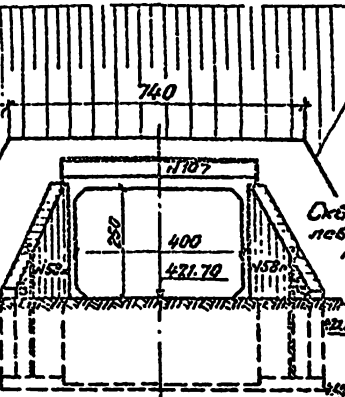
Наименование н/е	Q м³/сек.	Подпор Н м	Уклон L м	Скорость на выходе м/сек.
Расчетный расход	36,00	3,57	0,008	6,1

Разрез по оси трубы (изоляция не показана).

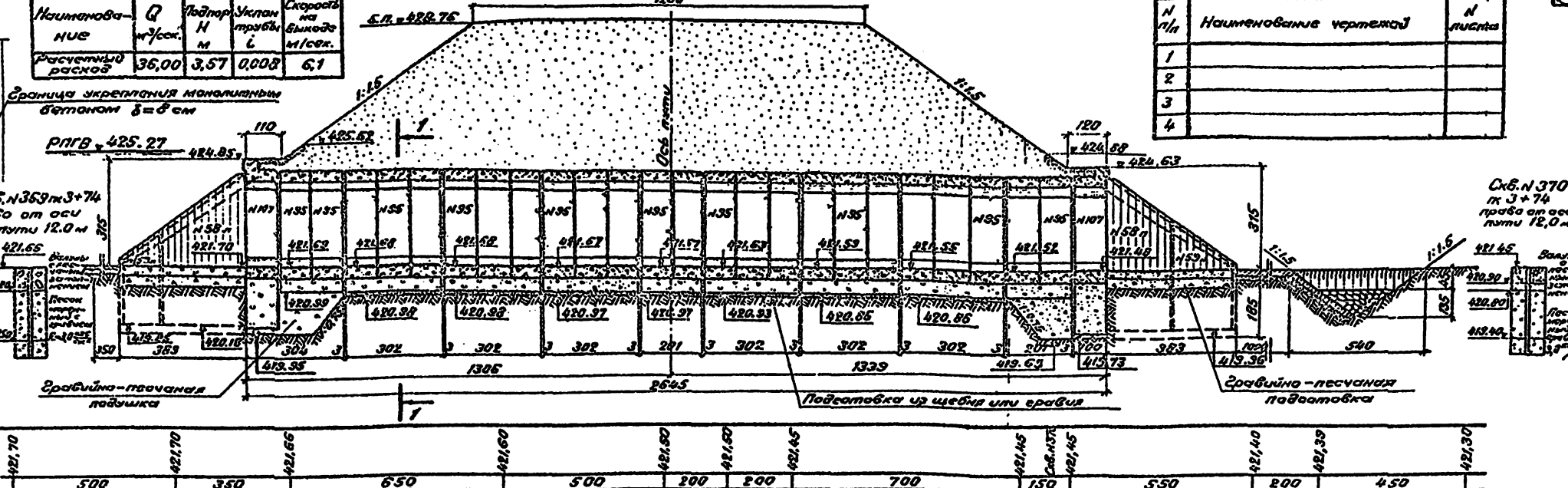
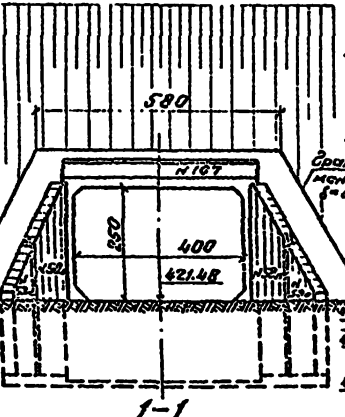
Поречный чертеж, входящих в проект трубы.

N п/п	Наименование чертежа	N листа
1		
2		
3		
4		

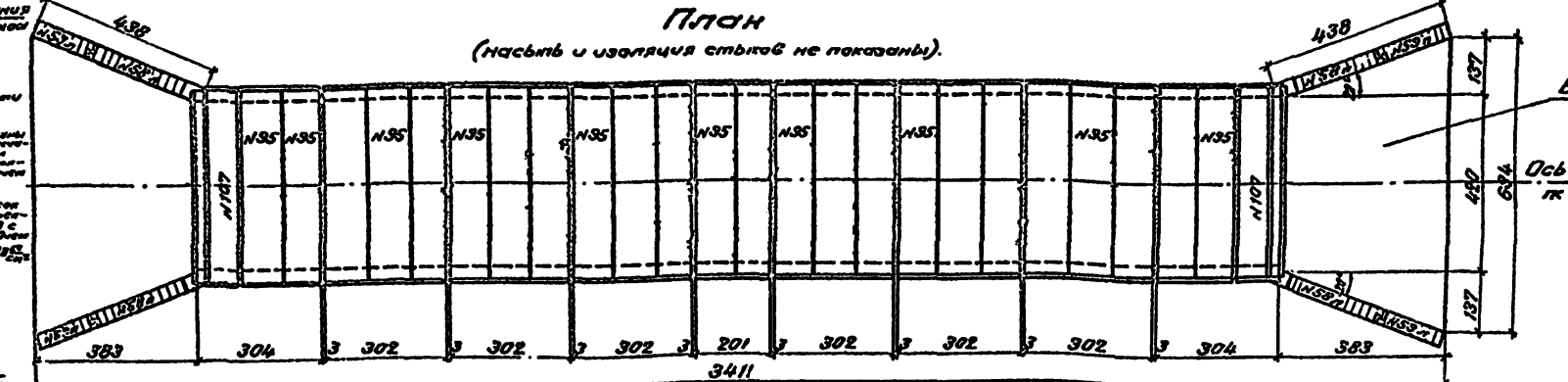
Фасад входного оголовка



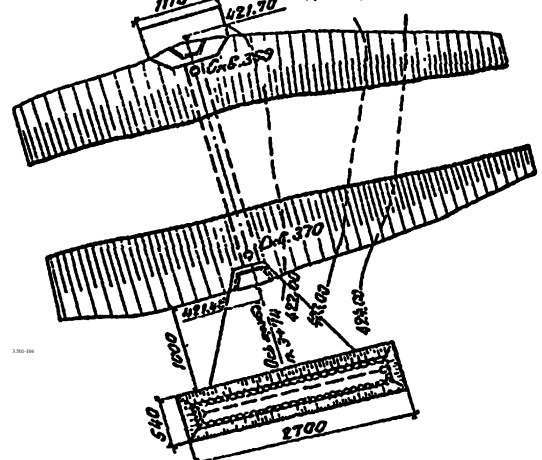
Фасад выходного оголовка



План (насыпь и изоляция стыков не показаны).



Расположение трубы в плане.



Спецификация блоков на трубу

N блока	Габаритные размеры	Материал	Объем блока	Кол. блоков	Общий объем	Масса блока
—	—	—	м³	шт.	м³	тс
50 п/п	415 × 277 × 30	Ж.б. М200	2,59	4	10,36	6,5
53 п/п	279 × 175 × 30	Ж.б. М200	1,13	4	4,52	2,8
35	442 × 317 × 100	Ж.б. М300	3,39	24	35,52	10,0
107	436 × 340 × 103	Ж.б. М300	3,96	2	7,92	3,9
Итого		Железобетон М200	—	8	14,88	—
		Железобетон М300	—	26	103,44	—

Объем основных работ.

N п/п	Наименование работ	Материал	Узм.	Кол.
1	Рытье котлована	—	м³	5,90
2	Устройство подсыпки	Гравийно-песчаная смесь	м³	51
3	Устройство подсыпки	Щебень или гравий	м³	14,6
4	Отливка фундамента	Бетон М200	м³	57,7
5	Монтаж оголовков и тела трубы	Ж.б. М200	м³	14,9
6	Монтаж оголовков и тела трубы	Ж.б. М300	м³	103,4
7	Бетонирование лотков	Бетон М200	м³	8,6
8	Затопление швов	Ц.р. М200	м³	4,3
—	Итого кладки	—	—	188,9
9	Изоляция	Обмазочная	м²	308
10		Оклеивание стыков	м²	71,6
11	Укрепительные работы	Монолитный бетон М200	м³	35,6
		Панцирь лотков АС	м²	6,35
12		Каменная наброска	м³	73
13		Земельные работы	м³	200
		Щебень	м³	13

Примечания.

1. Конструкция трубы и оголовков принята по типовому проекту (инв. N 1072) серии 3.501-104.
2. Проектом предусматривается применение элементов заводского изготовления в соответствии с типовым проектом (инв. N 1072) серии 3.501-104. Часть 3. — Блоки заводского изготовления.
3. Марка бетона блоков по морозостойкости $M_{рз} = 200$ (принята по климатическим условиям района строительства).
4. Конструкция укрепления принята по типовому проекту (инв. N 937) серии 501-0-46.
5. Размеры на чертеже даны в сантиметрах, отметки — в метрах.

ТК Сборные железобетонные прямоугольные водопропускные трубы для железных и автомобильных дорог. Часть 1. Трубы под автомобильную дорогу. Материалы для проектирования. 3.501-104

1975г. Пример конструкции трубы отв. 4,0 м с фундаментом типа 3.

1072/1-31