

# СевЗапРегионстрой

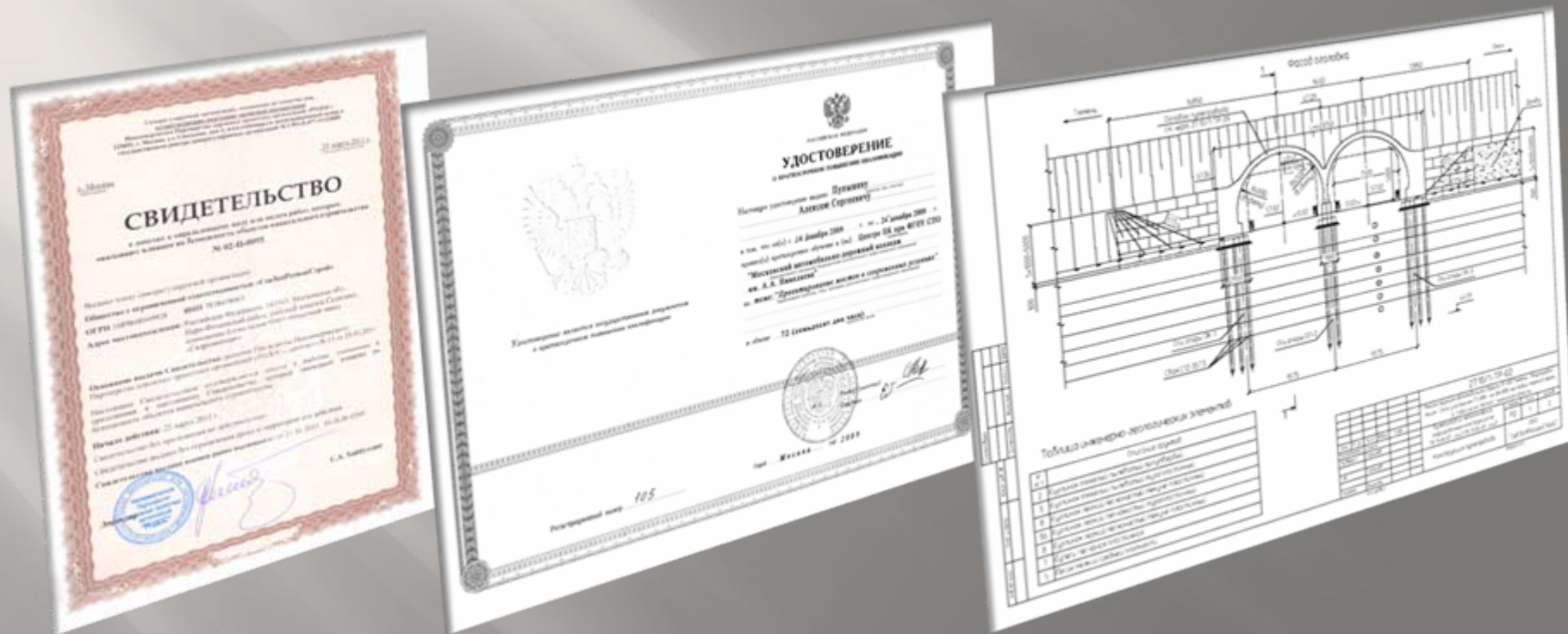
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

✉ 143345; Московская область, Наро-Фоминский район, п. Селятино, территория ОАО «Опытный завод «Гидромонтаж»;  
☎ тел. +7(495)720-49-72, ☎ факс +7(495)720-49-65  
✉ @email szrstroy@ozgm.ru

Свидетельство о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства №02-П-0095, выданное СРО НП «РОДОС» г. Москва 25 марта 2011 г.

## ДОРОЖНЫЙ ОТДЕЛ

ООО «СЕВЗАПРЕГИОНСТРОЙ» - ПРОЕКТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАО «ГОФРОСТАЛЬ»



Докладчик:  
Пупышев Алексей Сергеевич  
главный инженер проектов

Тел.: +7 833 271 1790  
+7 905 564 7691  
e-mail: kb@gofrostal.ru

## **Дорожный отдел ООО «СевЗапРегионСтрой»- Цели**

- Обеспечение гарантии безопасности сооружений из МГК в течение всего срока службы сооружения**
- Разработка современных решений для производства МГК**
- Мониторинг, исследования, проведение испытаний, накопление опытных данных**
- Обеспечение потребителей актуальной информацией о МГК**

# Дорожный отдел ООО «СевЗапРегионСтрой»- Задачи

## **Проектирование сооружений с применением МГК:**

- Консультации заинтересованных лиц, помощь в прохождении экспертизы
- Разработка технико-экономических предложений
- Расчеты сооружений, разработка разделов проектов по МГК
- Проектные работы на сооружения из МГК в полном объеме

## **Разработка документации:**

- Стандарты организаций
- Технические условия
- Нормативная документация для других хозяйственных субъектов

## **Подготовка информации для широкого спектра производимой продукции:**

- Каталоги продукции из МГК
- Технологические регламенты на возведение сооружений из МГК
- Участие в выставках, конференциях совместно с ЗАО «Гофросталь»

## **Совместная разработка с ведущими научно-исследовательскими и проектными организациями России и ближнего зарубежья сооружений в сложных условиях:**

- Большие пролеты сооружений, слабые основания, высокие насыпи
- Экстремально низкие температуры, многолетнемерзлые грунты
- Карчеход, ледоход, наледные явления, сложные гидрологические условия
- Высокая сейсмичность района, оползневые склоны, неустойчивые насыпи

# Нормативная база по проектированию и строительству МГК

## Российские нормы и требования:

### **Предшествующие современным:**

- Решения технико-инспекторских комитетов, инженерных советов МПС (начало XX века)
- ВСН 176-78. Инструкция по проектированию и постройке металлических гофрированных водопропускных труб, 1978г. С Дополнениями №1 от 1984г и №2 от 1985г.
- Методические рекомендации по гидравлическому расчету металлических гофрированных труб, 1979г.
- Технологическая карта сооружение водопропускной трубы из гофрированной стали, 1976г.
- ОСТ 35-22-83. Трубы водопропускные из гофрированного металла под насыпями железных и автомобильных дорог, 1984г.

### **Современные:**

- Методические рекомендации по применению металлических гофрированных труб, 2002г.
- Временные технические указания по применению металлических гофрированных конструкций (для опытного применения на железных дорогах), 2002г.
- Методические рекомендации по применению металлических труб большого диаметра в условиях наледообразования и многолетнемерзлых грунтов (для опытно-экспериментального строительства ), 2003г.
- Технические условия по применению металлических гофрированных конструкций. ОАО «РЖД», 2007г.
- ОДМ 218.2.001-2009 Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон), 2009г.

# Нормативная база по проектированию и строительству МГК

## Зарубежные нормы:

Страны Северной Америки – США и Канада

Страны Восточной Азии – Корея, Китай

Страны западной Европы – Италия, Финляндия, Швеция

Восточная Европа: Польша, Румыния, Литва, Беларусь, Украина



# Типовая проектная документация, технические условия, преимущества и недостатки

Широко известен перечень типовых проектов, разработанный Ленгипротрансместом в 70х

годах прошлого века и ряд современных типовых проектов разработанный ОАО «Трансмест»:

- 3.501.3-183.01 Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог. 2002г.
- 3.501.3-184.03 Трубы водопропускные круглые отверстиями 1.5-3.0м из гофрированного металла с гофром 164x57мм для железных и автомобильных дорог. 2006г.
- 3.501.3-185.03 Конструкции из гофрированного металла с гофром 150x50 для железных и автомобильных дорог, 2006г.
- *Новинка!!! 3.501.3-187.10 Трубы водопропускные круглые отв. 0.5-2.5м спиральновитые из гофрированного металла с гофром 68x13 и 125x26мм, 2010г.*

**Основное преимущество:** – это сокращение сроков и удобство для проектирования, унификация проектных решений для большинства условий строительства

## **Главные недостатки:**

**Определенные ограничения композитной структуры**

**Документация привязана к определенному параметру гофра**

**Ограниченные условия применения:**

- Отсутствие возможности сравнения вариантов различных форм очертаний.
- Гидравлические показатели.
- По высоте насыпи. Максимальное значение высоты насыпи – 20м.
- По виду грунтовой обоймы – всего два материала с модулем деформации 18 и 30МПа.
- По виду оголовков, лотков, сопрягающих устройств и др.
- По способам антикоррозийной защиты.

# Область применения гофрированных конструкций ЗАО «Гофросталь»

1. Универсальные возможности для инженерной инфраструктуры
2. Искусственные сооружения для транспорта
  - Водопропускные трубы условно разделены на три группы:
    - малые водопропускные трубы, диаметром до 3-х метров
    - средние водопропускные трубы диаметром, 3 - 6 метров
    - водопропускные сооружения, эквивалентным диаметром 6 -10 метров
  - мосты, путепроводы
  - тоннели, галереи, пешеходные переходы
3. Защитные сооружения, подпорные стены

# Конструкция гофрированного листа и волна гофра

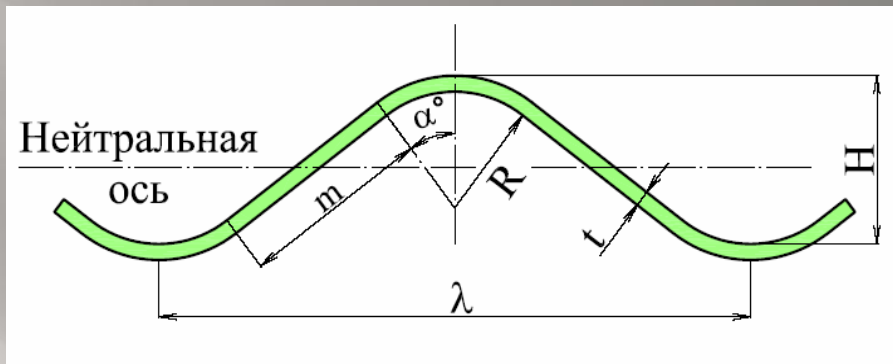
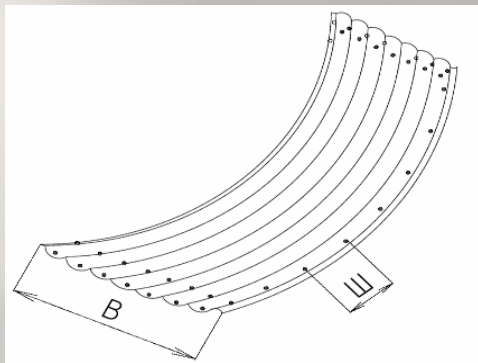


Таблица параметров гофрированных листов

Тип гофра	Параметры				Кг
	$\lambda$ , мм	H, мм	R, мм	n	
Гофролист 34	152,4	34,0	42,8	8	1,12
Гофролист 51	152,4	50,8	29,0	7	1,24
Гофролист 55	200,0	55,0	53,0	6	1,18
Гофролист 140	381,0	140,0	76,2	2-3	1,29

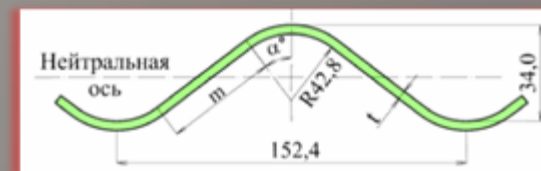


# Гофролист ГЛЗ4

Применяется в конструкциях, диаметром до 3 м, при различной высоте засыпки для строительства:

- водопропускных труб на дорогах
- пешеходных переходов
- технологических каналов
- коммуникационных тоннелей, галерей

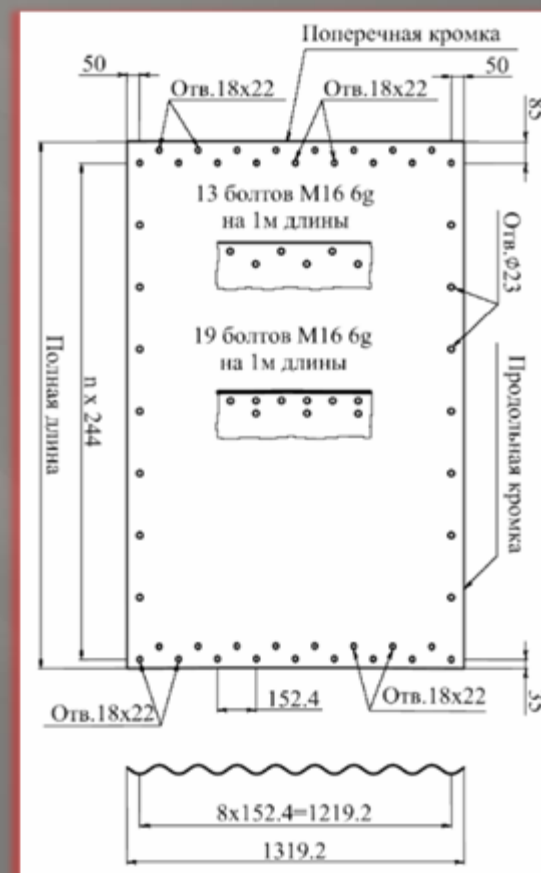
## Параметры волны ГЛЗ4



## Геометрические характеристики профиля ГЛЗ4 с волной 152x34мм

Толщина листа t, мм	Длина прямой вставки m, мм	Угол $\alpha$ , °	Момент инерции сечения I, мм <sup>4</sup> /мм	Момент сопротивления сечения W, мм <sup>3</sup> /мм	Пластический момент сопротивления сечения W <sub>пл</sub> , мм <sup>3</sup> /мм	Площадь сечения F, мм <sup>2</sup> /мм
2.0	31.7	34.98	319.90	8.89	23.90	2.236
3.0	30.6	35.31	483.73	13.07	33.95	3.355
4.0	29.5	35.67	651.05	17.13	44.18	4.476

## Размеры листа ГЛЗ4



## Масса листа ГЛЗ4

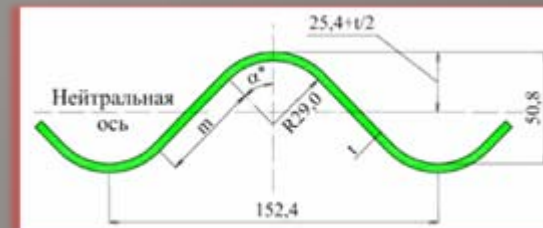
Ширина листа, мм	Длина листа, мм	Число отверстий вдоль продольной кромки листа	Длина по центрам отверстий	Масса листа с учетом цинкового покрытия толщиной 80мкм, кг при толщине, мм		
				2.0	3.0	4.0
1319.2	1096	5	4Ш	27.32	40.03	52.76
1319.2	1340	6	5Ш	33.39	48.94	64.50
1319.2	1584	7	6Ш	39.47	57.84	76.23
1319.2	1828	8	7Ш	45.54	66.75	87.97
1319.2	2072	9	8Ш	51.62	75.65	99.71

# Гофролист ГЛ51

Применяется в замкнутых и арочных конструкциях диаметром (или пролётом) до 7 м, при различной высоте засыпки для строительства:

- водопропускных труб на дорогах
- арочных мостов
- пешеходных переходов и скотопрогонов
- коммуникационных и технологических тоннелей

## Параметры волны ГЛ51



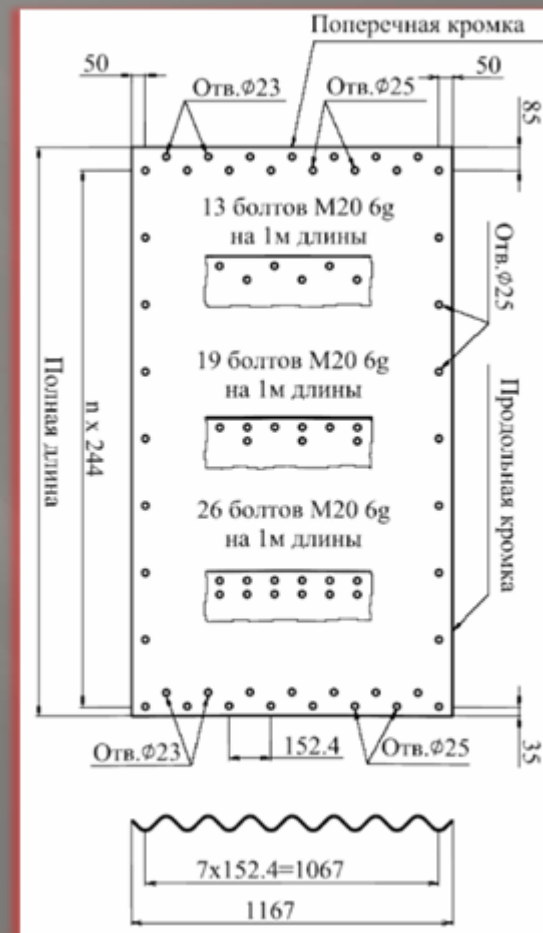
## Геометрические характеристики профиля ГЛ51 с волной 152x51мм

Толщина листа t, мм	Длина прямой вставки m, мм	Угол α, °	Момент инерции сечения I, мм <sup>4</sup> /мм	Момент сопротивления сечения W, мм <sup>3</sup> /мм	Пластический момент сопротивления сечения W <sub>пл</sub> , мм <sup>3</sup> /мм	Площадь сечения F, мм <sup>2</sup> /мм
3.0	46.8	44.88	1126.40	41.87	51.97	3.724
4.0	45.7	45.25	1514.36	55.27	66.29	4.969
5.0	44.6	45.63	1910.04	68.46	81.09	6.216
6.0	43.4	46.02	2314.30	81.49	96.40	7.466

## Масса листа ГЛ51

Ширина листа, мм	Длина листа, мм	Число отверстий вдоль продольной кромки листа	Длина по центрам отверстий	Масса листа с учетом цинкового покрытия толщиной 80мкм, кг при толщине, мм			
				3.0	4.0	5.0	6.0
1167	1096	5	4Ш	39.29	51.81	64.34	76.90
1167	1340	6	5Ш	48.03	63.33	78.66	94.01
1167	1584	7	6Ш	56.77	74.86	92.97	111.11
1167	1828	8	7Ш	65.51	86.38	107.28	128.22
1167	2072	9	8Ш	74.25	97.90	121.59	145.33

## Размеры листа ГЛ51



# Гофролист ГЛ55

применяется для тех же целей, что и гофролист 51. Имеет более экономичные характеристики и меньшую массу при одинаковых размерах сооружения для строительства:

- водопропускных труб на дорогах
- арочных мостов
- пешеходных переходов
- скотопрогонов
- коммуникационных и технологических тоннелей

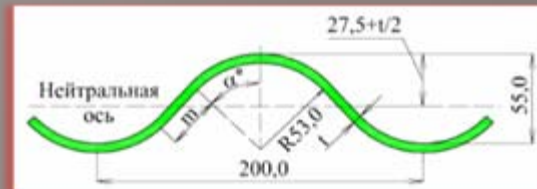
## Геометрические характеристики профиля ГЛ55 с волной 200x55мм

Толщина листа $t$ , мм	Длина прямой вставки $m$ , мм	Угол $\alpha$ , °	Момент инерции сечения $I$ , мм <sup>4</sup> /мм	Момент сопротивления сечения $W$ , мм <sup>3</sup> /мм	Пластический момент сопротивления сечения $W_{пл}$ , мм <sup>3</sup> /мм	Площадь сечения $F$ , мм <sup>2</sup> /мм
3.0	32.2	45.19	1356.37	46.77	60.35	3.544
4.0	30.4	45.73	1819.24	61.67	79.72	4.729
5.0	28.5	46.33	2288.80	76.29	99.60	5.915
6.0	26.6	46.98	2765.85	90.68	120.03	7.103
7.0	24.4	47.71	3251.17	104.88	141.10	8.293

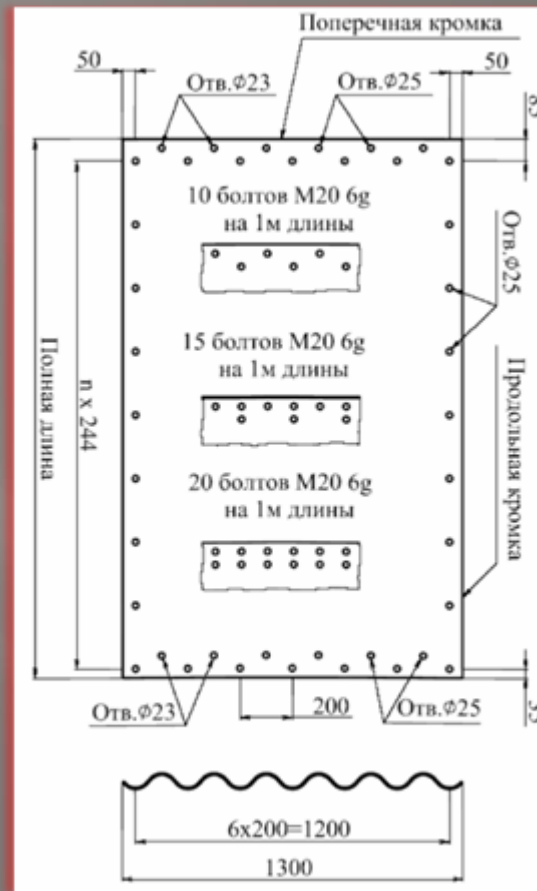
## Масса листа ГЛ55

Ширина листа, мм	Длина листа, мм	Число отверстий по продольной кромке листа	Длина по центрам отверстий	Масса листа с учетом цинкового покрытия толщиной 80мкм, кг при толщине, мм				
				3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
1300	1096	5	4Ш	41.67	54.93	68.21	81.52	94.84
1300	1340	6	5Ш	50.94	67.15	83.39	99.65	115.94
1300	1584	7	6Ш	60.21	79.37	98.56	117.78	137.04
1300	1828	8	7Ш	69.47	91.59	113.73	135.91	158.13
1300	2072	9	8Ш	78.74	103.80	128.90	154.04	179.23

## Параметры волны ГЛ55



## Размеры листа ГЛ55

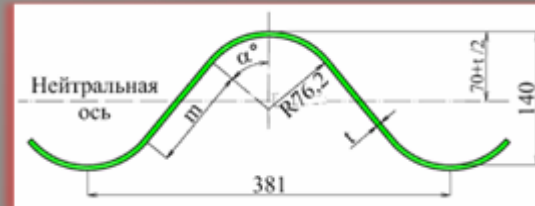


# Гофролист ГЛ140

применяется в конструкциях пролётом до 25м. Предназначен для устройства:

- водопропускных сооружений на дорогах
- арочных мостов, путепроводов
- пешеходных переходов
- скотопрогонов
- транспортных, коммуникационных и технологических тоннелей

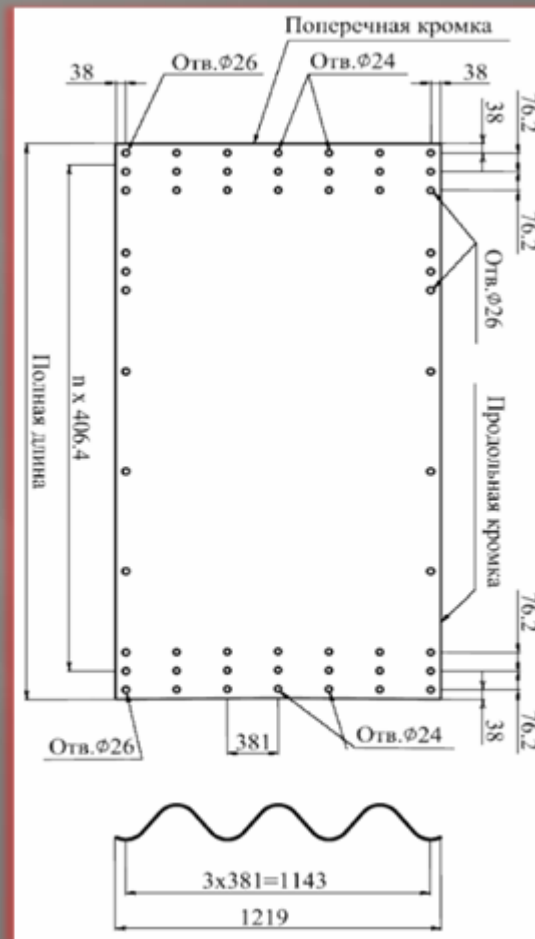
## Параметры волны ГЛ140



## Геометрические характеристики профиля ГЛ140 с волной 381x140м

Толщина листа $t$ , мм	Длина прямой вставки $m$ , мм	Угол $\alpha$ , °	Момент инерции сечения $I$ , мм <sup>4</sup> /мм	Момент сопротивления сечения $W$ , мм <sup>3</sup> /мм	Пластический момент сопротивления сечения $W_p$ , мм <sup>3</sup> /мм	Площадь сечения $F$ , мм <sup>2</sup> /мм
4.0	110.0	49.96	12043.83	167.28	196.79	5.173
5.0	108.7	50.15	15097.30	208.24	240.76	6.469
6.0	107.4	50.34	18169.68	248.90	285.31	7.767
7.0	106.1	50.54	21261.89	289.28	330.47	9.065
8.0	104.8	50.73	24374.91	329.39	376.25	10.365

## Размеры листа ГЛ140



## Масса листа ГЛ140

Ширина листа, мм	Длина листа, мм	Число отверстий вдоль продольной кромки листа	Длина по центрам отверстий	Масса листа с учетом цинкового покрытия толщиной 80мкм, кг при толщине, мм				
				4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1219	1854	5	4С	100.02	123.78	147.57	171.38	195.21
1219	2260	6	5С	121.65	150.55	179.49	208.44	237.43
1219	2667	7	6С	143.28	177.33	211.40	245.51	279.65
1219	3073	8	7С	164.91	204.10	243.32	282.58	321.87
1219	3480	9	8С	186.54	230.87	275.24	319.64	364.09

# Металлические опорные элементы

Опорные элементы - швеллер или уголок применяются для шарнирного объединения листов МГК арочных сооружений с фундаментом. Толщина обычно назначается равной толщине опорного листа, но не менее 5мм.

Схема передачи усилия - через торец гофролиста на плоскость опорного элемента.

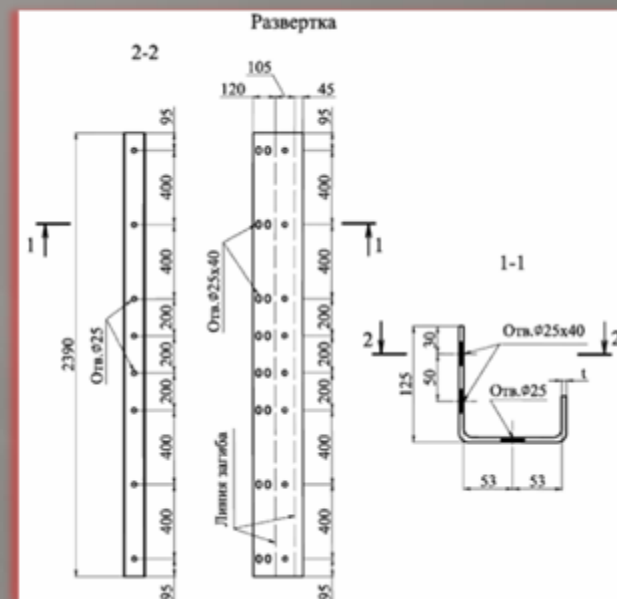
Крепление опорного элемента к фундаменту:

- фундаментными болтами
- выпусками арматуры
- на сварке

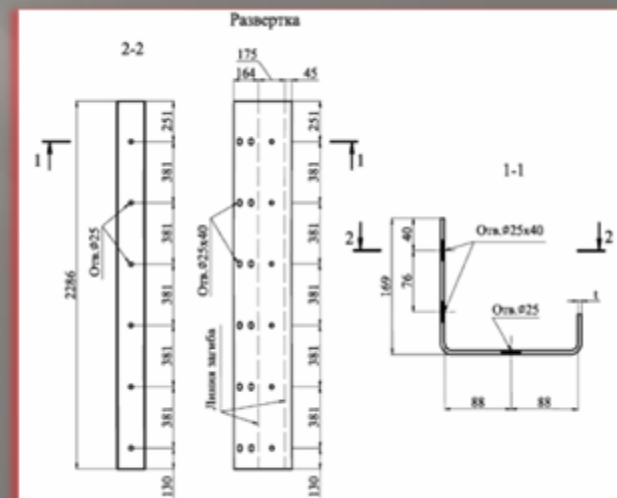
## Крепление гофрированных листов к опорному элементу



## Швеллер ЭКШ для ГЛ55



## Швеллер ЭКШ для ГЛ140



# Оценка вариантов МКГ

## Последовательность выбора варианта очертания отверстия сооружения из МКГ:

- круглая труба или правильная круговая арка



- тщательный анализ всех исходных данных, предварительные экономические расчеты



- более сложные формы



- сложные очертания (элементы усиления)

применение сложных форм, таких как эллиптические и полицентрические конструкции будут заведомо большей толщины стали по сравнению с простыми

Схема сечения		Виды сооружений
	ТР	Круглая труба, характеризуется постоянным значением диаметра D
	ЭГ	Горизонтально ориентированный эллипс. Допускается принимать и несимметричные эллипсы
	ЭВ	Вертикально ориентированный эллипс. С соотношением радиусов приблизительно 0,80.
	ПЦ	Полицентрическое очертание. Определяется тремя радиусами: $R_t$ – радиус свода; $R_c$ – радиус угловых зон; $R_b$ – радиус днища
	АК	Арка кругового очертания – арка с постоянным радиусом R. Определяется углом в основании: $160^\circ \leq \alpha \leq 195^\circ$
	АН	Арка пониженного очертания – арки из металлических листов изогнутых по двум и более радиусам
	АВ	Арка повышенного очертания – арки из металлических листов изогнутых по двум и более радиусам

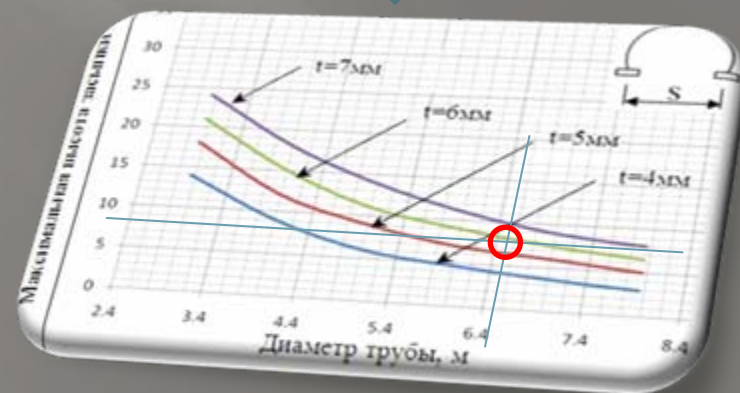
# Предварительное назначение параметров сооружения

- Сбор и анализ исходных данных
- Выбор варианта конструктивной схемы сооружения
- Уточнение формы и внутренних размеров сооружения из МГС
- Предварительное определение несущей способности (толщины гофролиста) с помощью упрощенных расчетов или разработанных графиков
- Определение ориентировочной массы и стоимости сооружения из МГК



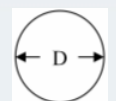
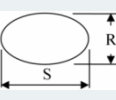
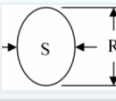

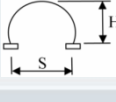
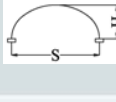
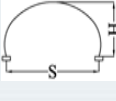
Арка круговая		1,5-7,5	AK51
		2,9-7,5	<del>AK55</del>
		6,8-14,8	AK140

Арки круговые				
Периметр	Пролет	Высота	Радиус	Марка сечения
N	S, мм	H, мм	R, мм	
39	6450	2930	3265	AK55-65-29
41	6450	3180	3251	AK55-65-32



Марка сечения	Масса погонного метра, кг, включая метизы, при толщине листа, мм				
	3	4	5	6	7
AK55-65-29	356	460	565	669	774
AK55-65-32	379	489	600	711	821

# Предварительное назначение параметров сооружения

Конструкция сооружения	Диаметр Пролёт/подъём	Форма сечения сооружения	Основное назначение конструкции	Конструкция также используется для:			
				Пересечения в разных уровнях автомобильных и железных дорог	Подземные пешеходные переходы, проходные технологические каналы	Тоннели, лавинозащитные галереи	Скотопрогоны, проезды для с/х техники
Круглое		0,7-3,5	ТР34				
		1,5-7,0	ТР51				
		2,5-7,0	ТР55				
		5,0-15,0	ТР140	+			
Эллипс горизонтальный		1,6-3,7	ЭГ34				
		1,6-6,5	ЭГ51				
		1,6-7,0	ЭГ55				
		4,6-15,0	ЭГ140	+			
		2,3-3,5	ЭВ34				
Эллипс вертикальный		2,3-6,1	ЭВ51				
		2,3-6,1	ЭВ55				
		2,3-6,1	ЭВ55				
Полицентр		2,0-6,2(10*)	ПЦ51				
		2,0-6,2(10*)	ПЦ55				
		7,8-13(15*)	ПЦ140	+			
Арка круговая		1,5-7,5	АК51				
		2,9-7,5	АК55				
		6,8-14,8	АК140	+			
Арка пониженная		6,7-16,8	АН140				
Арка повышенная		9,1-14,3	АВ140	+			



В буквенно-цифровой аббревиатуре для обозначения конструктивной схемы сооружения, буквы обозначают тип сооружения:

- ТР – Круглая труба
- ЭГ – Эллипс горизонтальный
- ЭВ – Эллипс вертикальный
- ПЦ – Полицентрическое сечение
- АК – Арка круговая, однорадиусная
- АН – Арка пониженного сечения, двухрадиусная
- АВ – Арка повышенного сечения, двухрадиусная

Цифры после букв обозначают волну гофра:

- 34 – гофр 152x34мм
- 51 – гофр 152x51мм
- 55 – гофр 200x55мм
- 140 – гофр 381x140мм,

Последующие цифры обозначают внутренние габаритные размеры конструкции:

- для труб – диаметр в дм;
- для конструкций иного очертания пролёт в дм x подъём в дм.

Например АН140 – 110 – 41 – арка пониженного сечения из листов с волной гофра 381 x 140 мм, пролётом 11,0 м, подъёмом 4,1 м

\* - требуются дополнительные мероприятия по обеспечению жесткости (усиление, ребра и т.п.)



# Материалы для МГК

## ▪ Сталь для МГС

ВСтЗсп5 по ГОСТ 380, 15сп по ГОСТ 1577, сталь 15 по ГОСТ 1050-88\*, 09Г2, 09Г2С, 09Г2Д по ГОСТ 19281-89, марки С345, С345Д по ГОСТ 27772-88 и др.

## ▪ Болты и гайки

по СТО 33027391-2009 «Изделия строительные металлические из гофрированных листов для конструкций инженерных сооружений», диаметром М16 и М20 класса прочности 8.8 из сталей марки 45, 50

## ▪ Материалы для грунтовой обоймы

Пески средней крупности, крупные, гравелистые, щебенисто-галечниковые и древесно-гравийные грунты, не содержащие обломков размером более 50мм

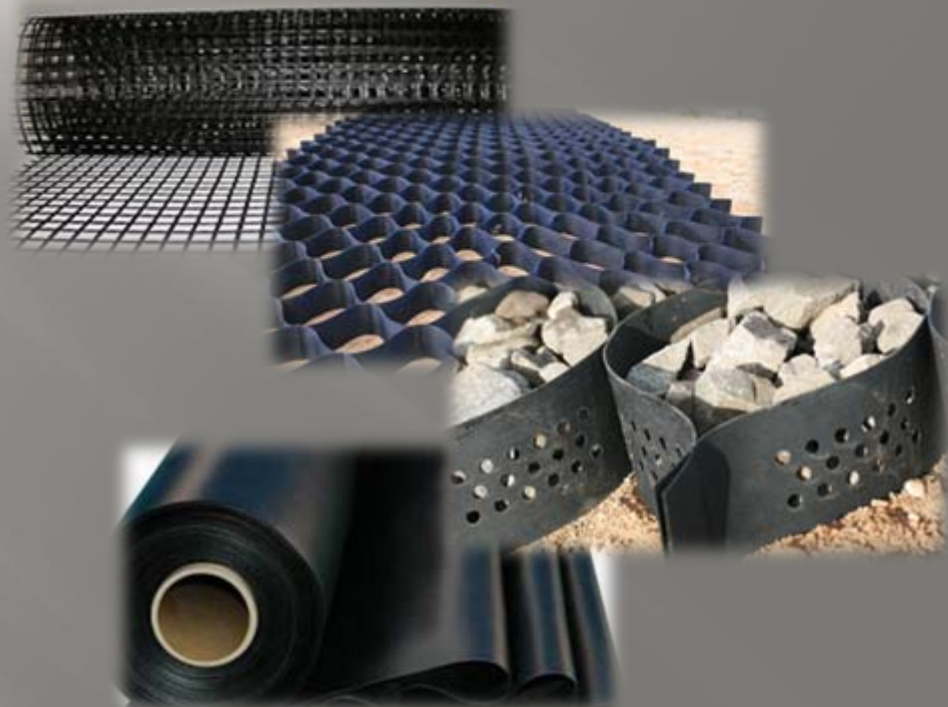
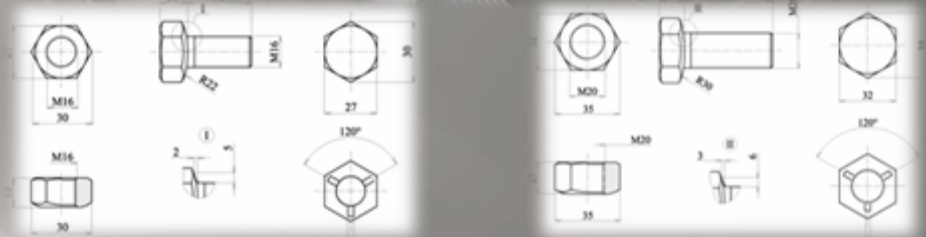
## ▪ Геосинтетические материалы

Для армирования грунтовой обоймы МГТ отверстием 3,0 м и более следует применять геотекстиль, объемные георешетки, другие геотехнические материалы с параметрами не ниже рекомендуемых нормативными документами. Схема армирования во всех случаях определяется проектом.

Для устройства заполнителя армогрунтовых мембран из объемных георешеток допускается использовать грунтовую массу полускальных и скальных пород, получаемую при разработке скальных выработок взрывным способом

## ▪ Бетон и арматурная сталь

Требования аналогичны требованиям для того класса сооружения, в качестве которого будет служить МГК



# Проектирование сооружений с применением МГК

## Технико-экономическое обоснование принятой конструкции

- Выбор варианта конструктивной схемы сооружения
- Уточнение формы и внутренних размеров сооружения из МГС
- Предварительное определение несущей способности
- Определение ориентировочной массы и стоимости сооружения из МГК

## Гидравлические расчеты

- малые водопропускные трубы, диаметром до 3-х метров
- водопропускные трубы и другие отверстия диаметром, 3 и более метров

## Габариты приближений

- Железные дороги – ГОСТ Р 9238-83;
- Автодорожные мосты и путепроводы – ГОСТ Р 52748-2007;
- Автодорожные тоннели – ГОСТ 24451-80;
- Подземные пешеходные переходы – ТСН 32 302-2003 и др.

## Расчеты сооружений из МГК

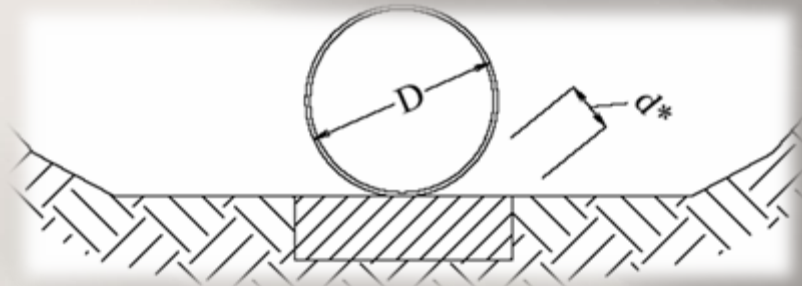
- Расчеты с использованием упрощенных формул:
  - пролет (диаметр) до 3м при сейсмичности до 8 баллов
  - круглые трубы и арки – пролет (диаметр) до 6м при сейсмичности до 7 баллов
- Нелинейный анализ с использованием современных программных комплексов
- Динимический расчет с научным обоснованием в сложных случаях (сейсмичность 9 баллов, оползнеопасные склоны, неустойчивые насыпи и т.п.)
- Специальные расчеты (теплотехнические, расчеты осадок и др.)
- Испытания сооружений из МГК

## Учет сложных инженерных условий

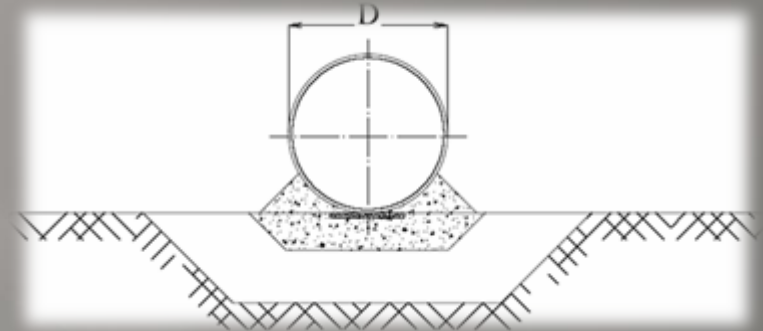
- Сейсмичность района
- Многолетнемерзлые грунты основания
- Ледоход, карчеход, заторы
- Наледи, сели

# Сооружение из МГК – геокомпозитная структура

## Основание сооружения из МГК

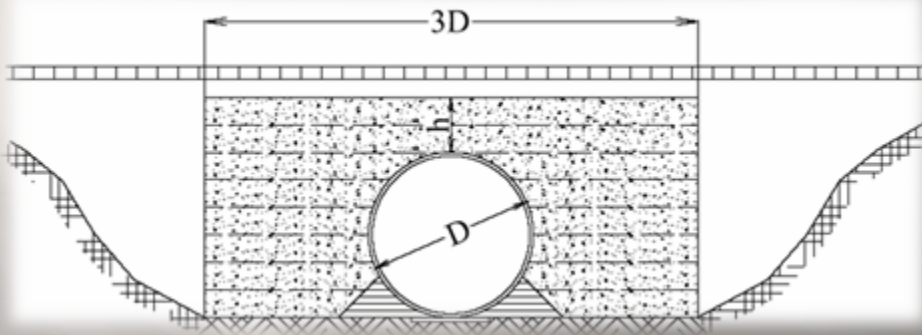


Скальное основание



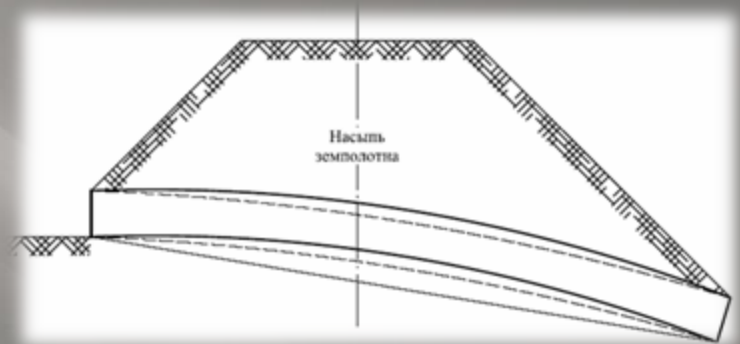
Основание в слабых грунтах

## Компоновка поперечного сечения сооружения



Конструкция укреплений, лотки

## Проектирование строительного подъема

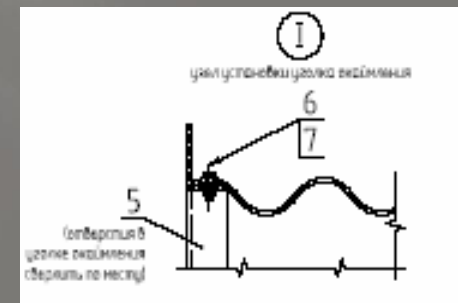
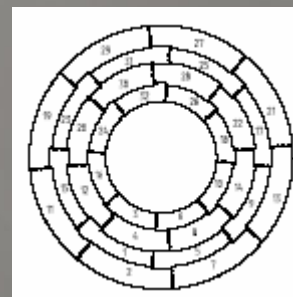
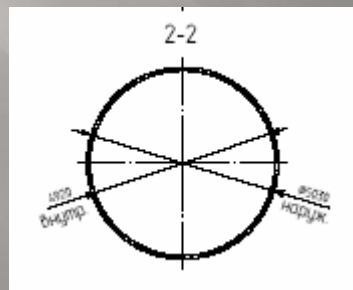
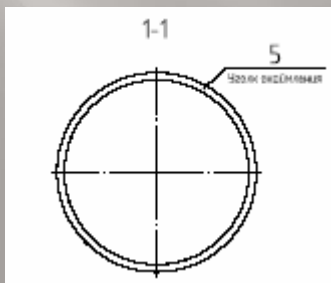
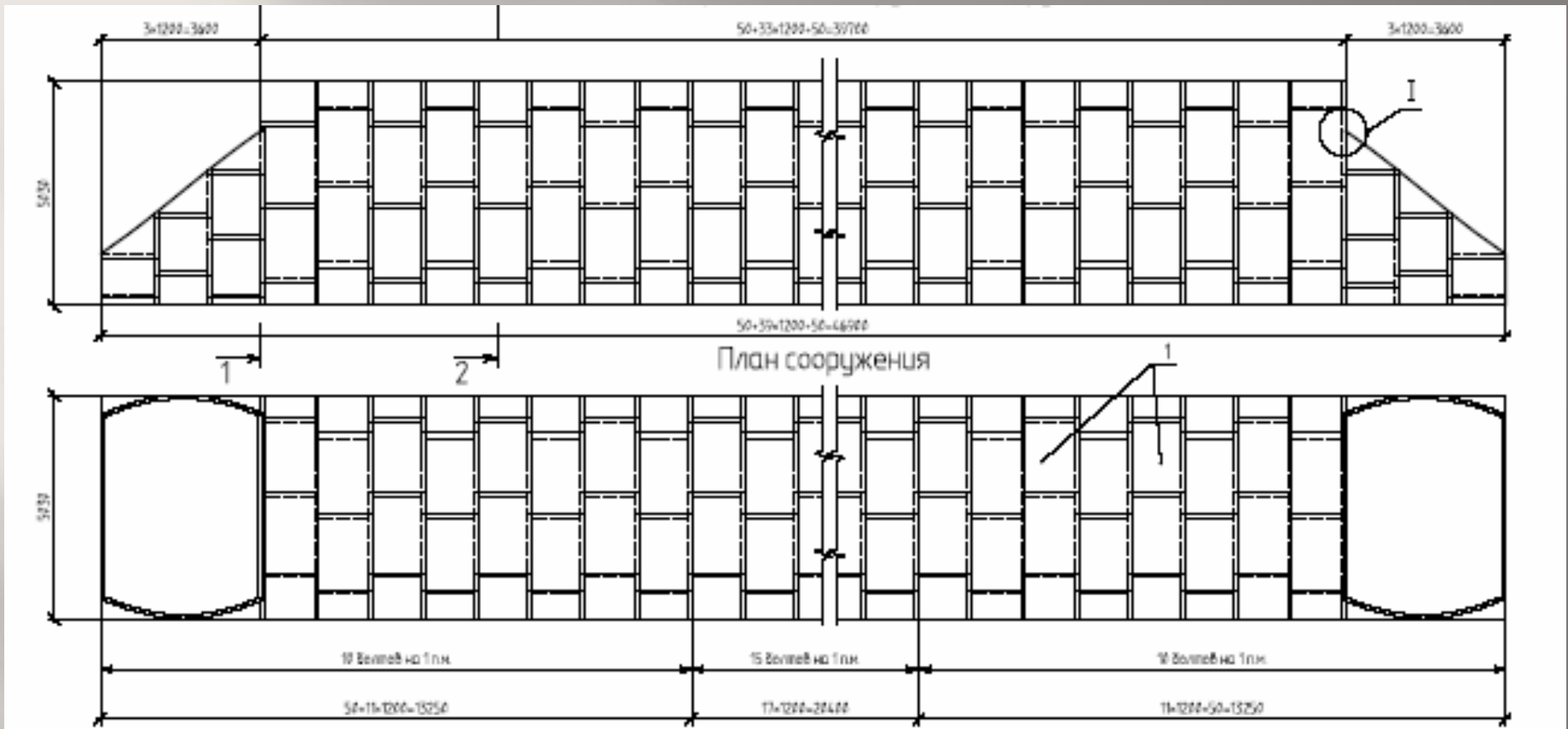


Защитные покрытия



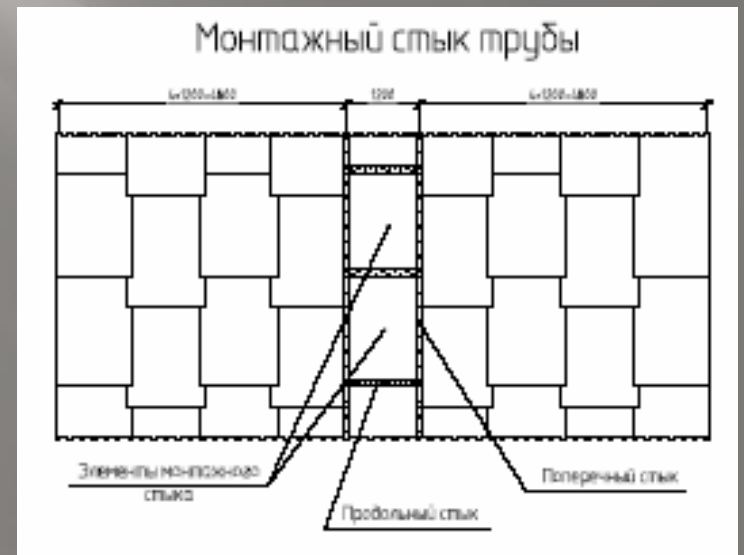
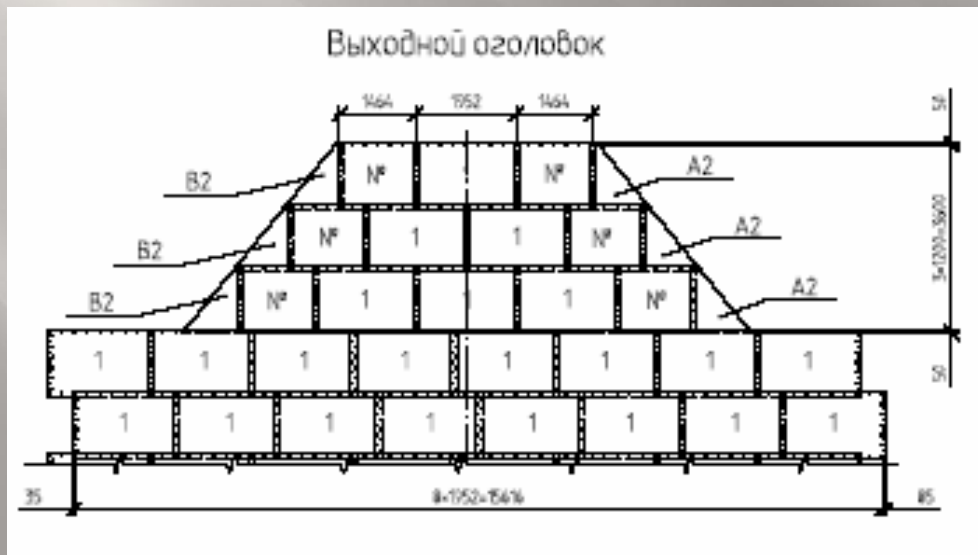
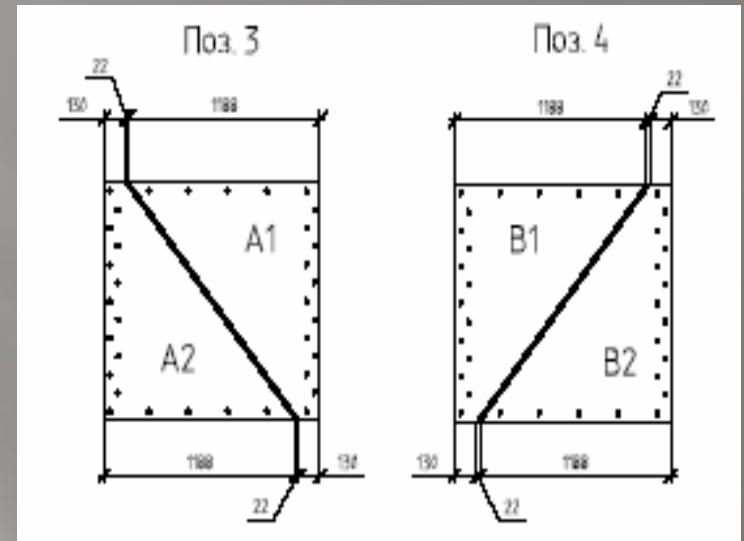
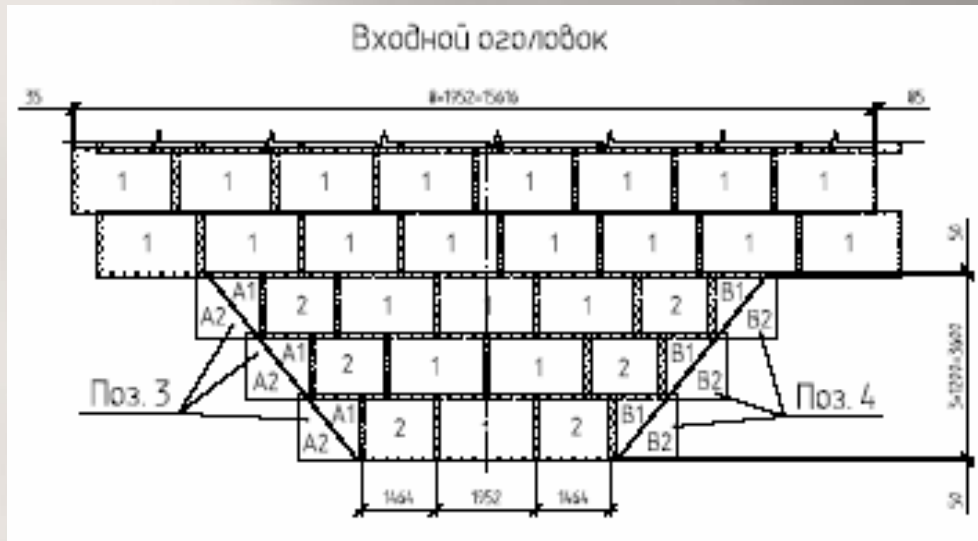
# Металлическая гофрированная оболочка

## Компоновка тракта трубы



# Металлическая гофрированная оболочка

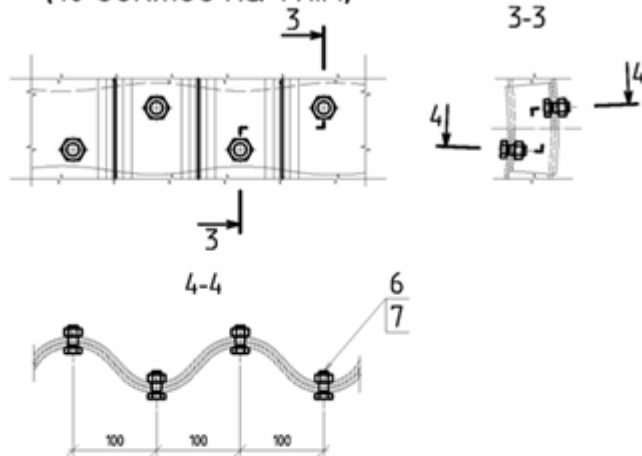
Полистовая раскладка, компоновка периметра



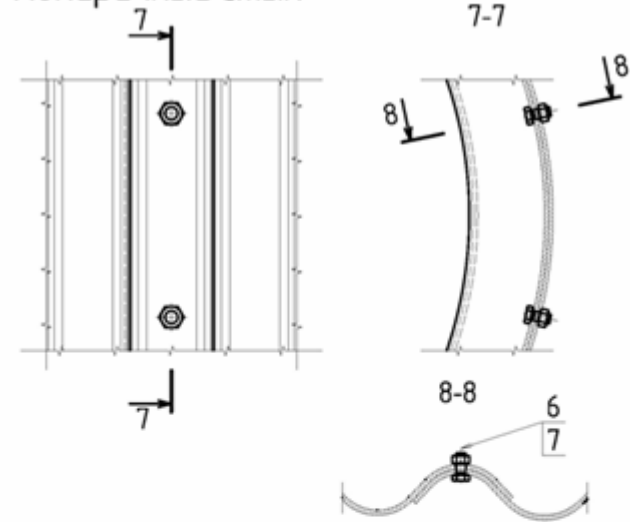
# Металлическая гофрированная оболочка

## Соединения

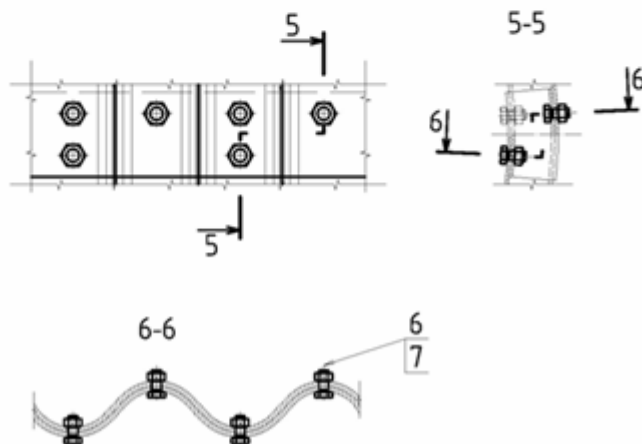
Продольный стык  
(10 болтов на 1 п.м)



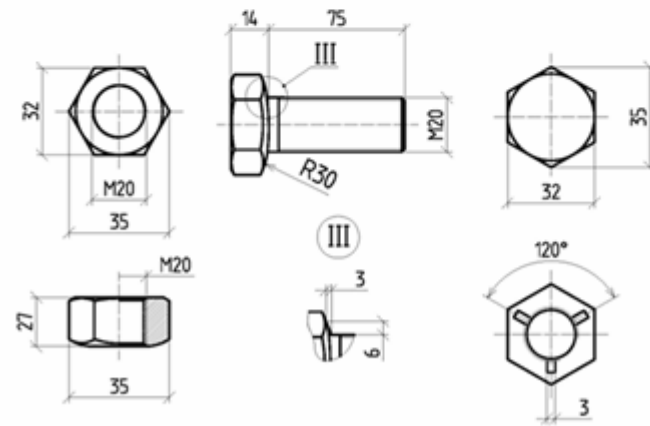
Поперечный стык



Продольный стык  
(15 болтов на 1 п.м)

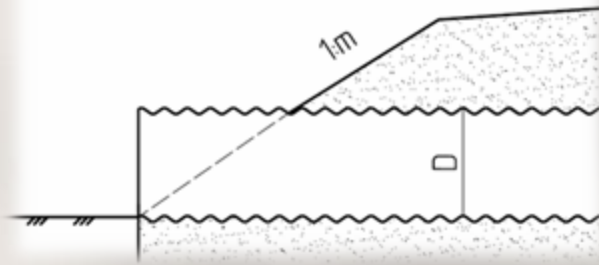


Поз. 6, 7

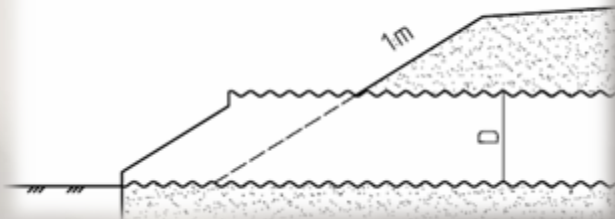


# Оголовки сооружений из МГК

## Безоголовочные трубы



А. со срезом перпендикулярно оси МГТ



Б. со срезом параллельным откосу

## Примеры оголовков



Срез по откосу с углом окаймления



Срез по откосу оголовком из габионов



Железобетонный воротниковый оголовок



Портал из габионов с откылками



Раструбный оголовок из габионов

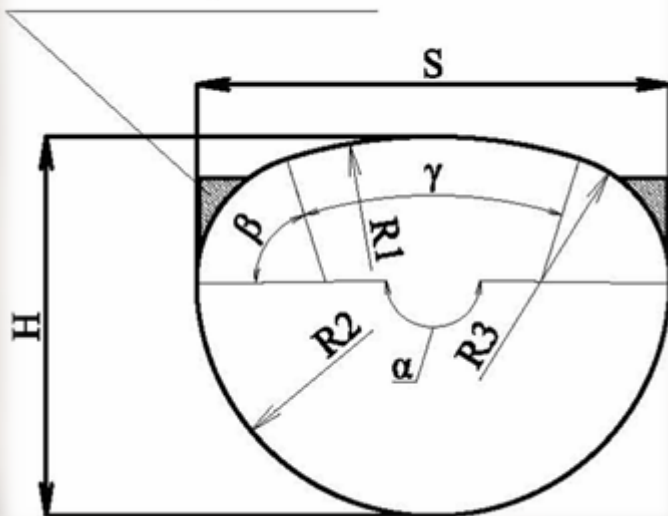


Раструбный железобетонный оголовок

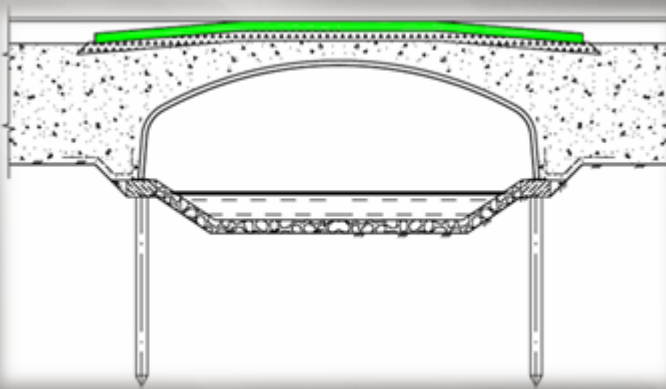
# Элементы, повышающие жесткость МГК

## Железобетонные продольные ребра жесткости

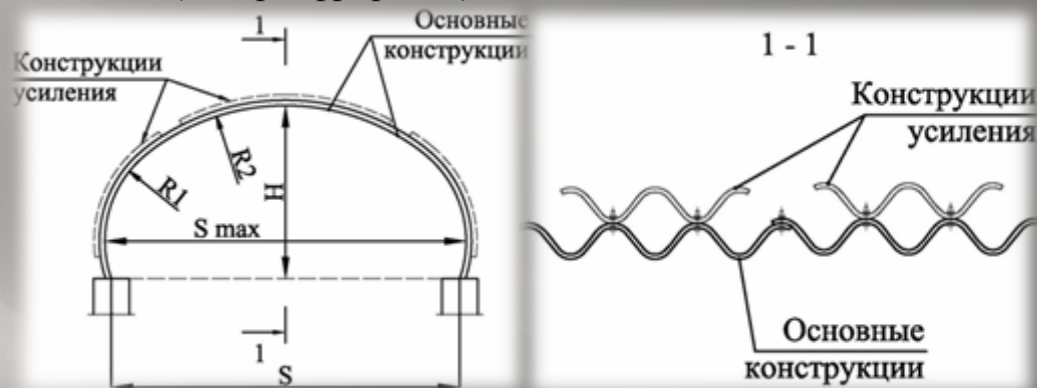
Ж.б. балка усиления



## Горизонтальная распределительная плита

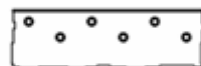


## Постановка листов усиления (контргофрировка)



## Увеличение числа болтов в поперечном стыке

2 болта на волну



Стандартная схема двухболтового соединения

3 болта на волну

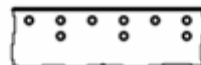


Схема трехболтового соединения

4 болта на волну

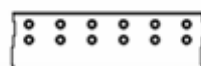
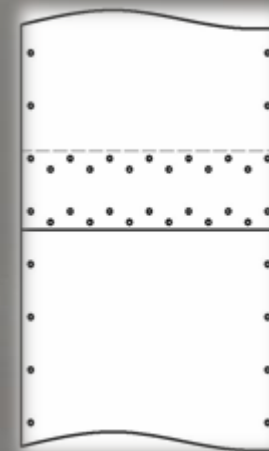


Схема четырехболтового соединения (не рекомендуется из-за ослабления сечения)



А. Без перехлеста листов

Б. С перехлестом листов на 1 шаг



# Особенности производства работ

## Устройство котлованов, основания сооружения



### Песчаная подготовка



# Сборка многolistовых МГК

Последовательная листовая сборка.



Последовательная кольцевая сборка.

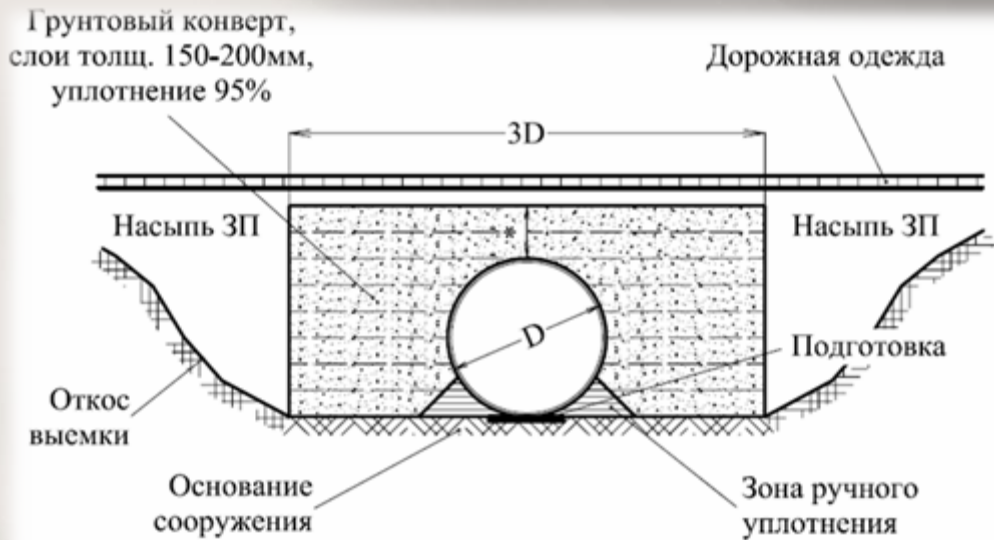


Монтаж конструкции 100% готовности



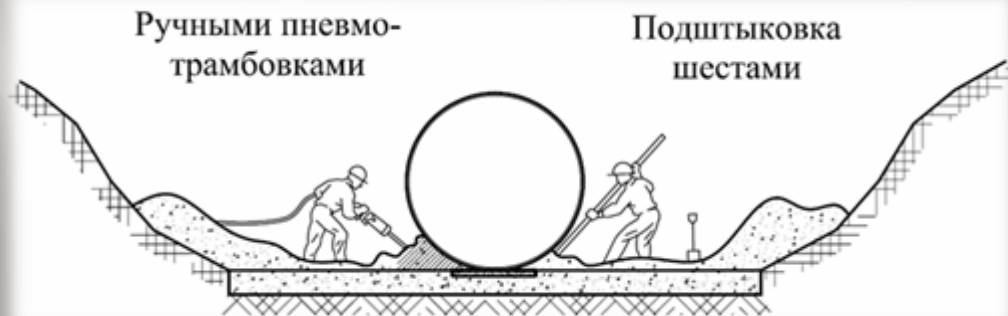
# Устройство и уплотнение засыпки сооружений из МГК

## Выбор заполнителя и определение объемов засыпки

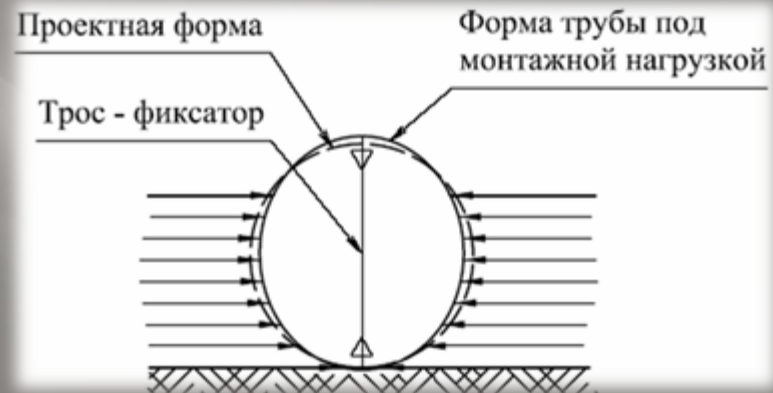


\* - минимальная величина конверта над сводом  $\frac{1}{6} D$ , но не менее 300мм

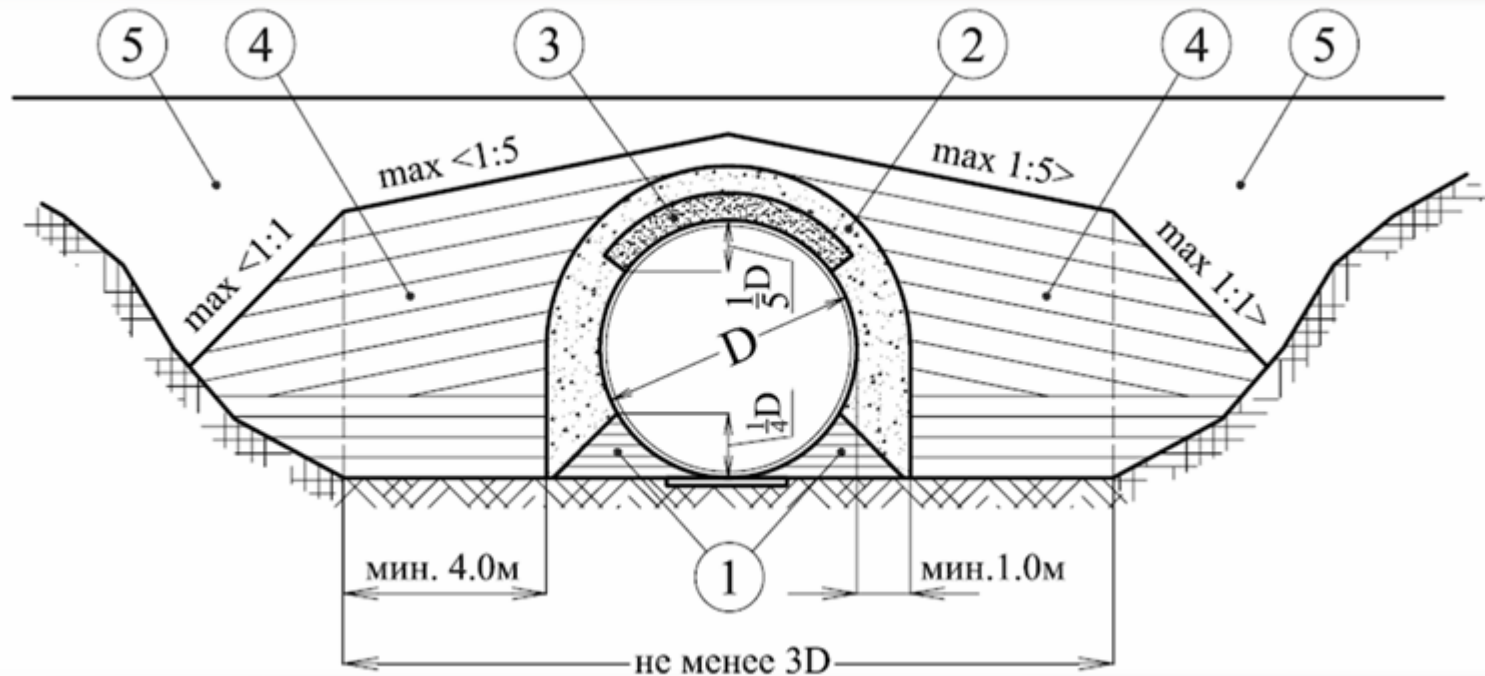
## Отсыпка и уплотнение материала вокруг конструкции



## Контроль и регулирование формы МГК



## Особенности уплотнения грунтовой обоймы



Зона 1 – Нижняя четверть диаметра трубы или стрелы подъема арочного пролетного строения из МГК. Зоны повышенных концентраций напряжений, находящиеся вне доступа техники, уплотняются вручную с особой тщательностью и надлежащим контролем.

Зона 2 – Защитное пространство между рабочими органами машин и механизированного инструмента, снижающее дополнительное давление из-за неравномерности засыпки с обеих сторон конструкции и механические повреждения оболочки гофрированной конструкции.

Зона 3 – Слой засыпки над сводом толщиной 200-500мм, выполняемый без уплотнения на высоту  $\frac{1}{5}D$  в верхней части свода с целью предохранения гофрированной конструкции от повреждения рабочими органами уплотнительного оборудования. Уплотнение обеспечивается за счет уплотнения последующих слоев.

Зона 4 – Пространство, в котором разрешено использование тяжелого уплотнительного оборудования и строительной техники.

Зона 5 – Насыпь земляного полотна.

## Разработанные проекты



р. Калух. Северная Осетия. Труба диам.8.25



р. Харбас. Кабардино-Балкария. Арка пролетом 10м



Путепровод на автомагистрали в Татарстане



Реконструкция путепровода в Ярославле