ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

СПОРУДИ ТРАНСПОРТУ

ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВО СПОРУД ІЗ МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

ВБН В.2.3-218-198:2007

Видання офіційне

Державна служба автомобільних доріг України
(Укравтодор)
Київ 2007

ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

СПОРУДИ ТРАНСПОРТУ

ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВО СПОРУД ІЗ МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

ВБН В.2.3-218-198:2007

Видання офіційне

Державна служба автомобільних доріг України
(Укравтодор)
Київ 2007

ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

Споруди транспорту **Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування**	**ВБН В.2.3-218-198:2007** **Уведено вперше**

Чинні від 2007-02-01

Ці норми поширюються на проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих елементів або металевих гофрованих конструкцій (МГК) з отвором до 8 м під насипом автомобільних доріг для перепуску водотоків, лавинозахисних галерей, автодорожніх та пішохідних тунелів, скотопрогонів, біопереходів на автомобільних дорогах та вулицях населених пунктів.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Доцільність застосування споруд з металевих гофрованих елементів у конкретних умовах будівництва має підтверджуватися техніко-економічним обґрунтуванням.

1.2 Споруда працює тільки разом з навколишнім ґрунтом насипу (система «конструкція-ґрунт»), що досягається влаштуванням спеціальної ґрунтової призми, яка відсипається з матеріалів згідно В.6, В.7 додатку В цього нормативного документу і ущільнюється до заданої щільності при дотриманні технології будівництва.

1.3 При проектуванні сполучення металевої гофрованої конструкції (МГК) з насипом, а також із частинами русла, що підводять і відводять воду, слід передбачати укріплення укосів насипу і русла. Допускається зменшувати довжину конструкції за рахунок збільшення крутизни укосів (майже до вертикальних) або влаштуванням підпірних стінок у насипу за умови перевірки розрахунком їх міцності й стійкості.

1.4 Основні розміри конструкцій мають призначатися з врахуванням уніфікації виробів (гофрованих елементів, секцій, кріплення). Отвори

93.080.01

Ключові слова: металева гофрована конструкція, споруда, насип, будівництво, проектування, монтаж.

випадках і додаткове захисне антикорозійне покриття. Від механічних пошкоджень антикорозійного покриття при засипанні ґрунтом необхідно передбачати обгортання труби геотекстилем.

1.11 Розрахунок МГК на вплив водного потоку виконується за гідрографами розрахункового паводку. Розрахункові імовірності перевищення витрат на піку паводків і відповідних до них рівнів води при проектуванні слід приймати: для автомобільних доріг I і II категорій – 1 %; для автомобільних доріг III, IV і V категорій та міських вулиць – 2 %.

1.12 Несучі конструкції і основи споруд необхідно розраховувати на дію постійних і тимчасових навантажень. Розрахунки слід виконувати за граничними станами відповідно до вимог підрозділу 1.3 ДБН В.2.3-14. Нормативне навантаження від власної ваги слід визначати за проектними об’ємами елементів і частин конструкцій.

Тимчасові навантаження від транспортних засобів слід вводити до розрахунку з відповідними динамічними коефіцієнтами.

Величини навантажень і впливів для розрахунку конструкцій за двома групами граничних станів належить приймати згідно з таблицею 2.2 ДБН В.2.3-14.

Коефіцієнти надійності за навантаженням до тимчасових навантажень і впливів для ланок труб слід приймати за таблицею 2.10 ДБН В.2.3-14.

Вибір розрахункових схем, а також методів розрахунку конструкцій труб необхідно робити з урахуванням ефективного використання сучасного програмного забезпечення.

1.13 Роботи з влаштування МГК необхідно виконувати з дотриманням вимог безпеки праці згідно з [1].

Розмив – взаємодія водяного потоку з руслом, наслідком якого є утворення ємностей на вході і виході з труби.

Труба водоперепускна – споруда в тілі дорожнього насипу для перепуску водяного потоку. Форма поперечного перерізу може бути різною. За характером роботи перерізу розрізняють труби напірні, безнапірні, напівнапірні.

Ухил поздовжній труби – ступінь відхилення проектної лінії лотка труби від горизонтальної лінії в поздовжньому напрямі, виражений у відсотках (%) або в проміле ($^0/_{00}$).

Хімічна корозія – це руйнування металу під дією газів та неелектролитів (бензин, масла).

виконувати за формулами розділу 2.2. Розрахунок міцності і стійкості МГК діаметром більше 6 м рекомендується виконувати з використанням методу скінченних елементів.

2.1.5 Технологічні розрахунки проводяться для призначення будівельного підйому і прийняття рішення щодо конструкції основи і включають оцінку осідання МГК з обоймою під насипом в процесі будівництва і при подальшій експлуатації.

2.1.6 При прив’язці проектів МГК до конкретних умов будівництва виконують:

– гідравлічні розрахунки;

– розрахунок осідання МГК і будівельного підйому лотка труби;

– конструювання і розрахунок грунтової обойми і пристосувань, які забезпечують обмеження поперечних деформацій труби на стадії формування грунтової обойми, засипки і ущільнення бокових призм грунту і зведення насипу до проектних позначок.

2.1.7 Техніко-економічні розрахунки виконуються для обґрунтування індивідуальних проектних рішень з урахуванням:

– збільшення водоперепускної здатності споруди за рахунок застосування оголовків;

– збільшення ухилу споруди понад 0,03;

– вибору схем влаштування МГК на косогорах;

– порівняння заміни ґрунту основи штучною основою;

– потоку води, що тече в споруду (зменшення ймовірності розмиву укосів в насипу на вході);

– сполучення споруди з насипом.

Методика техніко-економічних розрахунків вибирається при проектуванні.

2.2 Розрахунок МГК за міцністю і стійкістю на експлуатаційні навантаження з використанням спрощених формул

2.2.1 Розрахунок МГК за міцністю виконується відповідно до 4.23 ДБН В.2.3-14 за формулою (1):

$$\frac{N}{A} \leq R_y m \ , \qquad (1)$$

Таблиця Д.2.2 – Характеристики для гофрів розміром 150×50 мм

Товщина листа, см	Кут видимості кругової частини, град	Довжина прямої вставки, см	Площа хвилі гофра, см^2/см	Момент інерції хвилі гофра, см^4/см	Момент опору, см^3/см	Радіус інерції, см
δ	α	B	A	I	W	i
0,3	51,47	2,873	0,377	1,177	0,444	1,77
0,4	52,26	2,693	0,504	1,582	0,586	1,77
0,5	53,13	2,500	0,630	1,995	0,726	1,78
0,6	54,10	2,292	0,757	2,417	0,863	1,79
0,7	55,20	2,060	0,885	2,850	1,000	1,79

Таблиця Д.2.3 – Характеристики для гофрів розміром 152,4×50,8 мм

Товщина листа, см	Кут видимості кругової частини, град	Довжина прямої вставки, см	Площа хвилі гофра, см^2/см	Момент інерції хвилі гофра, см^4/см	Момент опору, см^3/см	Радіус інерції, см
δ	α	B	A	I	W	i
0,3	44,58	4,778	0,372	1,120	0,441	2,013
0,4	44,94	4,664	0,497	1,507	0,593	1,978
0,5	45,30	4,554	0,621	1,900	0,748	2,040
0,6	45,68	4,441	0,746	2,443	0,962	2,040
0,7	46,08	4,325	0,871	2,715	1,069	2,041

γ_{sh} – питома вага матеріалу МГК, Н/м^3.

2.3 Розрахунок стикових з'єднань

2.3.1 Розрахунок поздовжніх стиків внапуск із з'єднаннями на звичайних (не високоміцних) болтах нормальної точності базується на припущенні, що всі зсувні зусилля у стику сприймаються болтами. Тертя вздовж контактних поверхонь з'єднуваних елементів не враховується.

2.3.2 Розрахунок болтових з'єднань поздовжніх стиків виконується на сумарні зсувні зусилля від дії осьової стискальної сили й згинального моменту, що відповідає утворенню пластичного шарніра в стінці споруди.

Розрахунок ведеться в припущенні, що зусилля між всіма болтами з'єднання розподіляються рівномірно.

Розрахункове зсувне зусилля на один болт *S,* (Н), визначається за формулою (5):

$$S = a\frac{N}{\lambda n}, \qquad (5)$$

де n – число болтів у з'єднанні на одиницю довжини споруди;

N – розрахункове осьове зусилля, Н, на стиск на одну хвилю гофра довжиною λ, прийняте за формулою (2);

a = 1,2 – коефіцієнт, що враховує збільшення зсувного зусилля у з'єднанні від дії згинального моменту.

Міцність болтового з'єднання перевіряється за формулою (6):

при розрахунку на зминання країв отворів у з'єднуваних елементах:

$$\frac{S}{\delta d} \le mR_{bp}, \qquad (6)$$

при розрахунку болтів на зріз:

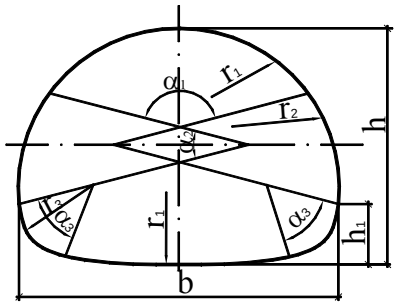
$$\frac{4S}{\pi d^2} \le mR_{bs}, \qquad (7)$$

де δ – товщина листа елементів, що стикуються, мм;

d – номінальний діаметр болта, мм;

m – коефіцієнт умов роботи з'єднання, приймається рівним 0,9;

R_{bs}, R_{bp} – розрахунковий опір болтового з'єднання на зминання при роботі країв елементів, що стикуються, та болта на зріз, Па.



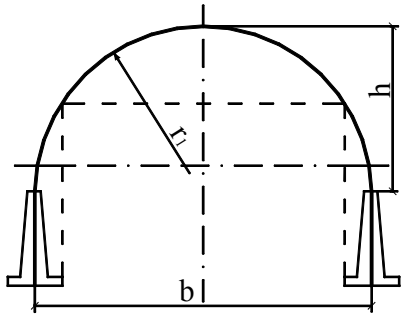
b – ширина; h – висота; r_1, r_2, r_3 – радіуси;

α_1, α_2, α_3 – кути заокруглень

Рисунок Д.4 – Параметри МГК з плоскою основою

Д.1.6 Арку встановлюють на основу, яку найчастіше виконують із залізобетону. Використовують арки в основному як шляхопроводи, тунелі чи водоперепускні споруди замість малих і середніх мостів.

Застосування конструкцій даного типу дозволяє зберігати русло водотоку в природному стані. У залежності від ґрунтових умов основа залізобетонних стінок може бути природною або палевою.



b – прогін; h – висота; r_1 – радіус

Рисунок Д.5 – Параметри арки

Д.1.7 Арку коробового перерізу використовують як тунель або водопропускну споруду у випадку обмеження висоти насипу.

2.5.2 В процесі відсипання й ущільнення ґрунтової обойми без армування з боків конструкції відносне зменшення найбільшого горизонтального розміру не повинно перевищувати 3 % від його номінального розміру, при цьому слід виконувати перевірку необхідності влаштування тимчасових кріплень на стадії відсипання й ущільнення бічних призм ґрунту.

Проектувати кріплення необхідно так, щоб воно включалося в роботу тільки після тривідсоткового зменшення горизонтального діаметра споруди.

2.5.3 Розрахунок осідання МГК, в основі яких лежать ґрунти, що стискаються і підстилаються ґрунтами, які не стискаються (наприклад, скельні), слід виконувати в залежності від висоти насипу і глибини залягання ґрунтів, які не стискаються. При проектуванні МГК мають враховуватися результати перевірки забезпечення стабільності насипу, що виконуються при проектуванні земляного полотна.

2.5.4 Розрахунок осідання належить виконувати у відповідності з [2] і СНиП 2.02.01.

2.6 Гідравлічні розрахунки водоперепускних металевих гофрованих споруд

2.6.1 Гідравлічні розрахунки для круглих металевих гофрованих споруд слід виконувати за методикою (формулами і табличними значеннями параметрів), яка викладена у [2, 3], приймаючи найбільший діаметр за розрахунковий, де передбачається виконання гідравлічних розрахунків у двох варіантах: при наявності нешорсткого лотка і при його відсутності.

2.6.2 В кожному окремому випадку попередньо встановлюється мінімальний ухил споруди. Враховуючи мінімальний ухил споруди й ухил місцевості, призначають i_C з дотриманням умови: $i_C \geq i_M$,

де i_M – мінімальний ухил, величина якого при безнапірному режимі становить 0,01; i_C – ухил споруди.

2.6.3 Для забезпечення максимальної водоперепускної здатності ухил гофрованої споруди повинен бути не менше i_M = 0,01. При недотриманні умови перепускна здатність споруди знижується, якщо

Додаток Д
(довідковий)

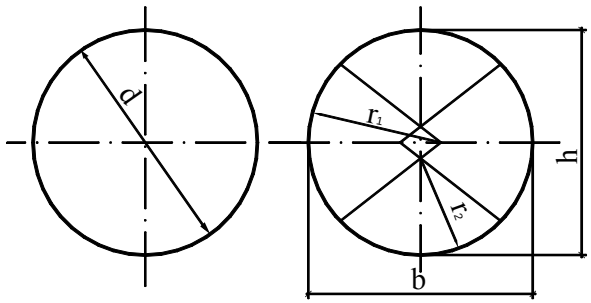
Класифікація металевих гофрованих конструкцій

Д.1 Класифікація металевих гофрованих конструкцій

Д.1.1 Металеві гофровані конструкції, що постачаються вітчизняними і закордонними фірмами, за формою поділяють на:

– круглі та близькі до круглих (еліптичність 5 %);
– горизонтальний еліпс;
– зниженої висоти;
– з плоскою основою;
– арки;
– арки коробового прерізу.

Д.1.2 Кругла, близька до круглої (еліптичність 5 %). Металеві гофровані конструкції цього типу використовують як водоперепускні, як пішохідні переходи, для прогону великої рогатої худоби.



$\frac{h-b}{h+b}\cdot 100 = 5\,\%$; d – діаметр h – висота; b – ширина; r_1, r_2 – радіуси

Рисунок Д.1 – Параметри круглих і еліптичних МГК

Д.1.3 Споруди зниженої висоти представлено конструкціями різних типів, у яких варіюються радіуси заокруглень. Споруди зниженої висоти можуть використовуватися як водоперепускні споруди і тунелі. Такі конструкції мають більшу перепускну здатність (≈ на 50 %), ніж круглі споруди такої ж висоти за тих самих умов роботи. Споруду зниженої

3 ПРОЕКТУВАННЯ МГК ІЗ МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 Загальні положення

3.1.1 Як основний тип МГК слід застосовувати конструкції з вертикальним або скошеним паралельно укосу насипу торцем кінцевої ланки з влаштуванням оголовків (рисунок 3.1) або без них. У випадку влаштування гофрованої конструкції без оголовку нижня частина конструкції, яка не зрізується, має виступати з насипу на рівні її підошви не менше ніж на 0,2 м, а переріз МГК зі зрізаним кінцем повинен виступати з тіла насипу не менше ніж на 0,5 м (на рівні склепіння), у гірських тунелях і галереях – на 2,0 м з влаштуванням парапету.

3.1.2 З метою економії металу оголовки замкнутих конструкцій діаметром більше 4 м або аркових рекомендується влаштовувати портального типу з габіонних або залізобетонних конструкцій. В окремих випадках при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні для збільшення водоперепускної здатності МГК допускається застосування оголовків замість збільшення діаметра МГК. Конструкція оголовків має забезпечувати надійне з’єднання їх з металевою частиною споруди, що виключає можливість нерівномірної усадки і поздовжніх зсувів один відносно одного.

3.1.3 Конструкції з металевих гофрованих елементів слід влаштовувати на міцних і стійких основах. Фундаменти оголовків і порталів на пучинистих ґрунтах слід розраховувати з врахуванням впливу дотичних сил морозного здимання ґрунту згідно з СНиП 2.02.01.

3.1.4 Водоперепускні конструкції на косогорах слід влаштовувати на відсипаному земляному полотні із скельного ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-2, стійкого до вивітрювання, з розташуванням виходу з МГК вище дна лога, з влаштуванням берм, або на природній основі з ухилом, близьким до ухилу лога.

3.1.5 Ухил лотка водопропускної МГК повинен бути більшим від мінімального згідно 2.6.2 цього нормативного документу, але не перевищувати ухил, більший ніж 0,03. Застосування більш крутих ухилів приймається на підставі техніко-економічних розрахунків при

ДСТУ Б В.2.7-43. Марка бетону лотка з морозостійкості згідно з ДСТУ Б В. 2.7-47 має бути не нижче F200 для МГК, розташованих у районах із середньомісячною температурою повітря найбільш холодного місяця вище мінус 10°С, і не нижче F300 в інших районах. Марки бетону лотка за водонепроникністю має бути не нижче W6 згідно з ДСТУ Б В.2.7-43.

В.11 Для влаштування лотка в МГК слід застосовувати щільні асфальтобетонні суміші ДСТУ Б В. 2.7-119 і литі асфальтобетонні суміші згідно з ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208. Бітуми для асфальтобетонних сумішей слід застосовувати нафтові дорожні в'язкі марок БНД 40/60, БНД 60/90 і БНД 90/130 або БН 60/90 і БН 90/130 за ДСТУ 4148, ГОСТ 22245. Також належить застосовувати піски природні не фракційні і фракційні, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-32 (крупні, середні й дрібні), мінеральні порошки активовані або неактивовані з карбонатних гірських порід, згідно з ДСТУ Б В.2.7-121.

В.12 Для влаштування лотка в МГК слід застосовувати полімербетони зі сполучних марок 1010 – 1510 й полімер-розчини марок 1510 – 2015 з в'язним на основі епоксидних смол ЭД-20 згідно з ГОСТ 10587, до складу яких як пластифікатор вводиться рідкий тіокол НВБ-2 згідно з ГОСТ 12812.

3.1.6 При ухилах, більших 0,03, перевіряють міцність гофрованої конструкції і кріплення її елементів в оголовках між собою і на вплив поздовжніх сил, що виникають від вертикального навантаження.

Під вихідною частиною МГК слід влаштовувати дренувальну відсипку або влаштовувати геотекстиль (зворотний фільтр), що перешкоджатиме вимиванню (виносу) часток ґрунту вздовж підошви насипу та замуленню гасителів енергії.

3.1.7 Водоперепускні МГК аркового типу проектують без обмеження ухилу вздовж русла.

3.1.8 Тип і розміри укріплення укосів насипу і русла водоперепускних МГК визначають на підставі гідравлічних розрахунків.

3.1.9 Конструкція основи споруди з металевих гофрованих елементів замкнутого обрису має відповідати схемам, приведеним на рисунку 3.2.

Подушку для МГК замкнутого контуру необхідно влаштовувати у всіх випадках, коли основа складається з ґрунтів, які не передбачено в В.6 додатку В.

При слабких основах необхідно проводити заміну ґрунту або влаштовувати штучну основу. Матеріал основи повинен відповідати вимогам В.6 додатку В.

Товщина подушки має бути не менше 0,2 D, ширина D + 1 м,
де D – горизонтальний діаметр (прогін) конструкції, м.

3.1.10 При необхідності заміни слабкого ґрунту основи, глибину ґрунту, що замінюється ($h_з$), слід визначати розрахунком, виходячи з умови забезпечення несучої здатності нижче розташованого ґрунту або з розрахунку осідання.

Влаштування МГК із заміною ґрунту основи на глибину більше 2 м потрібно обґрунтовувати техніко-економічними розрахунками.

3.1.11 Між ґрунтом природньої основи і подушкою необхідно передбачати розділювальний шар з геосинтетичних матеріалів.

3.1.12 Гофровані елементи споруди слід вкладати в ложе такого ж контуру, як і її низ, вирізане або витрамбуване в нульовому шарі ґрунту товщиною, що забезпечує центральний кут обпирання конструкції не менше ніж 90° для круглого, і 120° для овального отвору споруди.

Кінець таблиці В.1

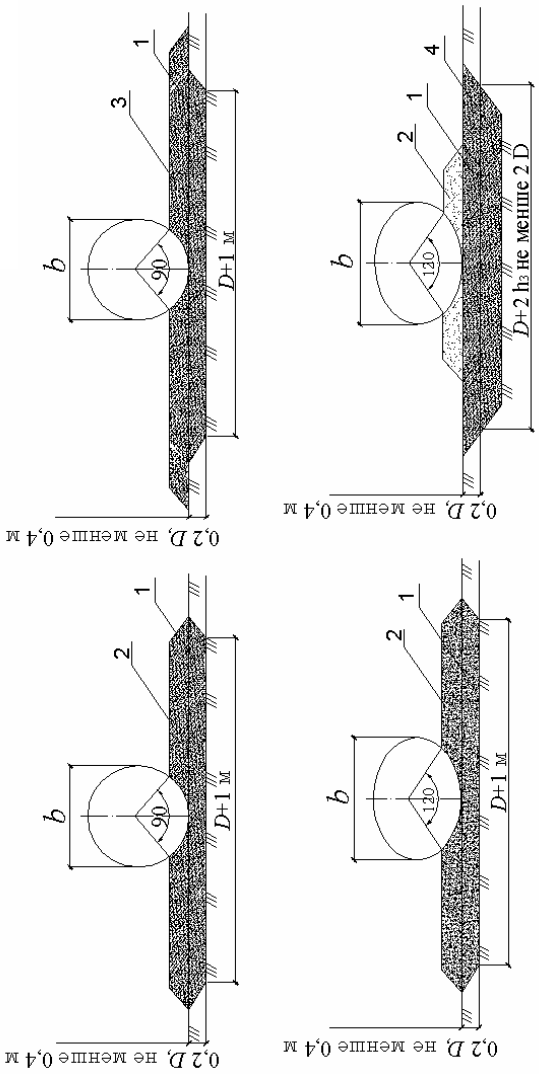
	5.8	10*, 10кп*, 20, 20кп, Ст3сп3, Ст3кп3	200 (2000)	200 (2000)
	6.6	35, 40, 40Г	230 (2300)	250 (2500)
	8.8	35Х, 38ХА, 35**, 45Г	320 (3200)	400 (4000)
	10.9		400 (4000)	500 (5000)
Гайка	4	Ст3сп3, Ст3кп3		
	5	10, 10кп, 20		
	8	20, 20кп, 35, 45		
	10	35Х, 38ХА		

В.3 Для з’єднання елементів гофрованих конструкцій також використовують високоміцні стальні болти, які відрізняються від звичайних збільшеними розмірами головок болтів, гайок та шайб. Геометричні параметри та механічні характеристики нормуються згідно з ГОСТ 22353, ГОСТ 22354, ГОСТ 22355, ГОСТ 22356.

В.4 Для металевих гофрованих конструкцій імпортної поставки болти й гайки повинні постачатися комплектно та бути сертифіковані. Застосування вітчизняних кріпильних елементів ідентичного діаметру в цьому випадку допускається за умови їхньої відповідності до вимог В.2 й В.3 і при погодженні із замовником.

В.5 Основний розрахунковий опір сталі різних марок при дії осьових сил має прийматися відповідно до таблиці В.1. Розрахунковий опір для болтових з’єднань має прийматися: на зминання краю стикових з’єднань для сталі 35Х, 38ХА-320 МПа, на зріз болта нормальної точності класу 8.8 – 320 МПа.

В.6 Для влаштування подушки під конструкцію слід застосовувати піски середньої крупності, гравелисті, згідно з ДСТУ Б В. 2.7-32, та щебенево-галькові й дресвяно-гравійні ґрунти, що не містять уламків розміром більше 50 мм. Перераховані ґрунти не повинні містити більше 10 % часток розміром менше 0,1 мм, у тому числі більше 2 % глинистих часток розміром менше 0,005 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-32.



а) – із влаштуванням верхньої частини подушки після встановлення споруди;
б) – з попереднім влаштуванням ложа;
в) – з відсипкою нульового шару і влаштуванням ложа;
г) – з заміною ґрунту;

1 – перший етап відсипання подушки;
2 – другий етап відсипання подушки;
3 – нульовий шар;
4 – заміна ґрунту основи скельним щебенем або відсипанням

Рисунок 3.2 Конструкція основи

Б.2.3 Ущільнення блоків виконують за допомогою вібратора, що має циліндричну форму робочої площадки.

Розрівнювати й ущільнювати полімербетон необхідно відразу після вивантаження, не допускаючи його охолодження, що особливо важливо у випадку вкладання його на холодну поверхню металевої форми.

Б.2.4 Для прискорення оборотності форм і підвищення ступеня полімеризації полімербетону можна підігрівати не тільки заповнювачі, але і форми.

Б.2.5 Перед встановленням бетонних блоків очищену поверхню МГК слід попередньо покривати (якщо це передбачено проектом) захисним шаром з бітумної мастики або іншими матеріалами, які мають міцне зчеплення з металом, потім обробляють захисний шар 50–60 % катіонною бітумною емульсією або гарячим бітумом. Довжина обробленої смуги не має перевищувати ширини двох рядів встановлених блоків.

Б.2.6 Збірні асфальтобетонні блоки на обробленій бітумною емульсією або бітумом основі встановлюють вручну в напрямку, протилежному подачі блоків ("на себе").

Б.2.7 Влаштування збірних лотків слід виконувати в два етапи.

Перший етап включає укладання блоків на одній і більше секціях. Приклеювання блоків виконують на полімер-розчинах із заповнювачем з піску фракції менше 0,63 мм, товщиною шару не більше ніж 3 мм. При цьому полімер-розчин повинен заповнювати шви між блоками. Блоки як і полімер-розчин подають на місце укладання в гарячому стані. Підігрів блоків може виконуватись в піску на металевих листах.

На другому етапі за допомогою полімер-розчину виконують заповнення поздовжніх і поперечних швів, час між етапами необхідно максимально скорочувати.

(коефіцієнт ущільнення повинен бути не нижче ніж 0,95). Для перепуску важких будівельних машин товщину засипання над верхом конструкції необхідно призначати за розрахунком, який викладений в [2].

Допускається застосовувати армування ґрунтової обойми навколо конструкції геосинтетичними матеріалами (геотекстилем, георешітками, геосітками) для зниження величини горизонтального тиску. Геометричні розміри армованої ґрунтової обойми рекомендується призначати розрахунком, при цьому ширина по верху обойми призначається не більше 2*D*, а в рівні горизонтального діаметру – (1,0–1,5) *D* у кожну сторону.

Матеріал засипання споруди призначають в залежності від прийнятого типу матеріалу армування. У випадку застосування щебеневих ґрунтів необхідно забезпечити захист цинкового покриття від механічних ушкоджень (при засипці фракційними матеріалами).

Нижче рівня горизонтального діаметра МГК армування ґрунту призначається конструктивно в залежності від розмірів споруди із метою обов’язкового пошарового відсипання. Необхідність армування основи призначається розрахунком в залежності від інженерно-геологічних умов.

3.1.19 Поздовжній профіль металевої гофрованої конструкції слід влаштовувати з будівельним підйомом.

3.1.20 У багатовічкових спорудах відстань у просвіт між суміжними конструкціями призначають з умови забезпечення можливості роботи людей із ґрунтоущільнювальними механізмами, але не менше ніж 1,2 м.

3.1.21 При ремонті залізобетонних споруд методом гільзування контур та розмір поперечного перерізу металевої конструкції добираються з максимальним наближенням до існуючого розміру, але з забезпеченням проміжку між оболонками не менше ніж 20 см для заповнення бетонним розчином. Мінімальний проміжок між ними визначається технологією виконання робіт з бетонування. Після цього необхідно проводити гідравлічний розрахунок з врахуванням зміни поперечного перерізу.

3.1.22 Для забезпечення безпеки пішоходів та захисту МГК від пошкодження транспортними засобами в автодорожніх тунелях необхідно витримувати габарити наближення транспортних засобів до будівель та обладнання автодорожніх тунелів згідно з ГОСТ 24451. Також в автодорожніх тунелях та пішохідних переходах доцільне влаштування

ГОСТ 17066-80	Прокат тонколистовой из конструкционной низколегированной стали. Технические условия (Прокат тонколистовий з конструкційної низьколегованої сталі. Технічні умови)
ГОСТ 19007-73	Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания (Матеріали лакофарбові. Метод визначення часу та ступеня висихання)
ГОСТ 22245-90	Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия (Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови)
ГОСТ 22353-77	Болты высокопрочные класса точности В. Конструкции и размеры (Болти високоміцні класу точності В. Конструкції та розміри)
ГОСТ 22354-77	Гайки высокопрочные класса точности В. Конструкции и размеры (Гайки високоміцні класу точності В. Конструкції та розміри)
ГОСТ 22355-77	Шайбы класса точности С к высокопрочным болтам. Конструкции и размеры (Шайби класу точності С до високоміцних болтів. Конструкції та розміри)
ГОСТ 22356-77	Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия (Болти та гайки високоміцні та шайби. Загальні технічні умови)
ГОСТ 24451-80	Тоннели автодорожные. Габариты приближения строений и оборудования (Тунелі автодорожні. Габарити наближення будівель та обладнання)
ГОСТ 27772-88	Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия (Прокат для будівельних стальних конструкцій. Загальні технічні умови)
ВБН В.2.3-218-171-2002	Споруди транспорту. Спорудження земляного полотна автомобільних доріг
ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2000	Суміші литі емульсійно-мінеральні та холодні асфальтобетонні. Технічні умови

3.2.5 Металеві гофровані елементи повинні забезпечувати можливість їх укрупненого складання, транспортування і наступного об'єднання окремих блоків і секцій на будівельному майданчику або на підготовленій основі.

3.2.6 При індивідуальному проектуванні корисна довжина (відстань між центрами крайніх отворів поперечного стику) елементів МГК має забезпечувати надійний збіг отворів у поперечному стику елементів при максимально можливому розмірі елемента. Отвори під болти поперечних стиків повинні бути овальної форми, витягнутої вздовж найдовшого краю листа. Поперечні стики слід призначати конструктивно з однорядним розташуванням болтів і постійною відстанню (кроком) між отворами під болти.

3.2.7 Отвори під болти поздовжніх стиків мають розташовуватися за однією з наступних схем:

– в шаховому порядку: у кожному ряді один отвір на всіх гребенях і всіх западинах хвиль;

– в кожному ряді два отвори на кожному гребені й у кожній западині;

– в два ряди з одним отвором в кожному гребені зовні хвилі і з двома отворами в кожному ряді у западинах.

Схема розташування отворів під болти має бути відображена в сертифікаті відповідності.

Поздовжні стики суміжних ланок слід розташовувати із взаємним зміщенням на один-чотири кроки прийнятих для болтів поперечних стиків і постійним для кожної окремої конструкції. Кріпильні елементи металевих гофрованих конструкцій постачають у комплекті.

3.2.8 Аркові конструкції повинні постачатися з привареною металевою пластиною (п'ятою) перпендикулярно до кожного гофрованого листа нижнього ряду. Товщина металевої п'яти має бути не менше ніж 7 мм, ширина приймається вдвічі більше висоти хвилі. Елементи п'яти приварюють до оцинкованого листа таким чином, щоб при об'єднанні гофрованих листів нижнього ряду відстань між краями сусідніх пластин дорівнювала би довжині хвилі.

ДСТУ Б В.2.7-71-98	Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань
ДСТУ Б В.2.7-75-98	Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-119-2003	Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-121-2003	Будівельні матеріали. Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови
ГОСТ 9.306-85	ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения (Покриття металеві та неметалеві неорганічні. Позначення)
ГОСТ 9.307-85	ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля (Покриття цинкові гарячі. Загальні вимоги та методи контролю)
ГОСТ 9.402-80	ССБТ. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием (Покриття лакофарбові. Підготовка металевих поверхонь перед фарбуванням)
ГОСТ 9.407-84	ЕСЗКС Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида (Покриття лакофарбові. Метод оцінки зовнішнього вигляду)
ГОСТ 9.602-89	ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии (Споруди підземні. Загальні вимоги до захисту від корозії)
ГОСТ 535-88	Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия (Прокат сортовий та фасонний з вуглецевої сталі звичайної якості. Загальні технічні умови)
ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструктционной стали. Общие технические условия (Прокат сортовий, калібрований, зі спеціальною обробкою поверхні з вуглеце-вої якісної конструктивної сталі. Загальні технічні умови)

Таблиця 3.3 – Тип додаткового антикорозійного покриття МГК

Загальний показник ступені агресивності ґрунту та води	Тип додаткового антикорозійного покриття поверхні	
	внутрішній	зовнішній
Слабо-агресивна	Бетонний лоток	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова
Середньо-агресивна	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова; асфальтобетонний лоток	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова, бітумно-мінеральна (бітуміноль)

Примітка 1. За загальний показник ступеню агресивності рекомендовано приймати більшу величину з показників ступеню агресивності ґрунту та води.

Примітка 2. Ґрунтовку та мастику можна не застосовувати при слабо-агресивній корозійній активності, якщо МГК засипають дренувальними ґрунтами.

Примітка 3. Товщину шару, їх кількість, тип, марку лотків та мастик застосовують згідно з додатком В.

3.3.3 Застосування МГК у сильноагресивних середовищах допускається тільки з додатковим захисним покриттям за спеціальним проектом, який погоджується з замовником.

Застосування металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах І категорії в сильноагресивних середовищах не дозволяється, а в середовищах середньоагресивних допускається тільки з додатковим захисним покриттям за спеціальним проектом, який погоджений з замовником.

3.3.4 Ступінь корозійної активності недренувальних ґрунтів основи і насипу стосовно металоконструкцій необхідно враховувати при виборі типу додаткового захисту за даними лабораторного аналізу і визначати за величиною питомого електричного опору ґрунту. Питомий електричний опір ґрунтів визначають за методикою, яка викладена в ГОСТ 9.602.

3.3.5 Додаткові захисні покриття конструкцій слід наносити на ділянки, що піддаються впливу агресивних середовищ. Усередині водоперепускних МГК допускається влаштовувати бетонний або асфальтобетонний лоток.

3.3.6 Додаткові захисні покриття можуть наноситися, як у заводських умовах, так і на будівельному майданчику.

1 м висоти з обох боків споруди на відстані 1–1,5 м від бічних стінок у середній за її довжиною частині і на одній третій її довжини від оголовків. Кількість проб має бути не менше двох у кожній точці. Результати контролю заносяться в акт на приховані роботи.

5.14 Оцінку якості виконання робіт із влаштування лотка необхідно проводити візуально – перевіркою відсутності тріщин, напливів, впадин, розшарувань і контролем геометричних розмірів.

Після закінчення робіт складається акт приймання лотка споруди.

5.15 Після завершення робіт з укріплення вхідного і вихідного русел споруди й відкосів насипу необхідно проводити приймання споруди в цілому з оформленням акту, перевіряючи відповідність проекту і нормам з будівництва металевих гофрованих водопропускних МГК.

5.16 Для приймання змонтованої споруди має бути пред'явлена наступна документація: креслення споруди, на які нанесені погоджені зміни; акти огляду й акти проміжного приймання відповідних конструкцій і прихованих робіт (влаштування основи, монтаж, влаштування додаткового захисного покриття і лотків, ґрунтове засипання конструкцій); акт огляду споруди у цілому; документи про відповідність; паспорт (сертифікат) на будівельні елементи; документи про погодження допущених при будівництві відхилень від проекту; зведена відомість вказаних документів.

4 ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

4.1 Виконання будівельно-монтажних робіт

4.1.1 Будівельно-монтажні роботи із влаштування металевих гофрованих конструкцій повинні виконуватись спеціалізованими бригадами, які виконують всі роботи із влаштування конструкцій згідно затвердженого проекту виконання робіт, який розроблений на підставі завдання та креслень.

Вимоги до складу і оформлення робочих креслень дотримуються згідно з ДСТУ Б А.2.-4 та розділу 5 [5].

Влаштування конструкцій за відсутності ручних механізованих трамбовок не допускається. Для будівельно-монтажних робіт можливо використання машин, приладів та інших технічних виробів згідно з ГОСТ 15150.

4.2 Влаштування основи

4.2.1 Влаштування основи (природної або у вигляді подушки, у тому числі із заміною ґрунту) металевих гофрованих конструкцій повинно включати комплекс робіт, який необхідно виконувати для забезпечення рівномірного й надійного обпирання конструкції на ґрунт, ущільнений до 0,98, а в разі неможливості такого ущільнення – до 0,95 максимальної стандартної щільності.

4.2.2 Роботи з підготовки основи включають:

– риття котловану на глибину заміни кондиційним ґрунтом;

– укладання кондиційного ґрунту й ґрунту подушки;

– ущільнення ґрунту природної основи й подушки під споруду ґрунтоущільнювальними машинами;

– армування основи;

– нарізку ложа під МГК пристосованим для цього обладнанням.

4.2.3 Ґрунт подушки або ґрунт, що укладають замість слабкого ґрунту основи, слід відсипати в котлован й ущільнювати пошарово котками або ручними вібротрамбовками.

Після ущільнення подушки слід відсипати нульовий шар ґрунту й ущільнити його, використовуючи ті ж машини й ту ж технологію, що й при влаштуванні подушки, з наступною вирізкою ложа під споруду.

5 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ І ПРИЙМАННЯ РОБІТ

5.1 Контроль за виконанням робіт має здійснюватися на всіх стадіях технологічного процесу.

5.2 До приймання прихованих робіт і відповідальних конструкцій забороняється проводити наступні роботи (наприклад, встановлення споруди на неприйняту ґрунтову подушку або засипання споруди з неприйнятим додатковим захисним покриттям).

5.3 Контроль щільності ґрунту природньої основи, а також контроль щільності ґрунтової подушки, що укладається замість слабкого ґрунту основи, здійснюють під віссю земляного полотна через кожні 0,5 м висоти подушки. Кількість проб має бути не менше двох у кожній точці.

Щільність піщаних ґрунтів контролюють приладом Ковальова, а щебенево-галькових і дресвяно-гравійних – методом лунок. По закінченні підготовки основи споруди складають акт на приховані роботи за формою згідно з ДБН А.3.1-5, в яку заносяться результати контролю.

5.4 Перед початком робіт з монтажу слід перевірити наявність маркування, відбракувати елементи і забезпечити комплектність елементів і кріплення.

При відбраковуванні елементів і кріплення слід перевіряти якість захисного покриття, маркування елементів, геометричні розміри елементів і кріплення. На кожному пакеті гофрованих елементів повинен бути ярлик, на якому вказано марку елемента, марку сталі, товщину елемента, діаметр споруди, завод-виготовлювач і дата випуску.

Поверхня цинкового захисного покриття конструкції не повинна мати видимих тріщин, вибоїн, напливів на з’єднуваних поверхнях і місць, не покритих цинком. Використання елементів із зазначеними дефектами не допускається. Дефекти захисного покриття усуваються заводом-виготовлювачем або на місці розчином з вмістом цинку згідно з СНиП 2.103.11.

5.5 Перед початком монтажу конструкції повинно бути виконане контрольне збирання металоконструкцій. Якщо на місці будівництва конструкції поруч з підготовленою основою відсутня рівна поверхня, то для монтажу МГК слід використовувати підмостки, розташовуючи їх

4.2.9 Проект виконання робіт повинен враховувати особливості встановлення МГК в проектне положення. Допускається монтаж конструкції поруч із проектною віссю з наступним встановленням краном у проектне положення, або об’єднання елементів споруди на місці (в проектному положенні).

4.2.10 Після встановлення споруди в проектне положення на профільоване ложе необхідно перед влаштуванням ґрунтової обойми зробити підсипання ґрунту в проміжки між поверхнею нижньої частини споруди й ґрунтовим ложем і його ущільнення провести ручними вібротрамбовками з підштиковкою у западинах гофрів. Трамбовки при ущільненні ґрунту розміщують на відстані 5 см від гребенів гофрів.

Якщо споруду встановлюють на плоску основу, то підсипання ґрунту в нижні чверті споруди з ущільненням трамбовками або віброплитами та підштиковкою виконують до охоплення споруди ґрунтом не менше ніж на 120°. Наступне ущільнення ґрунту біля споруди виконують так само, як при спрофільованому ложі. Споруда має бути засипана не пізніше ніж через три доби після закінчення робіт з нанесення додаткового захисного покриття.

4.2.11 Ґрунтову обойму і засипку конструкції необхідно влаштовувати з випередженням зведення земляного полотна. Необхідність залишення в насипах пройому для влаштування споруди має бути обґрунтована проектом, при цьому ширину отвору (у просвіт) по низу слід призначати з умови забезпечення відстані між основою укосу насипу і стінкою конструкції на рівні горизонтального діаметра не менше ніж 4 м.

4.2.12 Ґрунтову обойму слід виконувати з ґрунтів, які перераховані у В.7, В.8 додатку В, у разі потреби з армуванням геосинтетичними матеріалами, які передбачено проектом.

4.2.13 Засипку ведуть пошарово одночасно з обох боків горизонтальними шарами товщиною до 20 см вздовж всієї довжини споруди на однакову висоту з ущільненням ручними механізованими інструментами – пневматичними або електричними трамбовками масою не менше ніж 200 кг в 4 проходи по одному сліду в межах 2 м від стінок конструкції.

4.2.14 У процесі ущільнення не допускається надмірне наближення будівельних машин (автосамоскидів, бульдозерів, котків) до конструкції.

Відстань від контуру машини, що використовується для відсипання й ущільнення ґрунту до вертикальної дотичної площини конструкції має бути не менша ніж 1,0 м.

4.2.15 Конструкцію засипають зверху на висоту не менше ніж 0,5 м. При цьому будівельні навантаження можна пропускати тільки після перевірочного розрахунку.

4.2.16 Ґрунт для засипки конструкції повинен мати коефіцієнт ущільнення від 0,98 до 0,95 та відповідати вимогам В.7 додатку В. При виконанні робіт у зимовий період як матеріал для засипки конструкції допускається використовувати тільки сухі ґрунти (немерзлі) без мерзлих грудок, прошарків снігу і льоду. Припустимий час робочого циклу від моменту розробки ґрунту до закінчення його ущільнення не повинен перевищувати часу, протягом якого ґрунт зберігає здатність до ущільнення.

4.2.17 Перед відсипанням і ущільненням ґрунту, щоб уникнути деформацій поперечного перерізу, необхідно передбачити тимчасове розкріплення: для МГК із отвором до 5 м – із бруса з кроком 5,0 м; з отвором до 8 м включно та для арок – з металевих розпірок або кружал.

Контроль поперечних і поздовжніх деформацій конструкції здійснюють за допомогою геодезичних приладів, що контролюють відхилення конструкції в плані і схилів в перерізах, розташованих через 2,5 м вздовж всієї довжини конструкції.

4.2.18 Особливу увагу необхідно приділяти ущільненню ґрунту біля стінок МГК та в гофрах за допомогою віброплит або трамбовок, які слід розташовувати на відстані 5 см від гребенів гофрів.

4.2.19 Відсипання ґрунту шарами в усіх випадках необхідно починати від конструкції вздовж всієї її довжини.

4.2.20 Ущільнення кожного шару ґрунту, якщо воно проводиться при ході машин вздовж споруди, слід починати з найвіддаленішої від неї ділянки та з кожним наступним проходом наближатися до стінок споруди. Ущільнення ґрунту безпосередньо біля гофрованої конструкції допускається тільки тоді, коли з протилежної її сторони уже відсипаний шар ґрунту цього ж рівня вздовж всієї довжини споруди.

4.2.21 Ущільнення ґрунту в пазухах багатовічкових МГК рекомендується виконувати віброплитами або трамбовками з обов’язковим дотриманням послідовності відсипання шарів. Товщина шару в пазусі не має перевищувати 15 см.

4.2.22 Влаштування ґрунтової обойми і засипання конструкції повинно виконуватися під наглядом виконроба або будівельного майстра й оформлятися відповідним актом.

4.2.23 Лоток водоперепускних МГК слід влаштовувати тільки після зведення насипу над спорудою до проектної відмітки та при додатній температурі повітря. Влаштування лотка при від’ємній температурі повітря слід виконувати за спеціальним проектом, що передбачає заходи щодо забезпечення проектних характеристик матеріалу лотка.

Перед встановленням споруди в проектне положення поверхні подушки надається необхідний будівельний підйом. Правильність будівельного підйому контролюється нівелюванням не менше ніж у трьох точках: у середині та з обох кінців споруди.

4.2.4 Якщо проектом передбачено відсипання нульового шару ґрунту на попередньо ущільнену основу, то остання в цьому випадку, повинна бути ущільнена на ширину, не менше одного діаметра в кожен бік від осі споруди для одновічкових та багатовічкових МГК [4]. В разі не можливості забезпечення умови роботи людей із ґрунтоущільнювальними механізмами, попередньо ущільнена основа повинна бути ущільнена на ширину, не менше ніж 4 м у кожну сторону від осі споруди для одновічкових МГК та при застосуванні тієї ж технології, що й при влаштуванні подушки, загальна ширина ущільненого нульового шару ґрунту для багатовічкових МГК приймається з умови [2]: $D \cdot n + l \cdot (n-1) + 2h_3$,

де D – діаметр конструкції (прогін), м; n – число отворів; l – відстань у просвіт між конструкціями, м; h_3 – глибина ґрунту, що замінюється, згідно з 3.1.10.

4.2.5 Влаштування основи, якщо в ній необхідна вирізка ложа під конструкцію, слід виконувати автогрейдером, обладнаним профілювальним ножем або начорно бульдозером з наступною обробкою вручну згідно шаблону з радіусом криволінійної крайки, рівним радіусу лотка конструкції в середній лінії гофру. Відхилення профілю ґрунтового ложа від шаблона не повинно перевищувати 2–3 см.

4.2.6 При влаштуванні основи в зимовий період для заміни ґрунту основи й влаштуванні подушки дозволяється застосовувати тільки талий (сухий, не мерзлий) ґрунт й ущільнювати його вібротрамбовками по мірі відсипання, не допускаючи змерзання в пухкому стані.

4.2.7 Котловани під протифільтраційні екрани слід відривати паралельно з підготовкою котловану під подушку і після видалення води заповнювати (залежно від вимог проекту) бетоном, глинощебеневою, цементно-ґрунтовою сумішшю з пошаровим ущільненням віброплитами. При влаштуванні екранів з габіонних конструкцій гідроізоляційний матеріал укладається в основі екрану й вертикально вздовж поверхні габіонів з боку подушки.

4.2.8 Монтаж МГК повинен виконуватись згідно проекту виконання робіт або креслень, що надаються заводом-виготовлювачем.

поблизу проектної осі споруди. Під час монтажу і після його завершення здійснюється геодезичний контроль.

5.6 Приймання змонтованої конструкції повинно бути оформлено відповідним актом до влаштування ґрунтової обойми.

5.7 При виконанні робіт із встановлення додаткового захисту від корозії металоконструкцій повинні контролюватися: температура навколишнього повітря; відносна вологість повітря; знежирення і чистота стиснутого повітря, що застосовується в процесі виконання робіт; ступінь очищення поверхні перед нанесенням лакофарбових матеріалів; гарантійний термін їхньої придатності; час технологічної витримки нанесених шарів захисного покриття і час витримки покриття.

5.8 Контроль висихання лакофарбових покрить слід здійснювати згідно з ГОСТ 19007. Контроль якості лакофарбового покриття повинен проводитися за зовнішнім виглядом, товщиною й адгезією.

5.9 Контроль зовнішнього вигляду покриття здійснюється згідно з ГОСТ 9.407. Покриття не повинне мати пропусків, тріщин, відколів, пухирів, кратерів, зморщок та інших дефектів, що впливають на захисні властивості.

5.10 Контроль товщини покриття здійснюється за допомогою товщиномірів електромагнітного типу. Товщину покриття на елементі визначають як середню арифметичну величину з кількості вимірів, прийняту для даної конструкції. Кількість точок визначають у різних місцях у залежності від довжини елемента. Визначення товщини покриття в кожній точці виконують за 5 контрольними вимірами товщини в радіусі 5 мм, при цьому максимальне і мінімальне значення не враховують. Товщину покриття в кожній точці визначають як середню арифметичну величину з трьох показників, що залишилися.

5.11 Контроль адгезії покриття повинен здійснюватися за методом ґратчастого надрізу згідно з ГОСТ 15140.

5.12 Влаштування ґрунтової обойми ведуть під постійним геодезичним контролем за деформаціями конструкції в процесі засипання.

5.13 Контроль щільності ґрунту слід здійснювати протягом усього процесу встановлення обойми і засипання споруди шляхом відбору проб. Щільність перевіряють на горизонтах (від лотка) 0,25; 0,5; 0,75 і далі через

3.3.7 При використанні ґрунту засипання з розміром часток більше 30 мм необхідно передбачати додатковий захист від механічних ушкоджень антикорозійного цинкового покриття. Як додатковий захист використовуються геосинтетичні матеріали.

3.3.8 Як додатковий антикорозійний захист у водоперепускних МГК влаштовуються монолітні або збірні лотки з бетону, полімербетону, або полімер-розчинів згідно В.9, В.14 додатку В цих норм. Варіанти монолітних і збірних лотків необхідно вибирати з умов техніко-економічної доцільності їхнього застосування в конкретних умовах будівництва.

3.3.9 Конструкція лотків має відповідати наступним вимогам: товщина лотка над гребенем гофра має бути не менше ніж 2 см, кут охоплення внутрішньої поверхні конструкції лотком повинен становити 90–120°.

3.3.10 Лотки з монолітного бетону слід армувати металевою сіткою, яку відгинають на торцях конструкції і прикріплюють 2–3 болтами через кожні 2 м довжини споруди.

Додаток А
(довідковий)

Перелік нормативних документів, на які надано посилання у тексті норм

ДБН А.3.1-5-96	Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва
ДБН В.2.3-4-2000	Споруди транспорту. Автомобільні дороги
ДБН В.2.3-14-2006	Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування
СНиП 2.02.01-83	Основания зданий и сооружений (Основи будівель та споруд)
СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии (Захист будівельних конструкцій від корозії)
СНиП 3.06.04-91	Мосты и трубы (Мости та труби)
ДСТУ 2651-94 (ГОСТ 380-94)	Сталь вуглецева звичайної якості. Марки
ДСТУ 4148-2003	Бітуми нафтові будівельні. Технічні умови
ДСТУ Б А. 2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97)	Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації
ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95)	Основи та підвали будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація
ДСТУ Б В.2.3-9-2003	Споруди транспорту. Пристрої дорожні напрямні. Загальні технічні умови
ДСТУ Б В.2.3-10-2003	Споруди транспорту. Огородження дорожнє парапетного типу. Загальні технічні умови
ДСТУ Б В.2.3-11-2003	Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови
ДСТУ Б В.2.3-12-2003	Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар’єрного типу. Загальні технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-32-95	Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-43-96	Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-47-96	Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги

3.3 Захисні покриття і лотки

3.3.1 Основним заходом для захисту металевих гофрованих листів, болтів і гайок від корозії є цинкове покриття з товщиною шару не менше ніж 80 мкм, яке наноситься на внутрішню і зовнішню поверхню при виготовленні елементів згідно ГОСТ 9.307, ГОСТ 3640.

3.3.2 Додатковий захист металевих листів від корозії потрібно призначати на основі даних про корозійну активність (агресивність) ґрунтів основи, насипу та води, що протікає через споруду.

Агресивність ґрунту по відношенню до МГК можливо оцінити за величиною питомого опору ґрунту (таблиця 3.1):

Таблиця 3.1 – Агресивність ґрунту по відношенню до МГК

Питомий опір ґрунту, Ом×м	100	100–10	10
Ступінь корозійної активності	слабо-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна

Агресивність води, що тече крізь МГК, можливо оцінити за величиною *pH* (таблиця 3.2):

Таблиця 3.2 – Агресивність води, що тече крізь МГК

Показник *pH*	8,1 – 11,0		8,0 – 6,0 11,1 – 12,5		< 6,0 > 12,5	
Сумарна концентрація сульфатів і хлоридів, г/л	< 0,5	0,5 – 5,0	> 5,0	< 0,5	0,5 і більше	будь-яка
Ступінь корозійної активності	слабо-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна	сильно-агресивна

Призначати вид і товщину додаткового покриття потрібно виходячи, із швидкості кородування матеріалу покриття в різних агресивних середовищах. Тип додаткового покриття МГК потрібно призначати з врахуванням загального показника ступеню агресивності ґрунту та води (таблиця 3.3).

ГОСТ 1759.4-87 (ИСО 898-1-78)	Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний (Болти, гвинти та шпильки. Механічні властивості та методи випробувань)
ГОСТ 1759.5-87 (ИСО 898-2-80)	Гайки. Механические свойства и методы испытаний (Гайки. Механічні властивості та методи випробувань)
ГОСТ 3640-94	Цинк. Технические условия. (Цинк. Технічні умови)
ГОСТ 4543-71	Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия (Прокат з легованої конструкційної сталі. Технічні умови)
ГОСТ 5915-70	Гайки шестигранные класса точности В. Конструкции и размеры (Гайки шестигранні класу точності В. Конструкції та розміри)
ГОСТ 7798-70	Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкции и размеры (Болти шестигранною голівкою класу точності В. Конструкції та розміри)
ГОСТ 8735-88	Песок для строительных работ. Методы испытаний (Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань)
ГОСТ 10587-93	Смолы эпоксидно-диановые неотверждённые. Технические условия (Смоли епоксидно-діанові незатверділі. Технічні умови)
ГОСТ 12812-80	Тиоколы жидкие. Технические условия (Тіоколи рідкі. Технічні умови)
ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78)	Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия (Прокат товстолистовий з вуглецевої сталі звичайної якості. Технічні умови)
ГОСТ 15140-78	Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии (Матеріали лакофарбові. Методи визначення адгезії)
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (Машини, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання та транспортування в частині впливу кліматичних факторів зовнішньої середи)
ГОСТ 15836-79	Мастика битумно-резиновая изоляционная. Технические условия. (Мастика бітумно-гумова ізоляційна. Технічні умови)

обробки країв МГК та встановлення парапетних огороджень згідно з ДСТУ Б В.2.3-10.

3.1.23 Для захисту людей від падіння в місцях влаштування МГК необхідне встановлення перильних огороджень згідно з ДСТУ Б В.2.3-11 або дорожніх металевих огороджень бар′єрного типу згідно з ДСТУ Б В.2.3-12.

Також доцільне облаштування експлуатаційними пристроями для огляду (сходи).

3.1.24 Для попередження та уникнення наїзду автотранспорту слід передбачати перед і за спорудою влаштування напрямних пристроїв згідно з ДСТУ Б В.2.3-9.

3.1.25 Для захисту МГК від електрокорозії всі конструкції повинні бути заземлені.

3.2 Елементи металевої гофрованої конструкції

3.2.1 Споруда має складатися з окремих елементів – гофрованих листів, вигнутих по заданому радіусу й об’єднаних між собою в поздовжньому (вздовж осі конструкції) і поперечному (кільцевому) напрямках.

3.2.2 Геометричні параметри гофрованих листів вибираються з умови забезпечення міцності, стійкості, довговічності споруди в запроектованому насипу.

3.2.3 Для конструкцій з отвором до 8 м допускається застосовувати хвилясті листи товщиною 3,0–8,00 мм із гофром 150×50 мм, 152,4×50,8 мм, 164×57 мм. Але при менших діаметрах до 3 м можна застосовувати хвилясті листи товщиною 2,75 мм. При техніко-економічному обґрунтуванні при погодженні з замовником і постачальником допускається застосування гофрованих листів інших профілів і товщини, наприклад, листів із гофром 200×55 мм, якщо вони забезпечують щільне з’єднання листів внапуск і достатню жорсткість, що гарантує необхідну міцність і стійкість гнучкої конструкції в запроектованому насипу.

3.2.4 Основним типом з’єднання стандартних металевих гофрованих елементів між собою є стик внапуск на болтах, а також фланцеві стики на болтах.

Додаток Б
(обов’язковий)

Влаштування лотків водоперепускних МГК

Б.1 Влаштування монолітних лотків

Б.1.1 Бетонні роботи з влаштування лотка слід виконувати відповідно до вимог СНиП 3.06.04. Влаштування монолітних бетонних лотків має включати наступні операції: очищення поверхні споруди; укладання армувальної сітки; укладання бетону; ущільнення бетону вздовж всієї ширини лотка.

Б.1.2 Монолітний лоток з полімербетону рекомендується виконувати на підігрітих заповнювачах, що підвищує якість суміші, її пластичність, сприяє прискоренню вивантаження, покращує зволоження поверхні цинкового покриття та ущільнення матеріалу, який укладається при меншому тиску, скороченню термінів вібрування та підвищенню якості поверхні лотка. Лоток споруди при кутах охоплення до 120° влаштовують без застосування опалубки. Формування зовнішньої поверхні лотка й ущільнення полімербетону виконують за допомогою вібратора.

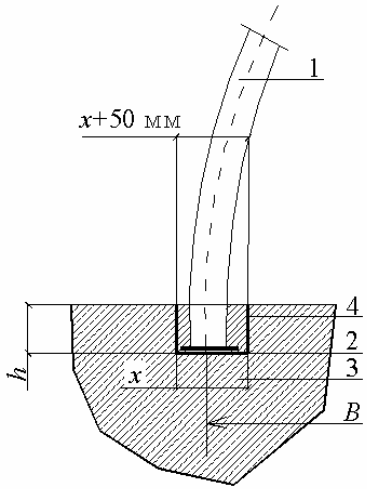
Б.2 Влаштування збірних лотків

Б.2.1 При влаштуванні у спорудах лотків із збірних бетонних блоків їх виготовлення слід організовувати в заводських умовах або на полігонах. Розміри блоків і опалубки розробляються для МГК різних діаметрів в залежності від типу. У місцях болтових з’єднань застосовують блоки зниженої висоти. Блоки укладають на очищену внутрішню поверхню споруди, попередньо покриту захисним шаром.

Б.2.2 Виготовлення блоків для збірних лотків рекомендується робити в інвентарній розбірній опалубці. На притрасових виробничих підприємствах блоки зручно виготовляти в простій металевій формі, для влаштування якої можна використовувати стандартний лист. Таку форму встановлюють на піщаній основі. Перед вкладанням форму обмазують в’язким машинним маслом або солідолом. Товщина змащення має бути мінімальною.

Розташування опорного швелера визначають в залежності від внутрішнього кута арки так, щоб гофровані листи нижнього ряду були перпендикулярні швелеру.

Конструкція вузла об’єднання металоконструкції і фундаменту приймається в залежності від прогону арки, як зазначено на рисунку 3.3. Параметри металевої п’яти повинні відповідати вимогам В.1 додатку В, та 3.2.1 і 3.2.9 цих норм.



1 – металевий гофрований лист нижнього ряду;
2 – металева п’ята;
3 – залізобетонний фундамент;
4 – опорний швелер;
В – прогін арки

При $B<5$ м $h^{\cdot}$=150 мм, при $B>5$м $h^{\cdot}$=250 мм

Рисунок 3.3 – Конструкція вузла об’єднання металевої арки і залізобетонного фундаменту

3.1.18 Ґрунтова призма навколо металевих гофрованих конструкцій на ширині не менше ніж 4 м з кожної сторони і висотою не менше ніж 0,5 м над верхом конструкції має бути відсипана з ґрунту відповідно до вимог В.7 додатку В цих норм. Укоси призми повинні мати ухил відкосів не більше 1:1. Ґрунт засипання слід відсипати та ретельно ущільнювати

Додаток В
(обов’язковий)

Матеріали

В.1 Конструкції із металевих гофрованних елементів повинні відповідати вимогам чинного нормативного документу і комплекту проектної документації на виготовлення, комплекту робочих креслень марки КМД згідно з ДСТУ Б А.2.4-4 та технологічному регламенту заводу-виготовлювача на об’єкт, де вони використовуються.

Для елементів МГК слід застосовувати листові хвилясті профілі з якісної конструкційної сталі. Основним елементом конструкції є оцинкований гофрований лист з гофром синусоїдальної форми зі сталей марки Вст3сп5 згідно з ДСТУ 2651, С345 і С345Д згідно з ГОСТ 27772. Для металевих гофрованих конструкцій рекомендується використовувати вуглецеву сталь марки Ст3сп5 згідно з ГОСТ 535, ГОСТ 14637, ГОСТ 17066 та вуглецеву якісну конструкційну мідисту сталь марки 15сп згідно з ГОСТ 1050.

В.2 Для з’єднання елементів гофрованих конструкцій використовують звичайні стальні болти нормальної точності згідно з ГОСТ 7798 класу міцності 8.8 згідно з ГОСТ 1759.4 (випробування на міцність проводять згідно з 6.2 та 6.6) та гайки нормальної точності згідно з ГОСТ 5915 класу міцності 8 згідно з ГОСТ 1759.5, а також болти та гайки із сталі 35, 45 згідно з ГОСТ 535 зі спеціальними технічними умовами. Марки сталей та розрахункові характеристики болтів на зріз та на розтяг в залежності від класу міцності наведено в таблиці В.1.

Таблиця В.1 – Марки сталей та розрахункові характеристики болтів на зріз та на розтяг в залежності від класу міцності

Вид виробу	Клас міцності	Марка сталі	Розрахунковий опір болта, МПа (кг/см^2)	
			зріз R_{bs}	розтяг R_{bt}
Болт	4.6	20	150 (1500)	170 (1700)
	4.8	10, 10кп	160 (1600)	160 (1600)
	5.6	30,35	190 (1900)	210 (2100)

Нульовий шар ґрунту повинен бути відсипаний з того ж ґрунту, яким засипається МГК або відсипається подушка, і ущільнений від 0,98 до 0,95 максимальної стандартної щільності.

3.1.13 Нульовий шар ґрунту, в якому влаштовується ложе, можна відсипати безпосередньо на природну основу (видаляючи тільки рослинний шар), якщо він складається з піщаних (крім пилуватих) або великоуламкових ґрунтів. У цьому випадку природна основа під спорудою має бути ущільнена вздовж всієї довжини конструкції і шириною не менше 4 м у кожен бік від краю споруди.

3.1.14 Для запобігання розмиву основи водоперепускної споруди (при наявності подушки або без неї) слід передбачати з обох кінців споруди протифільтраційні екрани з залізобетону, бетону, цементно-ґрунтової, глинощебеневої суміші або з гофрованого металу. При цьому має бути попереджено можливість накопичення води в подушці. Допускається застосування комбінованих екранів з габіонних конструкцій з гідроізоляційним матеріалом (геомембрани) із передбаченням заходів щодо запобігання пошкодження гідроізоляції.

3.1.15 Залізобетонні і бетонні екрани слід застосовувати для МГК, що влаштовуються на дрібнопіщаних основах. Глибина закладання залізобетонних і бетонних екранів має бути не менше ніж на 0,25 м нижче розрахункової глибини сезонного промерзання з урахуванням місцевих умов.

3.1.16 Протифільтраційні екрани з цементно-ґрунтової або глинощебеневої суміші застосовують для МГК, що влаштовують на глинистих ґрунтах. При влаштуванні споруд на основі з крупнопіщаних, скельних і великоуламкових ґрунтів застосовують цементно-ґрунтові, глинощебеневі, бетонні та комбіновані габіонні екрани. Екрани повинні вкладатися на ширину подушки і мати довжину вздовж осі споруди не менше ніж 2 м. Глибина закладання має дорівнювати товщині подушки; для глинистих ґрунтів – не менше глибини сезонного промерзання.

3.1.17 Аркова конструкція має монтуватися на залізобетонному фундаменті. Тип і конструкція фундаменту визначається з урахуванням розпору. Арка має бути встановлена і забетонована в опорних швелерах, що закладаються у фундаменті.

В.7 Для влаштування ґрунтової обойми навколо конструкції крім перерахованих у В.6 ґрунтів допускається застосовувати піски дрібні, які вміщують не більше 10 % часток розміром менше 0,1 мм, у тому числі не більше 2 % глинистих часток розміром менше 0,005 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-32.

В.8 Компресійний модуль деформації ґрунту повинен становити не менше 300 МПа. Допускається використання ґрунтів з меншим значенням модуля деформації при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні й перевірці розрахунком на спільну роботу з металевою гофрованою конструкцією.

В.9 Для основного антикорозійного покриття металевих гофрованих конструкцій слід застосовувати цинк марки ЦЗ згідно з ГОСТ 9.306, ГОСТ 3640. Цинкове покриття елементів конструкцій вітчизняної й імпортної поставки повинне відповідати вимогам ГОСТ 9.307. Для додаткового антикорозійного захисного покриття конструкцій та їх елементів слід застосовувати:

– матеріали на основі епоксидних смол (наприклад, епоксидно-каучукова фарба, епоксидно-поліамідна емаль, епоксидно-кам’яновугільна емаль товщиною шару 90–400 мкм), термін служби комбінованого покриття «цинк + епоксидне покриття» у півтора рази більший ніж сума термінів служби двох даних шарів згідно ГОСТ 10587;

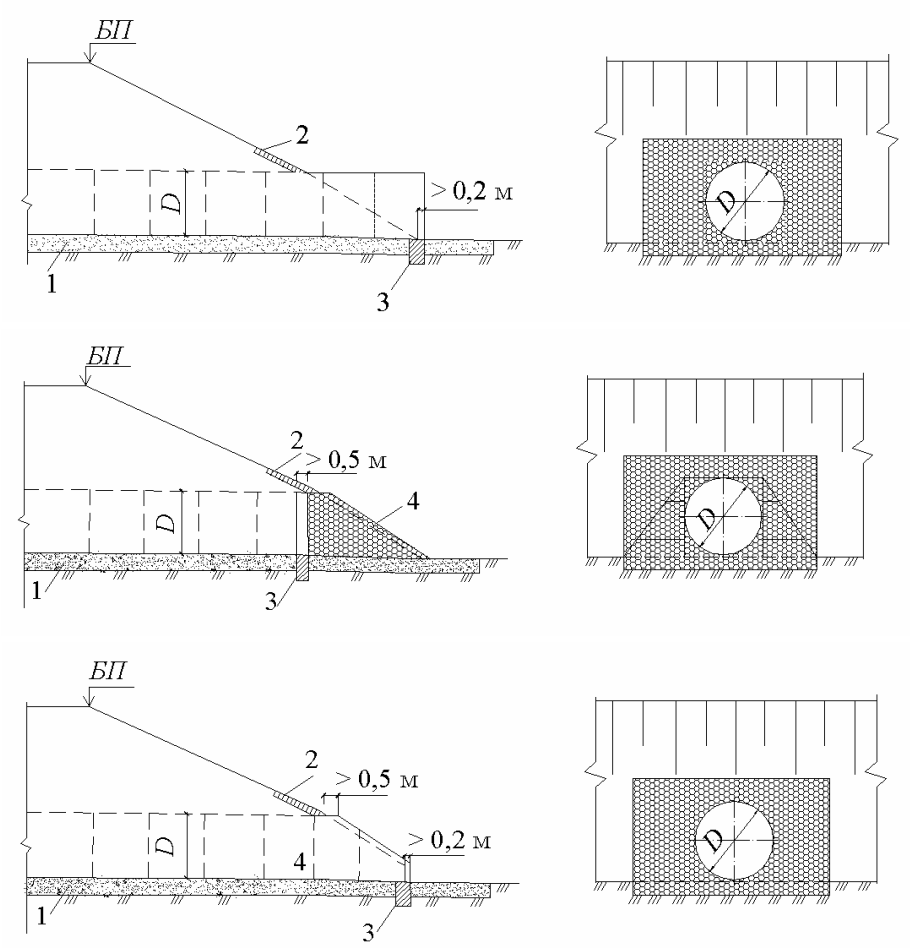
– матеріали на основі поліуретанових смол, а також мастик: бітумо-гумової або бітумо-мінеральної (бітуміноль) марок Н-1 або Н-2, які складаються з бітуму, наповнювача та пластифікатору згідно з ГОСТ 15836.

Кожний шар бітумного покриття наноситься товщиною 0,7–0,8 мм, що становить 1 кг на 1 м^2 корисної площі (з врахуванням гофрів).

В.10 Для бетонних і залізобетонних оголовків металевих гофрованих конструкцій, для фундаментів аркових конструкцій і бетону лотка слід застосовувати бетон й арматуру, що відповідають вимогам СНиП 2.05.03.

Бетон лотка в МГК, що пропускають агресивні води або води з абразивними частками, повинен відповідати вимогам СНиП 2.03.11, а також повинен бути класу міцності (на стиск) не нижче ніж В25 згідно з

індивідуальному проектуванні зі спеціальними заходами для гасіння швидкості потоку води на вході у конструкцію, у середині конструкції і на виході з конструкції (лотки підвищеної шорсткості, водобійні колодязі, пороги, швидкотоки, скельні відсипання).



1 – подушка основи; 2 – зміцнення укосу;
3 – протифільтраційний екран; 4 – відкрилки

Рисунок 3.1 – Схема верхової сторони насипу

Додаток Г
(довідковий)
Транспортування елементів МГК

Г.1 Елементи МГК із заводу на полігон або на будівельний майданчик слід доставляти без проміжних перевантажень. На полігонах повинні бути організовані площадки для розміщення елементів, складання секцій конструкцій, влаштування лотків і додаткового захисного покриття. Дані операції допускається виконувати на будівельному майданчику.

Г.2 Під час перевезення елементів МГК необхідно вживати заходи щодо запобігання пошкодження цинкового й додаткового покриттів, запобігання деформації елементів. Навантаження й розвантаження елементів й пакетів слід виконувати кранами із використанням спеціальних стропів і траверс. Підйом елементів або пакетів зі стропуванням за отвори забороняється. Забороняється скидати елементи й секції конструкцій із транспортних засобів.

Г.3 Складування пакетів гофрованих елементів на залізничний рухомий склад та при навантаженні на бортові машини повинно забезпечувати зручність стропування і огляду. Пакети елементів належить встановлювати вертикально (на ребро) у штабелі із застосуванням дерев'яних прокладок; у штабель слід встановлювати не більше трьох рядів пакетів. Розміщення пакетів гофрованих елементів на транспортних засобах повинно при транспортуванні виключати можливість непружних деформацій гофрів, ушкодження захисного покриття елементів і секцій конструкцій, а також їх монтажних отворів.

Г.4 Стропування секцій виконують пряденим канатом, тросом із прокладкою з брезенту або іншого матеріалу, який виключає можливість ушкодження цинкового та додаткового захисного покриття. При навантаженні на транспортні засоби елементів і секцій конструкцій з нанесеним додатковим захисним покриттям їх слід встановлювати на опорні бруси із прибитими до них прокладками, покритими розділовими прошарками пропарафіненого або бітумізованого паперу або з іншого матеріалу.

$i_C < i_M$, перепускна здатність споруди має встановлюватися відповідно до вимог [2, 3].

2.6.4 Перепускна здатність металевих гофрованих споруд визначається з умов входу рівнинного типу, при якому перед спорудою утворюється ємність, що характеризується підпертою глибиною. При цьому потік надходить у споруду в спокійному стані. Для споруд, що мають на вході швидкотоки, перевіряють можливість входу потоку в споруду в бурхливому стані. Порядок розрахунку приводиться у [2, 3]. Якщо в результаті розрахунку виявиться, що має місце вхід рівнинного типу, то гідравлічні розрахунки проводять, як для рівнинних споруд згідно з [2, 3].

2.6.5 Гідравлічні розрахунки для МГК зі зниженим поперечним перерізом (перерізи МГК наведено у додатку Д на рисунках Д 2, Д 3, Д 4), слід виконувати за наступною методикою: вихідними даними для цього є розрахункова витрата води та її рівень в споруді вздовж осі, що перетинає потік. Основним в розрахунку споруди є визначення допустимого підпору води у вхідному оголовку з врахуванням розміру дзеркала води на вході.

Підпір води у вхідному оголовку для МГК з пониженою висотою визначається за формулою (9):

$$D = C \cdot Q^2 \cdot \left(\frac{1}{A_t^2} - \frac{1}{A_v^2} \right), \qquad (9)$$

де D – величина підпору (різниця рівня води при наявності споруди або без неї, м;

C – коефіцієнт втрати, складає 1/у = 0,1;

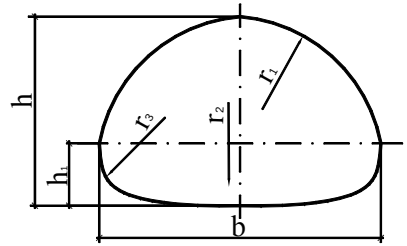
Q – розрахункова витрата води, м^3/с;

A_t – площа поперечного перерізу споруди, м^2;

A_v – площа поперечного перерізу водного потоку в споруді, м^2.

2.6.6 Розрахунки проводяться для гофрованих труб: без оголовків із зрізом перпендикулярно осі споруди; з оголовком, зрізаним паралельно відкосу; з оголовком типів «капюшон»; з раструбним оголовком з кутом раструбності $Q = 20°$.

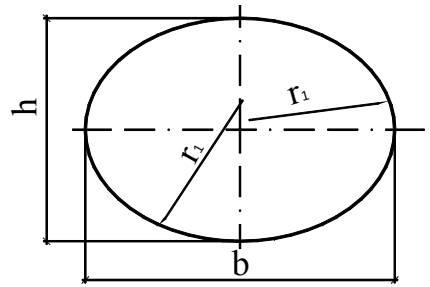
висоти можна замінити, наприклад, круглою двовічковою або багатовічковою спорудою.



b – ширина; h – висота; r_1, r_2, r_3 – радіуси

Рисунок Д.2 – Параметри МГК зниженої висоти

Д.1.4 Горизонтальний еліпс (еліптичність у горизонтальному напрямку 15 %) часто використовують замість МГК зниженої висоти.



b – ширина; h – висота; r_1, r_2 – радіуси

Рисунок Д.3 – Параметри горизонтального еліпса

Д.1.5 Конструкції з плоскою основою використовують в основному як підземні пішохідні переходи, тунелі, галереї і переходи під автодорожніми і залізничними насипами. При необхідності спорудження тунелю великої висоти можна приймати конструкції у вигляді вертикального еліпса.

2.4 Розрахунок МГК на обмеження граничних деформацій поперечного перерізу

2.4.1 Граничні відносні зміни горизонтального або вертикального розмірів споруди не повинні перевищувати 5 %.

2.4.2 Відносні зміни розмірів споруди ζ визначають за формулою (8):

$$\zeta = \frac{\dfrac{\gamma \cdot (h+R)}{E}}{\dfrac{\delta}{R} + \dfrac{E_0}{E}(1-v^2)}, \qquad (8)$$

де R – радіус споруди, м;

E_0 – модуль деформації ґрунту засипки, Па;

E – модуль пружності сталі, Па;

δ – товщина листа гофрованої конструкції, мм;

v – 0,25 – коефіцієнт Пуассона матеріалу споруди;

h – відстань від верху дорожнього одягу до верху конструкції, м;

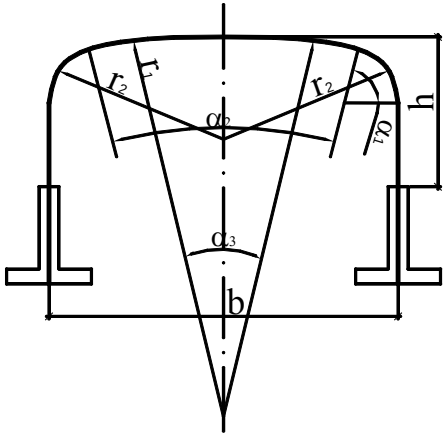
γ – питома вага матеріалу споруди, Н/м^3.

2.5 Технологічні розрахунки

2.5.1 Величину будівельного підйому визначають розрахунком, виходячи з розрахункового осідання під віссю насипу, з врахуванням ухилу і довжини споруди. Найменше значення будівельного підйому повинне бути не менше 1/80 висоти насипу (далі – H) при піщаних, галькових і гравелистих ґрунтах основи, 1/50 H при глинистих, суглинистих і супіщаних ґрунтах основи і 1/40 H при ґрунтових подушках з піщано-гравелистої або піщано-щебенистої сумішей. При розрахунку будівельного підйому враховують обмеження:

– щоб уникнути застою води, позначка вхідного оголовка в початковий період експлуатації та після стабілізації осідання основи має бути вище позначки лотка середньої ланки споруди згідно з 3.3.2 цих норм;

– будівельний підйом не розраховують для МГК, які влаштовують на скельних та інших ґрунтах, що не стискаються. Розрахунок осідання МГК під насипом слід виконувати з використанням вихідних параметрів – модуля деформації й об’ємної ваги ґрунту, міцності геологічних шарів в основі, а також висоти насипу.



b – прогін; h – висота; r_1, r_2 – радіуси; α_1, α_2, α_3 – кути заокруглень

Рисунок Д.6 – Параметри арки коробового перерізу

Д.2 Характеристики гофрованих листів

Таблиця Д.2.1 – Характеристики для гофрів розміром 164×57 мм

Товщина листа, см	Кут видимості кругової частини, град	Довжина прямої вставки, см	Площа хвилі гофра, см^2/см	Момент інерції хвилі гофра, см^4/см	Момент опору, см^3/см	Радіус інерції, см
δ	α	B	A	I	W	i
0,3	53,50	3,109	0,384	1,554	0,54	2,013
0,4	54,28	2,920	0,531	2,075	0,72	1,978
0,5	55,14	2,718	0,625	2,601	0,91	2,040
0,6	56,09	2,500	0,758	3,153	1,10	2,040
0,7	57,18	2,260	0,893	3,716	1,30	2,041
0,8	58,43	1,992	1,030	4,293	1,50	2,042

де N – нормальне (тангенціальне) зусилля в гофрованій конструкції від розрахункових навантажень, що припадають на довжину λ одного гофра, Н;

A – площа перерізу однієї хвилі гофра, см^2;

R_y – розрахунковий опір сталі за границею текучості, прийнятий відповідно до таблиці 4.4 ДБН В.2.3-14, Па;

m = 0,9 – коефіцієнт умов роботи.

2.2.2 Нормальне (тангенціальне) зусилля N, (Н), у споруді від розрахункових навантажень, що припадають на довжину λ одного гофра визначається за формулою (2):

$$N = \frac{\gamma n D \cdot \left(h_{eq} + h + \frac{D}{2}\right) \cdot \lambda}{2 + \frac{E_0}{E} \cdot \frac{D}{\delta} \cdot (1 - v^2)} + \frac{\gamma_{sh} n_1 \delta \frac{D}{2} \lambda}{1 + \frac{\delta^2}{3D^2}}, \qquad (2)$$

де γ – питома вага ґрунту засипки, Н/м^3;

n = 1,3 і n_1 = 1,1 – коефіцієнти перевантаження згідно з ДБН В.2.3-14;

v = 0,25 – коефіцієнт Пуассона матеріалу споруди;

h_{eq} – умовна висота насипу, еквівалентна дії тимчасового автомобільного навантаження, м;

$$h_{eq} = \frac{v}{\gamma \cdot (a_0 + h)}, \qquad (3)$$

a_0 = 3,00 м – ширина смуги руху для навантаження НК-80 (НГ-60) згідно з ДБН В.2.3-14;

h – відстань від верху дорожнього одягу до верху конструкції, м;

v – еквівалентне навантаження, відповідно до додатку Н ДБН В.2.3-14 залежно від довжини і форми лінії впливу, кН/м;

D – діаметр гофрованої конструкції (діаметр конструкції приймаємо по осі гофрованого листа), м;

E_0 – модуль деформації ґрунту засипки, Па;

E – модуль пружності сталі, Па;

δ – умовна товщина, мм, листа круглої гофрованої конструкції, яка має таку ж погонну згинальну жорсткість, що і гофрована, наприклад, для гофрів з λ = 0,164 м (16,4 см), значення δ приведено в таблицях додатку Д;

Додаток Е
(довідковий)

Терміни та визначення

Втомленість – зниження фізико-механічних характеристик матеріалу конструкцій внаслідок впливу циклічних навантажень

Довговічність – здатність елемента або споруди в цілому зберігати протягом визначеного часу працездатний стан при встановленій системі технічного обслуговування. Довговічність визначається в роках.

Граничне навантаження конструкції – навантаження, яке призводить до перетворювання незмінюваної конструкції в механізм з одним ступенем свободи.

Граничне зусилля перерізу – зусилля, що призводять до повної пластифікації, відтак втрати опірності перерізу.

Електрохімічна корозія – руйнування металу, що відбувається внаслідок дії на метали електролітів (вода, кислота, кисень та ін.).

Корозія металу – самочинне руйнування матеріалів, яке відбувається під хімічним або електрохімічним впливом навколишнього середовища.

Надійність – здатність споруди виконувати задані функції у визначених умовах експлуатації, зберігаючи протягом установленого часу нормативні експлуатаційні показники. Надійність визначається ймовірністю того, що не буде досягнуто жодного з граничних станів.

Несуча здатність – здатність конструкції сприймати граничне зусилля.

Паводок – швидкий порівняно короткочасний підйом рівня води в якомусь фіксованому створі ріки, що завершується майже таким швидким спадом. Паводок звичайно виникає внаслідок дощів (злив) або інтенсивного короткочасного танення снігу. Паводок, на відміну від повені, явище нерегулярне.

Ремонт – комплекс будівельно-монтажних робіт, спрямованих на відновлення проектних параметрів споруди.

Рівень води – висота поверхні води відносно деякої постійної площини порівняння.

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

2 РОЗРАХУНКИ

2.1 Загальні положення

2.1.1 При проектуванні МГК необхідно виконувати чотири групи розрахунків:

– розрахунки конструкцій за першою і другою групою граничних станів;
– технологічні розрахунки;
– гідравлічні розрахунки;
– економічні розрахунки.

2.1.2 При розрахунках за першою групою граничних станів оцінюють міцність і стійкість МГК, а також їх функціональну придатність як в процесі експлуатації, так і в період будівництва. При цьому виконують наступну групу розрахунків:

– розрахунок конструкції за першим граничним станом на експлуатаційні і будівельні навантаження. При розрахунку на будівельні навантаження необхідно враховувати неоднаковий вертикальний і бічний тиск ґрунту по контуру споруди при зведенні насипу і ступеню ущільнення ґрунту в ґрунтовій обоймі;

– перевірку загальної стійкості форми поперечного перерізу споруди;

– розрахунок стикових з’єднань;

– розрахунок конструкції за другим граничним станом (обмеження граничних деформацій поперечного перерізу) на експлуатаційні навантаження;

- обмеження гнучкості МГК з врахуванням вимог транспортування і монтажу конструкції.

2.1.3 Розрахунок міцності і стійкості МГК виконується на дію постійного, тимчасового, температурного навантаження у відповідності з ДБН В.2.3-14, в сейсмічно небезпечних районах необхідно розраховувати гофровані конструкції за міцністю на дію сейсмічного інерційного навантаження.

2.1.4 Розрахунок міцності і стійкості МГК діаметром менше 6 м, а також круглих і напівкруглих гофрованих конструкцій допускається

Додаток Ж
(довідковий)

Бібліографія

1. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів. ДНАОП 6.1.00-1.03-98. К., Укрдортехнологія, 1998.

2. Инструкция по проектированию и постройке металлических гофрированных водопропускных труб. ВСН 176-78. Минтрансстрой СССР. МПС СССР. Москва 1979. – 130 с.

3. Пособие по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений. М., Транспорт, 1992.

4. Временные технические указания по применению металлических гофрированных конструкций (для опытного применения на железных дорогах). Санкт-Петербург, НИИ Мостов, 2002. – 101 с.

5. Временная инструкция о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений СН 460-74. ВНИКТИстальконструкция. Конструкции металлические. Чертежи КМ. Раздел 5. Москва 1975.

споруди для перепуску автомобільного транспорту слід проектувати з забезпеченням відповідних габаритів.

Гофровані конструкції біопереходів доцільно проектувати у вигляді півкруглої арки з радіусом не менше 3 м, що обпирається на стрічковий фундамент.

1.5 Допускається виконувати ремонт існуючих залізобетонних споруд за допомогою металевих гофрованих споруд методом «гільзування». За таким методом ремонту допускається встановлення металевої гофрованої конструкції всередину залізобетонної споруди з подальшим омонолічуванням зазорів.

1.6 Допускається застосування металевих гофрованих конструкцій для подовження існуючих споруд при реконструкції доріг. З'єднання проектної металевої гофрованої споруди з спорудою, що експлуатується, здійснюється відповідно до проекту.

1.7 Отвори водоперепускних МГК належить проектувати, виходячи з безнапірного режиму роботи споруди. Перевищення вищої точки внутрішньої поверхні конструкції над горизонтом води в будь-якому перерізі конструкції при розрахунковій витраті і безнапірному режимі має бути не менше 1/4 висоти споруди у просвіт, а заповнення вхідного перерізу споруди – не більше 0,9 від її висоти.

Водоперепускні споруди з металевих гофрованих елементів з отвором більше 3 м мають розраховуватись на перепуск водного потоку тільки в безнапірному режимі і проектуватися за нормами проектування мостів.

1.8 Водоперепускні МГК не допускається застосовувати на річках з корчеходом і льодоходом, а також в місцях можливого утворення нашарувань льоду і виникнення селей на постійно діючих водотоках.

1.9 Найменшу товщину засипки над ланками споруди діаметром до 3 м на автомобільних дорогах, на дорогах і вулицях міст і сіл необхідно приймати 0,5 м до низу дорожнього одягу, але не менше 0,8 м до верху дорожнього покриття.

Мінімальна товщина засипки над склепінням МГК з отвором 3–8 м повинна перевірятися розрахунком.

1.10 Внутрішня і зовнішня поверхні водоперепускних труб і споруд з МГК повинні мати захисне антикорозійне покриття, а в необхідних

ЗМІСТ

С.

1 Загальні положення 1

2 Розрахунки 4

2.1 Загальні положення 4

2.2 Розрахунок МГК за міцністю і стійкістю на експлуатаційні навантаження з використанням спрощених формул 5

2.3 Розрахунок стикових з'єднань 7

2.4 Розрахунок МГК на обмеження граничних деформацій поперечного перерізу 8

2.5 Технологічні розрахунки 8

2.6 Гідравлічні розрахунки водоперепускних металевих гофрованих споруд 9

3 Проектування МГК із металевих гофрованих елементів 11

3.1 Загальні положення 11

3.2 Елементи металевої гофрованої конструкції 18

3.3 Захисні покриття і лотки 20

4 Правила виконання будівельно-монтажних робіт 23

4.1 Виконання будівельно-монтажних робіт 23

4.2 Влаштування основи 23

5 Контроль якості і приймання робіт 28

ДОДАТКИ

Додаток А. Перелік нормативних документів, на які надано посилання у тексті норм 31

Додаток Б. Влаштування лотків водоперепускних споруд 35

Додаток В. Матеріали 37

Додаток Г. Транспортування елементів МГК 41

Додаток Д. Класифікація металевих гофрованих конструкцій 42

Додаток Е. Терміни та визначення 47

Додаток Ж. Бібліографія 49

ПЕРЕДМОВА

РОЗРОБЛЕНО: Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П.Шульгіна (ДерждорНДІ), Баб'як І.П., Коваль П.М. (керівник розробки) канд.техн.наук, Сітдикова Т.М., Сташук П.М., канд.техн.наук, Фаль А.Є., канд.техн.наук
за участю:
Українського державного виробничо-технологічного підприємства «Укрдортехнологія», Бовтрук М.А.

ПОГОДЖЕНО: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України (Мінбуд України), лист від «23» листопада 2006 р. № 78
Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор)
Департамент автомобільних доріг Укравтодору, лист від «23» вересня 2005 р. № 3/6.2-3-1788
Державний департаментом промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд), лист від «09» вересня 2005 р. № 06-6а/4752

ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: Наказ Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор) від «31» січня 2007 р. № 29

УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей документ належить державі. Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності звертатись до Державної служби автомобільних доріг України