

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного
господарства та природокористування

О. І. Ольховик, А. А. Білецький

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ПРИРОДОХОРОННИХ СПОРУД



Навчальний посібник

Рівне 2019

УДК 626.8:65(075.8)

О-56

Рецензенти:

Рокочинський А. М., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне);

Турченко В. О., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне);

Риженко І. М., к.т.н., доцент міжнародного економіко-гуманітарного університету ім. Степана Дем'янчука (м. Рівне).

Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.

Протокол № 5 від 14 червня 2019 року

О. І. Ольховик, А. А. Білецький

О-56 Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд : навч. посібник [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2019. – 377 с.

ISBN 978-966-327-431-7

Навчальний посібник містить основні відомості про організацію і технологію будівництва основних об'єктів водогосподарського комплексу.

Посібник направлений на здобуття майбутніми фахівцями компетентностей з сучасних методів організації і технології виконання будівельних робіт при зведенні гідротехнічних споруд на водогосподарських об'єктах різноманітного призначення.

Навчальний посібник відповідає робочим програмам навчальних дисциплін «Організація і технологія водогосподарського будівництва» за освітньою програмою першого (бакалаврського) рівня та «Будівництво гідротехнічних об'єктів і систем», «Будівництво водогосподарських споруд та систем» за освітньою програмою другого (магістерського) рівня і призначений для здобувачів вищої освіти спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології».

УДК 626.8:65(075.8)

ISBN 978-966-327-431-7

© О. І. Ольховик, А. А. Білецький, 2019

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2019

ЗМІСТ

Передмова	7
Розділ I. Будівництво меліоративних систем і споруд	8
1.1 Будівництво зрошувальних систем	8
1.1.1 Будівництво відкритих зрошувальних каналів	8
1.1.1.1. Типізація перетинів каналів	8
1.1.1.2. Геодезичне винесення проекту каналу на місцевість	10
1.1.1.3. Виконання робіт на ділянках каналів у виїмці	11
1.1.1.4. Виконання робіт на ділянках каналів у напіввиїмці	15
1.1.1.5. Виконання робіт на ділянках каналів в напівнасипу	17
1.1.1.6. Виконання робіт на ділянках каналу в насипу	19
1.1.1.7. Будівництво каналів засобами гідромеханізації	22
1.1.1.8. Влаштування протифільтраційного покриття на зрошувальних каналах	25
1.1.1.8.1. Технологія улаштування монолітних бетонних облицювань	26
1.1.1.8.2. Збірні залізобетонні покриття	32
1.1.1.8.3. Влаштування деформаційних швів	36
1.1.1.8.4. Асфальтобетонні покриття	44
1.1.1.8.5. Плівково-бетонні облицювання	45
1.1.1.8.6. Геомембрани	49
1.1.1.9 Будівництво каналів-лотків	52
1.1.2. Будівництво закритих напірних зрошувальних трубопроводів	57
1.1.2.1. Підготовчі роботи	57
1.1.2.2. Розробка траншей під трубопроводи	58
1.1.2.3. Труби для будівництва зрошувальних трубопроводів	64
1.1.2.4. Гідроізоляція трубопроводів	69
1.1.2.5. Монтаж трубопроводів	74
1.1.2.6. Зворотна засипка трубопроводів	89
1.1.2.7. Випробування трубопроводів	91
1.1.2.8. Технологія безтраншейного прокладання трубопроводів	93
1.1.2.9. Перехід трубопроводами через водні перешкоди	103
1.1.3. Будівництво колекторно-дренажної мережі на зрошувальних системах	108
1.2. Будівництвоосушувальних систем	116

1.2.1.	Підготовка території при будівництві осушувальних систем	116
1.2.2	Будівництво каналів осушувальної системи	122
1.2.3	Будівництво дренажу на осушуваних землях	128
1.2.3.1	Види дренажу і матеріали для його будівництва	128
1.2.3.2	Технологія влаштування трубчастого дренажу	135
1.3	Будівництво гідротехнічних споруд на гідромеліоративних системах	145
1.3.1	Класифікація споруд і види робіт	145
1.3.2	Транспортування залізобетонних виробів	147
1.3.3	Організація монтажних робіт	148
1.3.4	Обладнання для монтажних робіт	150
1.3.5	Способи і методи монтажу збірних залізобетонних конструкцій	152
1.3.5.1.	Підняття конструкцій, що монтуються	152
1.3.5.2	Орієнтування та встановлення конструкцій	154
1.3.5.3	Тимчасове закріплення конструкцій	155
1.3.5.4	Вивірення конструкцій та проектне закріплення	157
1.3.5.5.	Технологія монтажу споруд	157
1.3.5.6.	Осушення котлованів	159
1.4	Будівництво земляних гребель та дамб	163
1.4.1	Склад будівельних процесів при зведенні гребель	165
1.4.2	Підготовка основи під насип та влаштування дренажу греблі	166
1.4.3	Розробка кар'єрів та підготовка землевозних шляхів	168
1.4.4	Технологія і організація робіт при відсіпанні гребель і дамб	172
1.4.5	Будівництво неоднорідних гребель	177
1.4.6	Кріплення укосів гребель і дамб	178
1.4.7	Контроль якості робіт при відсіпанні земляних гребель і дамб	179
Розділ II	Будівництво природоохоронних об'єктів	181
2.1.	Будівництво берегозахисних, протиерозійних та протизсувних споруд	181
2.1.1	Берегозахисні заходи та споруди	181
2.1.2	Споруди та заходи, що попереджують водну ерозію ґрунтів	209

2.1.3	Протизсувні заходи	215
2.1.4	Протисельові заходи	225
2.2	Будівництво протипаводкових і протиповіневих захисних споруд	227
2.2.1	Класифікація та типи протипаводкових протиповіневих захисних споруд	227
2.2.2	Матеріали і конструкції для влаштування протипаводкових споруд	232
2.3	Будівництво споруд захисту підземних вод та захисту водотоків й водойм від забруднення і засмічування	238
2.3.1	Джерела забруднення поверхневих та підземних вод і заходи боротьби з ним	238
2.3.2	Захист підземних вод від забруднення	239
2.3.3	Інженерний захист територій і споруд від підтоплення	242
Розділ III	Будівництво гідротехнічних, гідроенергетичних та портових споруд	249
3.1.	Внутришньооб'єктний транспорт	249
3.1.1	Автомобільний транспорт	249
3.1.2	Залізничний транспорт	251
3.1.3	Водний транспорт	254
3.1.4	Підвісні канатні дороги	258
3.1.5	Конвеєрний транспорт	258
3.2	Бетонні і залізобетонні роботи в гідротехнічному будівництві	256
3.2.1	Особливості бетонних робіт при зведенні гідротехнічних споруд. Гідротехнічний бетон	256
3.2.2	Складові бетонної суміші	263
3.2.3	Влаштування опалубки	264
3.2.4	Арматурні роботи	269
3.2.5	Приготування бетонної суміші	274
3.2.6	Транспортування бетонної суміші	276
3.2.7	Схеми зведення бетонних споруд	279
3.2.8	Укладання бетонної суміші	284
3.2.9	Виконання бетонних робіт у зимових умовах	291
3.2.10	Підводне бетонування	293

3.3	Підземні роботи при зведенні гідротехнічних споруд	296
3.3.1	Загальні положення	296
3.3.2	Спорудження тунелів гірським способом	297
3.3.3.	Виконання буро - вибухових робіт	300
3.3.4	Навантаження і транспортування породи	303
3.3.5	Влаштування тимчасового кріплення	306
3.3.6	Влаштування постійного облицювання тунелів	308
3.3.7	Проходка тунелів з допомогою щитів і комбайнів	313
3.4	Монтаж закладних частин та механічного обладнання на гідротехнічних спорудах	311
3.4.1	Загальні відомості	311
3.4.2	Монтаж закладних частин механічного обладнання	317
3.4.3	Монтаж затворів, решіток та воріт шлюзів	320
3.4.4	Монтаж стаціонарних і рухомих механізмів	325
3.4.5	Монтаж металевих конструкцій	328
3.4.6	Монтаж естакад і пролітних частин мостів	330
3.4.7	Монтаж гідросилового обладнання	333
3.5	Огороджувальні перемички та споруди	339
3.5.1	Загальні положення	339
3.5.2	Зведення земляних перемичок	342
3.5.3	Зведення кам'яно-земляних та кам'яно - накидних перемичок	344
3.5.4	Зведення шпунтових перемичок	345
3.5.5	Розбирання перемичок	348
3.5.6	Гравітаційні споруди вертикального профілю	349
3.5.7	Пальові споруди вертикального профілю	353
3.5.8	Укісні споруди	355
3.6	Будівництво причальних споруд	358
3.6.1	Класифікація причальних споруд	358
3.6.2	Способи виконання робіт	360
3.6.3	Причали з оболонок	362
3.6.4	Кутникові набережні	366
3.6.5	Причали естакадного типу	368
3.6.6	Причали, що зводяться способом „стіна в ґрунті”	369
	Література	371
	Предметний покажчик	372

ПЕРЕДМОВА

Гідротехнічне будівництво – це особлива галузь будівництва, яка передбачає зведення, реконструкцію або технічне переоснащення спорудз метою використання водних ресурсів для водопостачання, меліорації, судноплавства, риборозведення, отримання електричної енергії, захисту від руйнівної дії водної стихії.

Фахівці у сфері гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій мають володіти компетентностями розв'язувати складні задачі і вирішувати організаційно-технічні проблеми при зведенні будівель та споруд водогосподарського комплексу.

У навчальному посібнику наведено основні положення з організації та технології виконання робіт при будівництві споруд і об'єктів водогосподарського призначення. Висвітлено традиційні методи виконання робіт при зведенні об'єктів водогосподарських систем, а також наведено новітні технології, що знаходять поширення у світовій практиці гідротехнічного і природоохоронного будівництва.

Навчальний посібник «Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд» за змістом відповідає робочим програмам навчальних дисциплін „Організація і технологія водогосподарського будівництва” за освітньою програмою першого (бакалаврського) рівня та „Будівництво гідротехнічних об'єктів і систем”, „Будівництво водогосподарських споруд та систем” за освітньою програмою другого (магістерського) рівня і призначений для здобувачів вищої освіти спеціальності 194 „Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології”.

Автори щиро вдячні докторові технічних наук, професору кафедри водної інженерії та водних технологій А.М. Рокочинському, доктору технічних наук, професору кафедри водної інженерії та водних технологій Турченко В.О. за пропозиції, що значно покращили зміст навчального посібника.

Вклад авторів: Ольховик О.І. – розділ I, розділ III, ; Білецький А.А. – розділ II.

РОЗДІЛ І. БУДІВНИЦТВО ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ ТА СПОРУД

1.1. Будівництво зрошувальних систем

1.1.1. Будівництво відкритих зрошувальних каналів

1.1.1.1. Типізація перетинів каналів

Зрошувальні системи за конструкцією провідної зрошувальної мережі поділяються на три типи: відкриті, закриті і комбіновані. Зрошувальна мережа відкритих систем являє собою канали в земляному чи облицьованому руслі, або залізобетонні лотки.

Канали зрошувальної мережі відрізняються великим різноманіттям форм та розмірів поперечних перетинів.

Ширина магістральних каналів досягає 200м, довжина – десятків та сотень кілометрів. Канали внутрішньогосподарської мережі не перевищують 1,5 м за глибиною та шириною дна. Особливістю каналів зрошувальної мережі є те, що для забезпечення командування над зрошуваною площею, рівень води в робочій частині каналів піднімається вище поверхні землі, що потребує будівництва каналів різних за формою поперечного перетину.

Для рішення технологічних завдань, пов'язаних зі складанням проектів організації будівництва та виконання робіт на каналах, необхідно мати наступні дані, які отримують в процесі вишукувальних робіт: план системи каналів, поздовжні профілі по осі каналів, поперечні перетини каналів на різних ділянках, геологічні та гідрогеологічні характеристики ґрунтів по трасі каналів, профільні обсяги робіт.

Розміри поперечних перетинів каналів є основним показником, який визначає вибір технології будівництва каналів та засобів механізації виконання робіт. Для полегшення вибору технології та механізмів необхідно провести типізацію перетинів та ділянок каналів: за шириною дна каналу, за положенням дна каналу відносно рельєфу місцевості, за глибиною виїмки, за висотою насипу тощо.

Холоста частина магістральних і розподільчих каналів зрошувальних систем проходить, зазвичай у виїмці, а робоча, де

починаються відводи у канали молодшого порядку, може бути виконана (залежно від рельєфу по трасі) у напіввиїмці, у напівнасіпу або у насіпу з підсипним дном.

Залежно від положення дна каналу відносно поверхні землі виділяють такі ділянки каналів:

- у виїмці глибокій (глибиною більше 5 м, з проміжними бермами) (рис. 1.1.1, а);
- у виїмці (з глибиною до 5 м) (рис. 1.1.1, б);
- у напіввиїмці (з дамбами, які відсипаються з ґрунту виїмки каналу) (рис. 1.1.1, в);
- в напівнасіпу (з дамбами, які відсипаються з ґрунту виїмки та резервів) (рис. 1.1.1, г);
- в насіпу (з дном над поверхнею землі та дамбами, відсипаними з резервів або кар'єрів) (рис. 1.1.1, д).

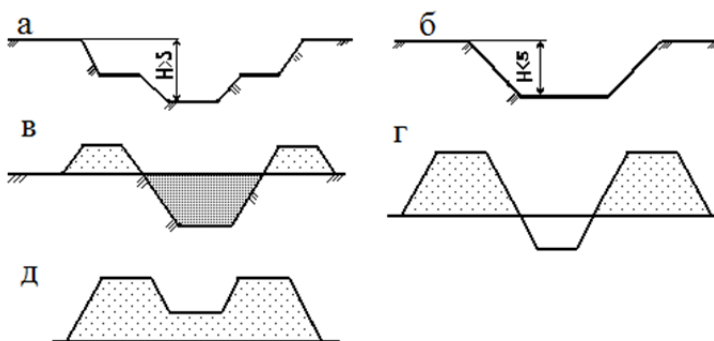


Рис. 1.1. Схеми поперечних перетинів каналів:

а – у виїмці глибокій; б – у виїмці; в – у напіввиїмці; г – в напівнасіпу;
д – в насіпу

Якщо розмір дна каналу змінюється в широких межах, то типізацію перетинів проводять для кожної ділянки з характерною шириною дна. Для великих каналів виділяють ділянки відмінні шириною дна більше ніж на 1м, для дрібних каналів - ділянки з різницею в 0,5 м.

Окремо вибирають перетини для ділянок зі складними геологічними умовами.

Обсяги робіт підраховують за усіма ділянками та складають баланс ґрунтових мас.

1.1.1.2. Геодезичне винесення проекту каналу на місцевість

Для геодезичного винесення проекту каналів на місцевість з необхідною точністю, створюють геодезичну будівельну мережу, пункти котрої закріплюються постійними знаками, які розміщують так, щоб з них було зручно проводити геодезичні роботи.

У водогосподарському будівництві геодезичну будівельну мережу створюють у вигляді полігонометрії 1 або 2 розряду.

Будівельники одержують від проектувальників план траси з позначеннями всіх встановлених на ній геодезичних знаків, її профіль для робочого проектування будівельних робіт.

Траса повинна мати:

- розбитий пікетаж від витoku до гирла і розбивку кривих на поворотах (вісь траси закріплюється вішками через 10м на прямих ділянках і через 5м на кривих);
- прив'язку до опорних точок геодезичної будівельної мережі;
- ґрунтові репери через кожні 5км за межами зони земляних робіт;
- створні знаки на відстані 20...50м від траси на всіх вершинах кутів повороту каналу;
- розмічування поперечників на кожному пікеті і в характерних точках рельєфу.

Для каналу має бути визначено: поздовжній профіль, проектна лінія дна, нормальний рівень води, проектний гребінь дамби, місце і види гідротехнічних споруд.

Після виконання винесення проекту на місцевість і до початку виконання земляних робіт представники будівельної організації разом з представниками замовника перевіряють правильність виконання геодезичних робіт на місцевості та складають акт з прикладанням до нього схем винесення.

При будівництві позначають такі елементи каналів: укоси, лінії бровок, місце і глибину виїмок, резервів, місце і висоту дамб чи кавальєрів.

Приклад винесення проекту каналу на місцевість наведено на рис. 1.2.

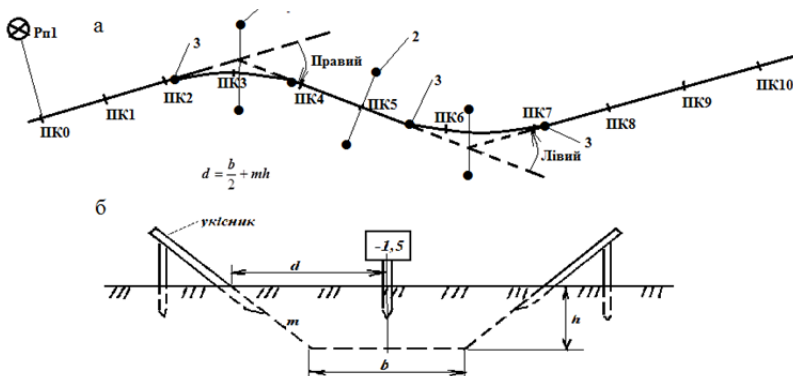


Рис. 1.2. Винесення проекту на місцевість:

- а – винесення на місцевість траси каналу; 1 – бісектриса кута;
2 – виносні точки; 3 – поворотні точки; б – розбивання перетину каналу

Елементи укосів каналів, дамб позначають укiсниками, котрі встановлюються на бровках. Точність проведення геодезичних будівельних робіт при влаштуванні каналів визначається точністю виконання земляних робіт і складає -0 ± 5 см.

1.1.1.3. Виконання робіт на ділянках каналів у виїмці

Враховуючи розміри поперечного перетину та робочі параметри основних землерийних машин всі канали у виїмці можна поділити на чотири групи:

- канали дрібної мережі з шириною дна до 1 м та глибиною до 1,2 м, що розробляються плужними каналокочачками або роторними екскаваторами;
- канали середніх розмірів з шириною дна від 1 до 3 м та глибиною до 4 – 5 м, розробляються в основному екскаваторами драглайн, зворотна лопата за безтранспортною схемою укладання ґрунту в кавальєр, або якщо є в наявності техніка з відповідними параметрами – багатоківшеві екскаватори – каналокочачками (рис. 1.3);



Рис. 1.3. Розробка каналів шнекороторним екскаватором

- великі канали з шириною дна до 10-12м та глибиною до 5м, розробляються або екскаваторами драглайн з укладання ґрунту в кавальєр (рис. 1.4), або скреперами (рис. 1.5);
- дуже великі магістральні канали з шириною дна більш ніж 10 – 12 м з глибиною виїмки більш ніж 5 м, розробляються за комбінованою схемою спочатку скреперами, потім драглайнми з перекиданням ґрунту (рис. 1.6), або великими крокуючими екскаваторами (рис. 1.7).



Рис. 1.4. Розробка каналу у виїмці екскаватором драглайн



Рис. 1.5. Розробка каналу у виїмці автоскреперами



Рис. 1.6. Розробка ділянки каналу Дніпро – Донбас у глибокій виїмці (фото 1962 року)



Рис. 1.7. Розробка каналу у глибокій виїмці крокуючим екскаватором

При будівництві каналу з перетином повністю у виїмці виконуються наступні технологічні операції (рис. 1.8):

- зняття рослинного шару з траси каналу, за необхідності розпушування важких ґрунтів;
- розробка ґрунту в виїмці каналу;
- переміщення ґрунту в кавальєри;
- планування укосів та дна каналу;

- розрівнювання ґрунту у кавальєрах з їх профілюванням або вивезення ґрунту в місця, де він потрібен для насипів.

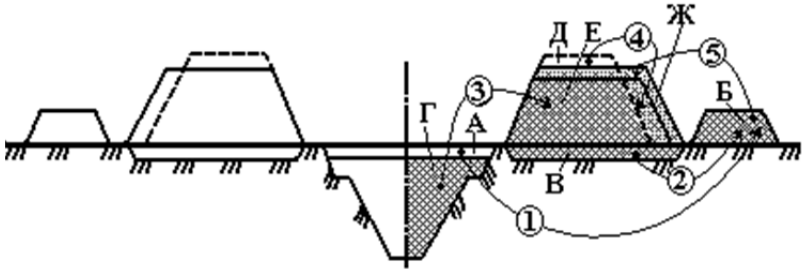


Рис. 1.8. Схема переміщення ґрунтових мас при будівництві зрошувального каналу у виїмці:

А – рослинний шар ґрунту на поверхні виїмки каналу; Б – тимчасовий кавальєр ґрунту рослинного шару; В – рослинний шар ґрунту в основі постійного кавальєру мінерального ґрунту; Г – виїмка каналу в мінеральному ґрунті; Д – кавальєр мінерального ґрунту до надання йому проектних обрисів; Е – постійний кавальєр мінерального ґрунту після надання йому проектних обрисів; Ж – рослинний шар ґрунту, вкладений на поверхню впорядкованого кавальєру мінерального ґрунту; 1 і 2 – розробка рослинного шару ґрунту відповідно з поверхні виїмки каналу і в основі постійного кавальєру мінерального ґрунту з переміщенням в тимчасовий кавальєр ґрунту рослинного шару; 3 – розробка мінерального ґрунту у виїмці каналу з переміщенням в кавальєр; 4 – переміщення і розрівнювання мінерального ґрунту в кавальєрі для надання йому проектних обрисів; 5 – рекультивация кавальєру

Розробку та переміщення ґрунту, як правило, виконують однією та тією ж машиною (екскаватором, скрепером, бульдозером). Розроблений ґрунт, вкладають в кавальєри з однієї чи двох сторін від каналу. Кавальєри роблять трапецієподібної форми з укосами 1:1...1:3, щоб забезпечити їх тривалу стійкість. Верх кавальєрів повинен бути спланованим, вони можуть бути спрямовані також під інспекторську дорогу або під лісонасадження.

Склад будівельних операцій на ділянках з великою шириною та глибиною виїмки ускладнюється включенням додаткових операцій, необхідних для ведення поярусної розробки ґрунту, а також додаткових його переміщень по горизонталі та

перекидання кілька разів одного і того самого об'єму ґрунту.

1.1.1.4. Виконання робіт на ділянках каналів у напіввиїмці

Загальною особливістю технології будівництва каналів у напіввиїмці, напівнасипу та насипу є необхідність високоякісного укладання ґрунту в дамбу каналу або загальну подушку з таким розрахунком, щоб вони витримували гідростатичний напір (тиск) за максимальним рівнем води в каналі. Дамби та подушки відсипають тільки з придатного для цих потреб ґрунту.

При будівництві каналу у напіввиїмці виконують наступні технологічні операції (рис. 1.9):

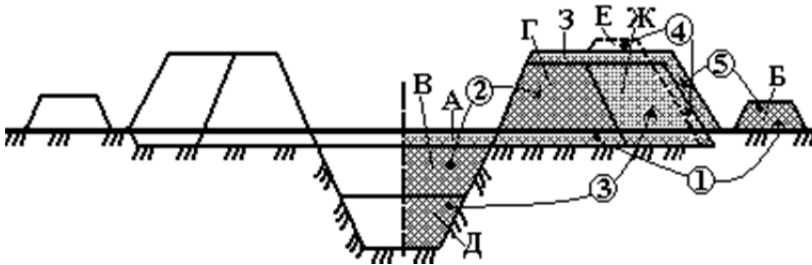


Рис. 1.9. Схема переміщення ґрунтових мас при будівництві зрошувального каналу у напіввиїмці з роздільним влаштуванням дамб: А – рослинний шар ґрунту на поверхні виїмки каналу, в основі приканальної дамби і постійного кавальєру мінерального ґрунту; Б – тимчасовий кавальєр ґрунту рослинного шару; В – частина виїмки каналу, ґрунт з якої вкладається в приканальну дамбу; Г – приканальна дамба; Д – частина виїмки каналу, ґрунт з якої вкладається в кавальєр; Е - кавальєр мінерального ґрунту до надання йому проектних обрисів; Ж – постійний кавальєр мінерального ґрунту; 3 – рослинний шар ґрунту, вкладений на поверхню впорядкованого кавальєру; 1 – розробка рослинного шару ґрунту з поверхні виїмки каналу, в основі приканальних дамб і кавальєру мінерального ґрунту з переміщенням в тимчасовий кавальєр рослинного ґрунту; 2 – розробка мінерального ґрунту у виїмці каналу з переміщенням в приканальні дамби; 3 – розробка мінерального ґрунту у виїмці каналу з переміщенням в кавальєр; 4 – переміщення і розрівнювання мінерального ґрунту в кавальєрі для надання йому проектних обрисів; 5 – рекультивация кавальєрів і верха приканальних дамб

- зняття рослинного шару ґрунту зі смуги під дамбами та під виїмку, з видаленням його за межі дамб;
- розробка ґрунту в виїмці каналу;
- переміщення частини ґрунту в дамби каналу, а зайвого в кавальєри;
- пошарове відсипання ґрунту (з розрівнюванням) в тіло дамби;
- зволоження ґрунту до оптимальної вологості;
- пошарове ущільнення ґрунту;
- ліквідація виїздів з виїмки на насип;
- планування укосів та дна каналу;
- розрівнювання зайвого ґрунту в кавальєрах, профілювання їх.

Спосіб розробки ґрунту на ділянках у напіввиїмці вибирають з урахуванням ширини та глибини виїмки. При ширині дна понад 2,5 м перевагу віддають способу розробки ґрунту скреперами (рис. 1.10), так як вони забезпечують пошарове вкладання ґрунту.



Рис. 1.10. Розробка ґрунту у виїмці каналу з відсипанням його у майбутні дамби

Якщо ширина дна менша 2,5 м виїмку розробляють багатокішквим екскаватором або драглайном з переміщенням ґрунту за межі майбутньої дамби, для наступного вкладання частини ґрунту в дамбу бульдозером. Коли висота дамб до 1м,

то ґрунт можна вкладати екскаватором безпосередньо в дамби з його ущільненням.

1.1.1.5. Виконання робіт на ділянках каналів в напівнаси́пу

Канали в напівнаси́пу за умовами виконання робіт можна поділити на дві групи:

- канали дрібної мережі, будівництво яких ведеться методом насипання загальної подушки з наступним нарізанням русла каналу спеціальними екскаваторами-канавокопачами при ширині дна до 2,5 м;
- канали середніх та великих розмірів з роздільним влаштуванням дамб.

Будівництво каналів у напівнаси́пу з шириною дна більше ніж 2,5 м зводиться до виконання таких операцій (рис. 1.11):

- зняття рослинного шару з поверхні виїмки каналу і основи приканальних дамб та поверхні резервів;
- розробка ґрунту в виїмці;
- розробка ґрунту в резерві;
- переміщення розробленого ґрунту в тіло дамб;
- пошарове розрівнювання ґрунту в дамбах;
- зволоження ґрунту до оптимальної вологості;
- пошарове ущільнення ґрунту;
- ліквідація виїздів з виїмки на дамбу;
- планування дна та укосів;
- рекультивация резервів рослинним ґрунтом.

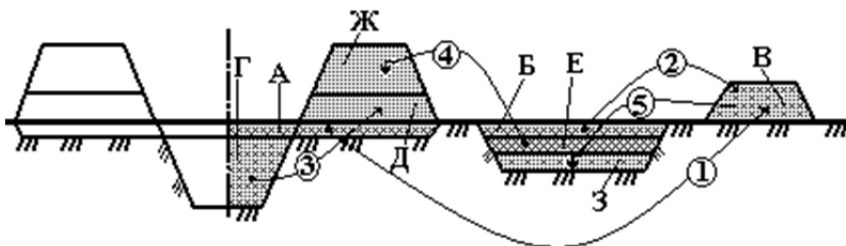


Рис. 1.11. Схема переміщення ґрунтових мас при будівництві зрошувального каналу у напівнаси́пу з роздільним влаштуванням дамб: А – рослинний шар ґрунту на поверхні виїмки каналу і в основі

приканальної дамби; Б – на поверхні резерву; В – тимчасовий кавальєр ґрунту рослинного шару; Г – виїмка каналу в мінеральному ґрунті; Д – частина приканальної дамби, що зводиться з ґрунту виїмки каналу; Е – резерв для досипання приканальної дамби; Ж – частина приканальної дамби, що зводиться з резерву; З – рослинний шар ґрунту, вкладений в резерв при рекультивації; 1 – розробка рослинного шару ґрунту з поверхні виїмки каналу і в основі приканальної дамби з переміщенням в тимчасовий кавальєр; 2 – розробка рослинного шару ґрунту з поверхні резерву і переміщення його в тимчасовий кавальєр; 3 – розробка мінерального ґрунту у виїмці каналу з переміщенням в приканальну дамбу; 4 – розробка мінерального ґрунту в розрізі з переміщенням його в приканальну дамбу; 5 – рекультивація резерву

Відстань між подошвою зовнішнього укусу приканальних дамб та бровкою резерву ґрунту повинна бути 1,5-3,0 м залежно від глибини резерву.

Як правило для влаштування каналів в напівнасыпу при ширині дна більше 2,5 м використовують скрепери.

Якщо ширина дна менша 2,5 м, розробку в виїмці ведуть багатоківшевыми або одноківшевыми екскаваторами, відсипаючи ґрунт за межі майбутньої дамби. Потім з тимчасового кавальєру ґрунт пошарово вкладають в дамби каналу іншими землерийними машинами.

1.1.1.6. Виконання робіт на ділянках каналу в насыпу

Зрошувальні канали, що влаштовуються в насыпу, характеризуються відсутністю виїмки, відсипання ґрунтової подушки до рівня дна каналу і приканальних дамб здійснюється повністю із резервів (кар'єрів) (рис. 1.12).

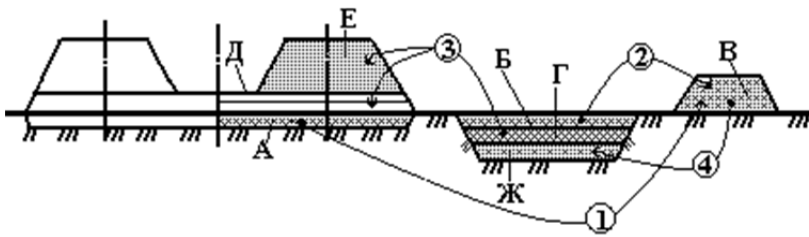


Рис. 1.12. Схема переміщення ґрунтових мас при будівництві зрошувального каналу в насипу з роздільним влаштуванням дамб:

А – рослинний шар ґрунту в основі подушки каналу; Б - рослинний шар ґрунту на поверхні резерву; В – тимчасовий кавальєр ґрунту рослинного шару; Г – резерв для зведення подушки і приканальної дамби; Д – подушка; Е – приканальна дамба; Ж – рослинний шар ґрунту, вкладений в резерв при рекультивації; 1 – розробка рослинного шару ґрунту в основі подушки з переміщенням в тимчасовий кавальєр; 2 – розробка рослинного шару ґрунту з поверхні резерву і переміщенням його в тимчасовий кавальєр; 3 – розробка мінерального ґрунту в резерві з переміщенням його в подушку і приканальну дамбу; 4 – рекультивація резерву

Канали у насипу за умовами виконання робіт поділяють на три групи:

- канали дрібної мережі з шириною дна 2,5 м, які споруджуються методом відсипання загальної подушки з резерву з наступним нарізанням русла каналу (рис. 1.13);
- канали з шириною дна більше 2,5 м, які будуються роздільним відсипанням ґрунту в підсипне дно та в бокові дамби з використанням ґрунту з бокових резервів;
- великі магістральні канали з значною шириною дна споруджуються з ґрунту, що розробляється в спеціальних кар'єрах, з використанням великовантажних скреперів чи автомобільного транспорту.



Рис. 1.13. Вирізання русла каналу у насипу роторним багатокішцевим екскаватором з пасивними укісниками



Рис. 1.14. Бульдозер – розпушувач

При будівництві каналів в насипу нескільні основи слід розпушити тракторними розпушувачами (рис. 1.14), дозвожити (або підсушувати) до оптимальної вологості, а потім ущільнювати відповідно до вимог ДБН або технічних умов.

Перед зведенням лінійних насипів необхідно здійснювати дослідне ущільнення ґрунту машинами (як правило це різні типи котків рис. 1.15, 1.16, 1.17), котрі будуть використовуватись надалі з метою уточнення товщини шару, що

ущільнюється, числа проходів котків по одному сліду і оптимальної вологості ґрунту.



Рис. 1.15. Пневмоколісний коток



Рис. 1.16. Коток ґрунтовий вібраційний комбінований

Безпосередньо через укладання першого шару зі зв'язаних ґрунтів гладка поверхня ущільненої основи повинна бути розпушена. Поверхні основи або попереднього шару, що були ущільнені кулачковими або пневмоколісними котками перед відсипанням наступного шару можна не розпушувати.



Рис. 1.1.17. Коток ґрунтовий кулачковий

Робоча поверхня насипу повинна бути поділена на рівновеликі за площею карти, на яких послідовно виконують укладання, розрівнювання, дозволоження і ущільнення ґрунту.

Розміри карт і потреба в обладнанні розраховуються виходячи з умов безперервного виконання робіт.

Для забезпечення проектної щільності ґрунту, укоси дамб, при проектуванні їх під жорстке кріплення, відсипають з уширенням 20÷40 см по нормалі до укосу. Не ущільнений ґрунт знімають і укладають в споруду в процесі її зведення.

Роботи з будівництва зрошувальних каналів слід вести за схемою «знизу у гору», проти течії.

1.1.1.7. Будівництво каналів засобами гідромеханізації

При будівництві каналів в місцевостях багатих на водні ресурси можливо використання засобів гідромеханізації.

Меліоративні канали при будівництві їх засобами гідромеханізації підрозділяються по типу земляних виїмок на вузькопрофільні, середньопрофільні і широкопрофільні (табл. 1.1).

Будівництво меліоративних каналів виконують за допомогою гідромоніторів або землесосних снарядів (земснарядів) (рис. 1.18, 1.19).

Таблиця 1.1

Класифікація виїмок за розмірами поперечного профілю

Типи виїмок	Меліоративні канали	Ширина дна каналу	Глибина каналу, м	Закладання укосів
Вузькопрофільні	Внутрішньогосподарська та міжгосподарська мережа	1...5	5...7	1...2
Середньо-профільні	Міжгосподарські канали і колектори	5...20	7...12	1,5...2
Широкопрофільні	Магістральні канали	Більше 20	Більше 12	1,5...2



Рис. 1.18. Земснаряд

В плановому розташуванні при будівництві каналів земснарядами, зазвичай, застосовують дві схеми розробки ґрунту: повздовжніми траншеями і поперечними стрічками.

При будівництві каналів повздовжніми траншеями спочатку відривається піонерний котлован, в який повинна надходити вода в достатній для роботи земснаряда кількості. Потім у котлован встановлюють земснаряд і, переміщуючи його уздовж каналу, здійснюють виїмку ґрунту.



Рис. 1.19. Земснаряд у роботі

При такій схемі можлива комбінована розробка ґрунту земснарядами і екскаваторами, що прокладають перед ним уздовж укосів каналу дві паралельні піонерні траншеї та відсипають вийнятий ґрунт у зовнішнє обвалування (рис. 1.20).

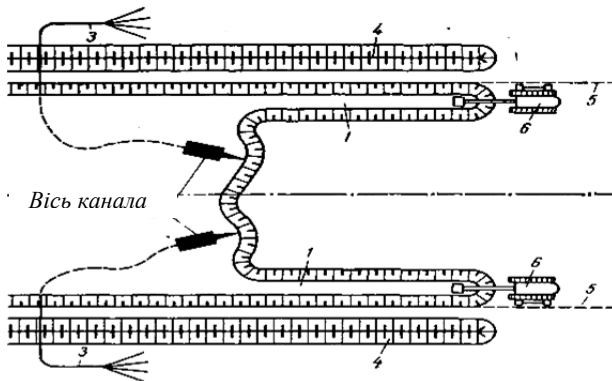


Рис. 1.20. Схема комбінованої розробки каналу земснарядами та екскаваторами:

- 1 – піонерна траншея; 2 – земснаряд; 3 – розподільчий пульпопровід;
- 4 – первинне обвалування; 5 – межа каналу, що розроблюється;
- 6 – екскаватор

Перевагою цієї схеми є те, що при розробці піонерних траншей екскаватори відразу формують проектні укоси каналу і

створюють зовнішнє обвалування, яке не дозволяє пульпі стікати з відвалів назад у канал.

При будівництві каналів поперечними стрічками земснаряд у процесі розробки ґрунту переміщається поперек поздовжньої осі каналу.

У висотному положенні при розробці глибоких каналів можлива поярусна виїмка ґрунту (рис. 1.21).

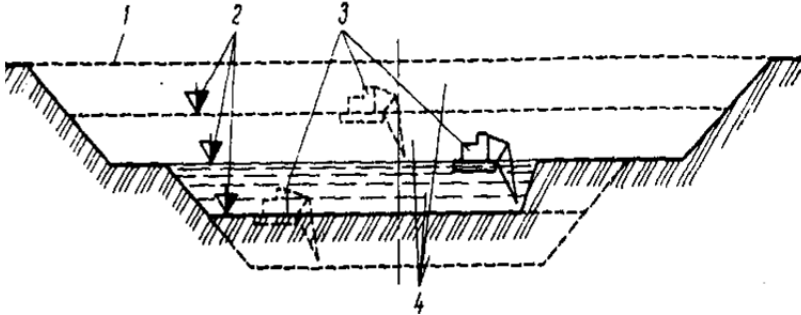


Рис. 1.21. Схема пошарової розробки каналу:

- 1 – поверхня землі; 2 – послідовні робочі рівні води в каналі;
3 – земснаряд в роботі на різних рівнях; 4 – шари розробки

В оптимальному випадку глибина розробки ґрунту земснарядом повинна трохи перевищувати глибину, що задається проектом будівництва. Глибина розробки ґрунту земснарядом впливає на відстань транспортування пульпи і таким чином на економічну ефективність процесу в цілому.

При розробці каналів великої довжини виконання робіт ускладнюється за рахунок частого перекидання якорів, підключеннями плавучого пульпопроводу до берегового і перемонтажем останнього. У зв'язку з цим більш ефективною є схема виконання робіт земснарядом з підвісним напірним пульпопроводом, де відпадає необхідність у береговому пульпопроводі.

1.1.1.8. Влаштування протифільтраційного покриття на зрошувальних каналах

Втрати води на фільтрацію з каналів в земляному руслі досягають 40...80%. Тому основними технічними вимогами, що висуваються до мережі зрошувальних каналів є підвищення коефіцієнту їх корисної дії.

Для боротьби з фільтраційними втратами води на відкритих зрошувальних мережах застосовують різноманітні типи захисних покриттів, на долю яких припадає значний обсяг капітальних вкладень при будівництві каналів.

В практиці водогосподарського будівництва існують такі основні види протифільтраційного захисту: облицювання периметру каналу монолітним бетоном, збірним залізобетоном, асфальтобетоном; влаштування екрана з полімерної плівки, захищеної монолітним чи збірним бетоном або шаром ущільненого ґрунту; протифільтраційне покриття із геомембрани; влаштування завіси з плівкових або в'язучих матеріалів.

1.1.1.8.1. Технологія влаштування монолітних бетонних облицювань

Монолітні бетонні облицювання застосовують для каналів всіх розмірів поперечного перетину.

Товщину таких облицювань для каналів з витратою води менше $50\text{ м}^3/\text{с}$ призначають залежно від глибини води в каналі:

$h_{\text{води}}$	$t_{\text{бет.мол.обл.}}$
до 1 м	8-10 см
1-2 м	10-12 см
> 2 м	12-15 см

Закладання укосів в каналах з монолітними бетонними (залізобетонними) облицюваннями повинно бути не менше 1:1,5.

Поздовжні та поперечні температурні шви в монолітних бетонних покриттях слід влаштовувати через 3...4 м. Будівельні шви, що утворюються між раніше вкладеним та новим бетоном покриття внаслідок перерви в роботі або за технологічними причинами, необхідно суміщати з температурними (рис. 1.22).

Поздовжні температурні шви рекомендується (якщо дозволяє довжина укосу) влаштовувати по лінії сполучення дна та укосу.

Характер виконання робіт при механізованому укладанні бетону визначається параметрами поперечного перетину каналу.

В практиці водогосподарського будівництва зазвичай використовують: комплекти машин, що призначенні для влаштування покриття по всьому поперечному перетину каналу (повнопрофільні); комплекти машин, які за один прохід влаштовують бетонне покриття на укосі та половині дна каналу (напівпрофільні).



Рис. 1.22. Конструкції кріплення каналу монолітним бетоном

До складу комплексу засобів механізації для облицювання каналів входять основні машини (екскаватори-профільовальники, бетонновкладальники, машини для нарізання та заливання швів, догляду за бетоном) і спеціальні та допоміжні машини(установки для готування бетонної суміші, автобетонозмішувачі, перевантажувачі бетонної суміші, машини для улаштування шляхів, якими пересуваються машини, що входять в комплект).

Екскаватори профільовальники призначені для кінцевого зачищення та планування дна та укосів каналу перед облицюванням (в напівпрофільних комплектах машин рис. 1.23), в повнопрофільних – екскаватор каналокочач відразу за собою залишає готове підґрунтя у випадках, коли русло каналу розроблюється одноківшевим екскаватором або під час реконструкції існуючого каналу використовують повнопрофільний профілювальник (рис. 1.24).



Рис. 1.23. Напівпрофільний екскаватор-планувальник

Висока якість планувальних робіт забезпечує дотримання проектних розмірів покриття і його якість.



Рис. 1.24. Повнопрофільний екскаватор-планувальник

Бетоноукладачі – ведучі машини комплектів, які приймають бетонну суміш, розподіляють її на поверхні каналу, ущільнюють та загладжують поверхню покриття. За необхідністю ці машини можна використовувати для зволоження ґрунту в каналі безпосередньо перед вкладанням бетонної суміші. Бетоноукладачі мають гусеничне, пневмоколісне або рейкове ходове обладнання (рис. 1.25, 1.26, 1.27).



Рис. 1.25. Повнопрофільний бетоноукладач



Рис. 1.1.26. Повнопрофільний самохідний бетоноукладач

Нарізувачі швів призначені для нарізування температурних швів у свіжовкладеному бетоні. Вони можуть обладнуватися пристроями для закладання в шви стрічки “констоп” та нанесення на поверхню облицювання плівкоутворюючих матеріалів, які створюють нормальні умови для тужавіння бетону.



Рис. 1.27. Напівпрофільний бетоноукладальний комплекс для облицювання магістральних каналів

Установки для готування бетонної суміші використовують для виготовлення товарного бетону, що необхідний для завантаження бетоноукладальників, які формують протифільтраційне покриття каналів. Як правило, для цих цілей використовують інвентарні швидко - розбірні (рис. 1.28) та мобільні (рис. 1.29) вузли виготовлення бетонної суміші.



Рис. 1.28. Інвентарний швидкокорозбірний бетонний вузол

Вони встановлюються вздовж траси каналу на відстані економічно вигідного радіусу дії автобетонозмішувачів.



Рис. 1.29. Мобільна бетонозмішувальна установка

Автобетонозмішувачі (міксери) використовуються для транспортування бетонної суміші до місця її укладання.

Автобетонозмішувач може транспортувати як готову суміш так і готувати бетону суміш із сухих компонентів безпосередньо на шляху слідування до будівельного майданчика (рис. 1.1.30).



Рис. 1.30. Автобетонозмішувач

Для спорудження високоякісного монолітного облицювання каналів бетонна суміш повинна задовольняти наступним вимогам:

- найбільший розмір фракцій заповнювачів повинен бути не більше 40 мм, та не може перевищувати 1/3 товщини облицювання;

- частка піску в заповнювачах повинна складати 30 – 40 %;

- рухливість бетонної суміші повинна знаходитися в межах 2 -5 см осідання стандартного конуса.

Досвід застосування бетонних покриттів на каналах зрошувальної мережі показує, що завдяки їх наявності покращуються умови експлуатації споруд, знижується шорсткість, що сприяє збільшенню пропускної спроможності, але вони не достатньо ефективні проти втрат води на фільтрацію, особливо при влаштуванні їх на ґрунтах з високим коефіцієнтом фільтрації. Це пояснюється тим, що сам бетон, за рахунок своєї шпаристої структури, пропускає через свою товщу частку води. Також деяка кількість води втрачається через температурні та будівельні шви, як наслідок їх не досконалої конструкції, технологічного браку під час їх влаштування або втрати початкових гідроізоляційних властивостей з плином часу.

1.1.1.8.2. Збірні залізобетонні покриття

У 70-80 роки ХХ сторіччя при будівництві каналів зрошувальної мережі на теренах колишнього СРСР, і зокрема в Україні, широко застосовувалися покриття зі збірних залізобетонних плит.

Використання збірних залізобетонних плит облицювання давало можливість підвищити темпи будівництва, максимально індустріалізувати та механізувати будівельний процес, компенсувати відсутність відповідних комплексів для створення високоякісного монолітного облицювання, вирішити проблему сезонності при будівництві каналів.

Однак такі покриття мали також достатньо недоліків, в першу чергу це велика кількість швів між плитами, що знижує з часом водонепроникність облицювання.

Для влаштування збірних залізобетонних облицювань використовувалися, залежно від розмірів каналів і глибини води в них, плити різноманітних розмірів і конфігурацій. Довжина плит коливалася від 1500 до 6000 мм, ширина від 500 до 3500 мм, товщина від 60 до 150 мм.

В результаті робіт з уніфікації будівельних конструкцій, що застосовувалися у водогосподарському будівництві, найбільш розповсюдженими у використанні стали плити типу НПК.

Марка плити	Розміри плити,мм
НПК 60-20	6000×2000×60
НПК 60-15	6000×1500×60
НПК 60-10	6000×1000×60

Ця номенклатура плит збереглася і до теперішнього часу.

Стійкість покриттів зі збірних залізобетонних плит НПК забезпечується при розташуванні їх на укосі, довгою стороною перпендикулярно до осі каналу. У тих випадках коли довжина укосу каналу менше 6 м, застосовують розкладку плит довгою стороною паралельно осі каналу (рис. 1.31). Це викликано вимогам типізації та уніфікації залізобетонних виробів, що застосовуються.

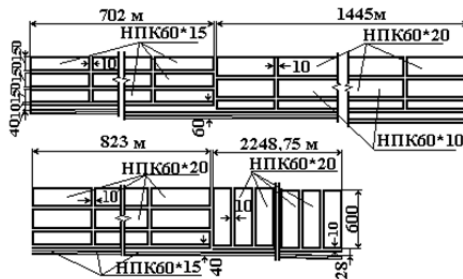


Рис. 1.31. Розкладка збірних залізобетонних плит на укосах каналу

Треба відмітити, що стійкість покриття каналів при цьому знижується.

Плити НПК застосовуються для будівництва каналів з глибиною води до 3м. Ухил укосу в каналах зі збірними залізобетонними покриттями повинен бути не менше 1:1.

Для транспортування плит використовують панелевози (рис. 1.32) або автомобілі з бортовими напівпричепами достатньої довжини для перевезення плит в горизонтальному положенні.



Рис. 1.1.32. Тягач з напівпричіпом-панелевозом

При цьому потрібно дотримуватись правил транспортування залізобетонних виробів (підкладки, прокладки, кріплення).

Для монтажу залізобетонних плит при улаштуванні облицювань каналів використовують мобільні, (як правило гусеничні) крани (рис. 1.33) або спеціальні укладачі плит.



Рис.1.33. Монтаж облицовання з залізобетонних плит гусеничним стріловим краном

При монтажу кранами застосовують спеціальне монтажне обладнання у вигляді строп різної довжини або траверс, які забезпечують необхідне положення плит при укладанні, паралельно площині на яку вкладається (рис. 1.34).



Рис. 1.34. Вкладання залізобетонних плит тракторним краном на укосу каналу з допомогою чотирьох гілкового стропу

При укладанні залізобетонних плит необхідно суворо дотримуватися проектної ширини зазорів між плитами для наступного формування шва між ними. Для цього використовують бетонні або дерев'яні обмежувачі у формі паралелепіпеда(рис. 1.35).

У місці сполучення берми і плити облицювання укосу необхідно обов'язково влаштовувати монолітний або збірний, так званий, “запличик” (рис. 1.36).

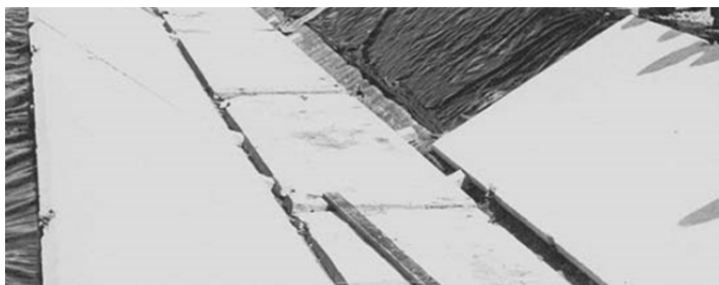


Рис.1.35. Формування шва між плитами з допомогою обмежувача

Ширина запличика залежно від розмірів каналу коливається від 30 до 50 см, товщина – 10 см.

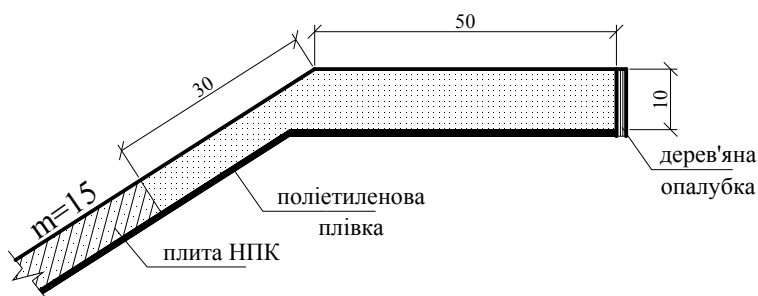


Рис. 1.36. Конструкція запличика на бермі каналу

У випадку відсутності запличиків берма може руйнуватися рослинністю і поверхневими водами, причому останні можуть накопичуватися під облицюванням і замерзаючи у зимку видавлюють плити, порушуючи тим самим цілісність покриття (рис. 1.37).



Рис. 1.37. Руйнування облицювання з залізобетонних плит при відсутності запличиків

1.1.1.8.3. Влаштування деформаційних швів

Ефективність монолітних та збірних бетонних та залізобетонних облицювань залежить в значній мірі від конструкції та якості влаштування деформаційних швів. Дослідами встановлено що 65% і більше втрат води на фільтрацію викликано незадовільною якістю виконання швів.

Конструкція шва повинна забезпечувати повну його водонепроникність та задану довговічність з урахуванням навантажень та впливів на покриття каналів, виконувати його бажано з недорогих матеріалів.

Крім того конструкція повинна бути технологічною, щоб забезпечувалась можливість виконання шва механізованим способом.

Для влаштування швів застосовують:

- герметики у вигляді профільних еластичних смуг з гуми, полівінілхлориду, неоперену та інших синтетичних матеріалів;
- поверхневі шпонки з герметиків еластомерів(каучукові композиції, що самовулканізуються);

- смуги з еластичних плівок склоеластиків;
- шпонки з заповненням порожнини шва пружно-пластичними герметиками (гумобітумні та бітумнополімерні);
- профільований поліетилен, заанкерований в бетон (рис. 1.38).

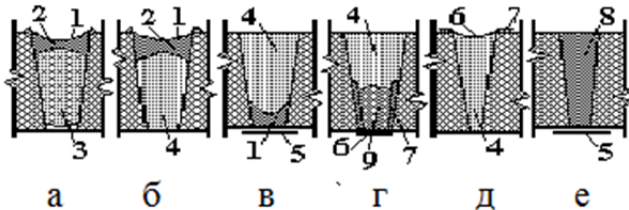


Рис. 1.1.38. Конструкція деформаційних швів, виконаних з використанням полімерних матеріалів:

а – шов на пороізловій прокладці; б – на цементному розчині; в – з захисним покриттям з цементного розчину; г, д – облицювальний з армогерметика або тіоколової стрічки; е – заливний із застосуванням бітумнополімерної мастики;

1 – полімерна мастика; 2 – протиадгезійний шар; 3 – прокладка пороізолу (герніту); 4 – цементний розчин; 5 – прокладка з рулонного матеріалу; 6 – еластична смужка з герметіку; 7 – клей з герметіку; 8 – бітумнополімерна мастика; 9 – м’який заповнювач

Найбільш довговічні силіконові та бутилкаучукові мастики, що самовулканізуються, їх термін служби – 25 років, тіоколові мастики – 20 років.

Армогерметики наклеюють на паз між конструкціями з провісом-компенсатором. Ширина армогерметика з урахуванням цього повинна бути 10см +1,2В (В – ширина шва).

Достатньо надійними є шви в монолітному бетоні з використанням в якості герметизуючого елемента профільованого поліетилену.

Профільований поліетилен являє собою листовий матеріал товщиною 0,8 мм з анкерними ребрами висотою 8 мм, що розташовані на ширині листа 40 мм. Наявність анкерних ребер занурених в монолітну бетонну конструкцію на ширину листа 200 мм забезпечує надійний протифільтраційний ефект.

Нажаль, в практиці водогосподарського будівництва, під час його найбільшого розвитку застосовувалися в основному гумобітумні та бітумнополімерні мастики, як такі, що мали найменшу вартість і найпростіші у виготовленні. Теоретичний термін служби таких мастик 10 років, а практично шви виконані з них рідко зберігали свої властивості більше ніж 5-6 років. Тому величезна кількість каналів, побудованих у ті часи і які експлуатуються до цього часу потребують негайного ремонту і реконструкції.

Поліізолбутилові, тіололові та силіконові мастики нагнітаються в стики з допомогою пневматичних ручних машинок для заливання швів (рис.1.40).



Рис. 1.40. Ручна машинка для заливання швів

Мастики на основі бітуму готують в бітумоварочних котлах місткістю 0,5-1,0 м³ з кришками.

Заповнення швів гарячими мастиками може виконуватись машинами для заливання швів (рис. 1.41).



Рис. 1.41. Причіпне обладнання для заливання швів

Для захисту свіжовкладеної мастики від дощу шов закривають пергаментом, толем або поліетиленовою плівкою. Захисні смуги з рулонного матеріалу знімають після вулканізації мастики, але не раніше ніж через 6 годин після заповнення швів.

Заливання швів цементним розчином здійснюється з допомогою розчинних наносів, які обладнанні спеціальними насадками, в які подається стиснене повітря від компресора, розчин переміщується по шлангу і вилітає з нього з швидкістю 0,5-6 м/с, цим досягається зневоднення та ущільнення суміші.

Широке застосування знайшов спосіб влаштування деформаційних швів шляхом закладання герметизуючих профілів в "сирий" бетон одночасно з влаштуванням монолітного облицювання.

При цьому використовують прокладку з полівінілхлориду "констоп", яка має хрестоподібну форму з замкненою порожниною (деформатора) на перетині вертикальних елементів (відкрилків) із стовщеннями кінців відкрилків.

Вертикальні елементи сприймають горизонтальні деформації бетону. Горизонтальні елементи з'єднують бетонні плити та запобігають фільтрації води через шов (рис. 1.42).

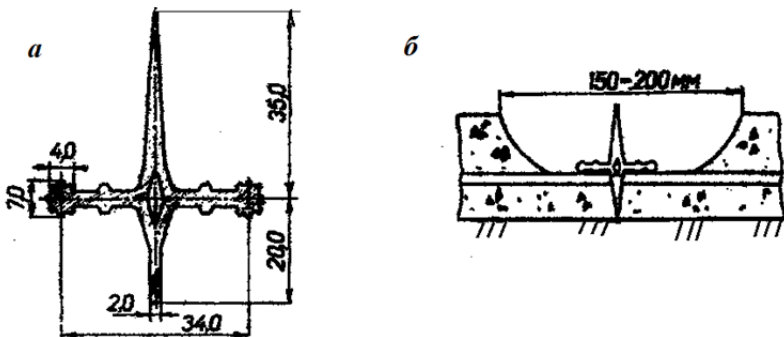


Рис. 1.42. Полівінілхлоридна стрічка типу "констоп":
а – поперечний перетин; б – вузол перетину двох стрічок

При герметизації заглиблених об'єктів існує проблема пористих матеріалів, яка полягає в тому, що який би не був "гарний" і дорогий герметик, яка б не була відмінна адгезія – ніхто не може гарантувати, що перебуваючи в постійному контакті з водою, герметик з часом не відшарується. Пов'язано це з виходом води до адгезійного шару через капіляри бетону, а так само полярним витискуванням молекулами води герметика із зони контакту. При цьому ймовірність такого відшарування підвищується зі збільшенням пористості контактуючих матеріалів. Вода через пористий бетон проникає до межі контакту з герметиком.

У результаті на межі контакту істотно знижується адгезія і в умовах, коли герметик перебуває в напруженому стані, за рахунок розтягуючих зусиль, можливе відшарування. Таким чином, для надійної тривалої роботи шва необхідно такий матеріал, який, крім гарної адгезії з бетоном, створював би постійний тиск на стінки шва, не даючи воді проникнути за межі контакту бетон – герметик.

Вченими декількох країн був розроблений новітній гідроізоляційний матеріал – бентонітовий шнур (рис. 1.43), що являє собою джгут на основі натрієвого бентоніту (75%) та бутилового каучуку (25%).

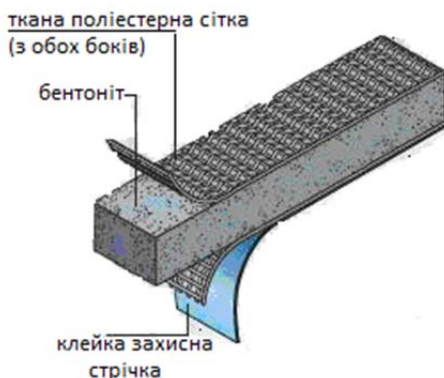


Рис. 1.43. Бентонітовий шнур

Бентонітові шнури призначені для герметизації горизонтальних, похилих та вертикальних швів.

Властивості бентонітового шнура ґрунтуються на здатності бентонітової глини збільшувати свій об'єм при взаємодії з водою через наявність гідрофільних груп в її молекулярній структурі. Входячи в контакт з водою або водяними розчинами інших речовин, бентонітовий шнур набухає, поступово збільшуючи свій об'єм до 200%.

Таким чином, він відрізняється винятковою еластичністю, ущільнює найдрібніші тріщини і нерівності в конструкції перетворюючись на надійний механічний бар'єр, що захищає від проникнення води і при високому гідростатичному тиску. Коли бентонітовий шнур взаємодіє з водою, він поступово збільшує свій об'єм, створюючи значне навантаження на бетон. Шнур встановлюється по центру бетонного перетину, а з обох сторін потрібно забезпечити 80 мм бетонної поверхні, інакше є небезпека для утворення тріщин або часткового руйнування бетону при його розбуханні.

За допомогою бентонітового шнура можна отримати:

- активний захист, в результаті збільшення свого об'єму на 200% від початкового об'єму;
- поступове набухання і попередження від виникнення небезпечної напруги в конструкції;
- гарантоване збереження властивостей шва після необмежених циклів заморожування-відтавання;
- гарну хімічну стійкість;
- легкий монтаж;
- роботу в широкому температурному інтервалі: температура від -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- економічну ефективність у порівнянні з традиційними водоутримуючими матеріалами;
- можливість улаштування на сирій основі;
- застосування до нових та існуючих конструкцій.

Як відомо у зоні будівництва зрошуваних систем переважають набухаючі ґрунти і, відповідно, на облицювання каналів і шви на них діють додаткові навантаження сейсмічного характеру. В таких випадках для гідроізоляції пропонується

новий метод влаштування гідроізоляції деформаційних і температурних швів із застосуванням гідроактивних (таких, що набухають) компенсаторів “Графпласт К” на основі гідроактивних поліуретанів і модифікованих графітів (рис. 1.44).

На відміну від багатьох існуючих ущільнень, гідроізоляція та герметизація компенсаторами, що набухають, забезпечується двома силами, що доповнюють одна одну: адгезія клею до бетону і тиск на стінки шва. Суспензія з "Графпласт К", що виконує роль з'єднання (клею), міцно “зварює” виріб з бетоном.



Рис. 1.44. Гідроактивні компенсатори до і після контакту з водою

При розбіжності стиків шва (до 500%) виріб розтягується не втрачаючи герметичності та контакту з поверхнями, що герметизуються. При звуженні шва відбувається процес стиснення компенсатора.

Компенсатори, у свою чергу, при контакті з водою набухають (до 360 %), надійно ущільнюють шов, не даючи можливості проникнути воді. Процес набухання і висихання багатократний.

Унікальною особливістю виробів, що набухають є те, що захистом від води є сама вода, що проникаючи в матеріал компенсатора капсулюється, збільшуючи його об'єм і “замикає” деформаційний шов. Роботи з герметизації проводяться при сухому і мокрому бетоні (рис. 1.45).



Рис. 1.45. Герметизація шва на каналі гідроактивним компенсатором

Важливою умовою при роботі з компенсаторами є те, що чим щільніше компенсатор буде запресований у шов і обмежений стопором, тим ефективніше буде використано його розширення і тиск в сторони (на стінки шва) і тим надійніше буде гідроізоляція.

Переваги компенсаторів і профілів Графпласт К:

1. Вони не гниють, не висихають і не карбонізуються;
2. Механічна міцність в 30 разів вище, ніж у ін'єкційного матеріалу;
3. Можливість герметизації при постійному надходженні води (активні та аварійні протікання);
4. Технологічність, простота і легкість виконання приклеювання або запресовування, не вимагають дорогого устаткування;
5. Збільшуються в об'ємі в два рази за 24 години, в 3,5 рази за 3-4 доби;
6. Маса компенсатора складається з закритих пор. Він вже пройшов період усадки і працює тільки на набухання, він водонепроникний;
7. Різноманіття форм і конфігурацій (на замовлення), дає можливість встановлювати їх у будь-які стики, примикання і сполучення в конструкціях;
8. Висока механічна міцність поліуретанових виробів дозволяє витримувати різні навантаження, що виникають в процесі роботи;

9. Компенсатори, профілі зберігають пружність, еластичність і міцність в період розширення;

10. Легко і міцно склеюються з бетоном і між собою на перетинах однорідною, за складом, суспензією з Графпласт К. У цьому випадку адгезія 0,6-1,0 МПа є додатковим гарантом ущільнення;

11. Температурний діапазон роботи від -60°C до $+110^{\circ}\text{C}$;

12. Багатократність циклів набухання-висихання без зміни властивостей;

13. Комбінований механізм герметизації ґрунтується на тиску компенсатора на стінки шва і достатньої адгезію до бетону (клею).

1.1.1.8.4. Асфальтобетонні покриття

Асфальтобетонні покриття доцільно застосовувати: для влаштування протифільтраційного облицювання з високим ступенем водонепроникності, при значних деформаціях основи, якщо висуваються підвищені вимоги до корозійної стійкості облицювань.

Досвід використання асфальтобетону в практиці гідротехнічного будівництва доводить його найбільшу ефективність при ремонті різних типів захисних покриттів каналів.

Найбільш широко застосовується пісковий або дрібнозернистий асфальтополімербетон, який виготовляється на бітумнополімерних в'язучих (бітум з додаванням етилен-пропіленового каучуку або латексу).

Конструкцією асфальтобетонних облицювань є:

- монолітне асфальтобетонне облицювання, що являє собою безшовне покриття, верхній шар якого виконаний з щільного гідротехнічного асфальтобетону;

- збірне асфальтобетонне облицювання виготовлене у вигляді довгомірних плит або гнучких матраців.

Асфальтобетонні облицювання виконують одношаровим або багатшаровим залежно від конструктивної необхідності.

Для влаштування монолітних асфальтобетонних облицювань використовують машини аналогічні машинам для вкладання монолітного бетону, але з відповідними конструктивними змінами, які враховують технологію вкладання асфальтобетону.

Перед вкладанням монолітного асфальтобетону влаштовують жорстку підготовку з щебеню.

Збірні асфальтобетонні покриття не потребують влаштування підготовки.

В двошарових збірних облицюваннях стики елементів нижнього шару повинні перекриватися елементами верхнього шару. Герметизацію швів між збірними елементами здійснюють або гарячою полімерно-бітумною мастикою (при ширині шва 60 мм) або гарячою асфальтополімербетонною сумішшю (ширина шва 60-100 мм).

1.1.1.8.5. Плівково-бетонні облицювання

Як вже було сказано вище, бетонні та залізобетонні покриття не дають 100% гарантії від втрат води з каналів на фільтрацію.

Застосування полімерних пліткових матеріалів дозволяє створювати комбіновані покриття з плітковим екраном захищеним монолітним бетоном (рис. 1.46), збірними залізобетонними плитами (рис. 1.47) або шаром ґрунту.



Рис. 1.46. Влаштування монолітного бетонопліткового покриття

Подібна двошарова конструкція суттєво підвищує протифільтраційні властивості таких облицювань.



Рис. 1.47. Плівковий екран захищений залізобетонними плитами

Для виготовлення плівкових екранів при масовому будівництві зрошувальних каналів найбільш широко використовувалася поліетиленова плівка марки „С”.

Товщина плівки 0,2 мм, постачається у рулонах, ширина рулона – 2500 мм, колір плівки – чорний. Поліетиленова плівка має негативну властивість під дією сонячного світла деполімеризуватися (так званий процес «старіння»), і тому її необхідно стабілізувати, уповільнити цей процес.

В якості стабілізатора в процесі виготовлення плівки додається до поліетилену 2% технічної сажі.

Плівковий екран не рекомендується укласти на пересушений або перезволожений ґрунт. Тому його треба влаштувати зразу після готування основи.

В зимовий час під плівкою обов’язково влаштовується піщана підготовка.

Для зменшення обсягів робіт зі зварювання поліетиленових плівок в умовах будівельного майданчику, полотнища плівки потрібно укрупнювати в підготовчому цеху на базі будівельної організації на станках для зварювання поліетиленової плівки (рис. 1.48).



Рис.1.48. Станок для зварювання пластикових плівок

Міцність шва звареного в стаціонарних умовах не повинна бути менше 80% міцності основного матеріалу.

Для зварювання поліетиленової плівки у польових умовах застосовують спеціальні зварювальні пристрої, що використовують різні принципи дії:

- зварювання гарячим повітрям (рис. 1.1.49), пристрій може подавати струмінь гарячого повітря розігрітого від 20° С до 630° С;



Рис. 1.49. Пристрій для зварювання плівок гарячим повітрям

- екструзійне зварювання (рис. 1.50)



Рис. 1.50. Пристрій для екструзійного зварювання плівок

- з'єднання плівок з допомогою електрозварювальних пристроїв(рис. 1.51).



Рис. 1.51. Пристрій для електрозварювання плівок

Робоча довжина полотнища повинна мати 5-6 % запасу, розрахованого на вільне (без натягу) укладання та з'єднання полотнищ між собою.

Загальний розмір полотнищ при ручному розкладанні обмежують 100 кг за масою.

Якщо екран складається з одного полотнища його завозять та розкладають вздовж осі каналу звернутим по ширині, а потім розвертають.

Якщо екран складається з трьох і більше полотнищ, то спочатку вкладають робочі полотнища на укосах, а потім на дні.

Під час влаштування екрану та захисного покриття ходити по робочих полотнищах дозволяється тільки в м'якому спецвзутті.

Ліквідація пошкоджень плівки та дефектів зварювання здійснюється шляхом наклеювання латок з поліетиленової клейкої плівки.

Щоб запобігти підняттю полотнища вітром їх тимчасово потрібно придавити інвентарними мішечками з піском вагою 7-10 кг з інтервалом 5-6 м.

Досвід водогосподарського будівництва дає можливість визнати, що використання плівки дає наступний ефект: монолітний бетонноплівковий екран зменшує фільтрацію в 9-10 разів; плівковий екран захищений збірними залізобетонними плитами – зменшення фільтрації в 24-25 разів.

Але плівки товщиною 0,2 мм мають невеликий опір динамічним навантаженням, особливо під час влаштування на них облицювання з бетону, тому їх приходиться укладати кількома шарами або з захисним екраном з рулонних матеріалів (рис. 1.52)



Рис. 1.52. Плівка покрита захисним екраном з пергаменту

Більший ефект досягається при застосуванні поліетиленової або бутилкаучукової плівки товщиною 0,4; 0,6; 0,8мм.

1.1.1.8.6.Геомембрани

Геомембрани – це сучасний гідроізоляційний матеріал, на основі полімерного полотна, призначений для зменшення або запобігання фільтрації води або рідини через його структуру.

Вихідним матеріалом для виробництва геомембрани є поліетилен високої та низької щільності з додаванням сажі, антиокислювачів і стабілізаторів високої температури.

Геомембрани випускається і поставляється в рулонах шириною від 2 до 12 метрів. Товщина геомембрани складає, залежно від вимог конкретного проекту, від 0,65 до 6 мм.

Залежно від складу сировини розрізняють полімерні геосинтетичні мембрани, глиняно-геосинтетичні мембрани і бітумно-геосинтетичні мембрани. За призначенням геомембрани підрозділяють на гладкі, текстуровані і профільовані. Геомембрани не схильні до гниття, впливу кислот, лугів, ультрафіолетового опромінювання. Термін служби геомембран не менше 80 років. Для захисту геомембран від механічних пошкоджень використовується геотекстиль високої щільності.

Бентонітові геомембрани виготовлюють з натурального натрієвого бентоніту і високоміцного поліпропіленового геотекстилю. Несучий і покриваючий матеріали скріплені між собою голкопробивним методом з наступною термічною обробкою нижньої сторони матеріалу. Верхній, покриваючий геотекстиль у бентонітових геомембран наповнений бентонітовим порошком, що забезпечує проникнення часток бентоніту в шпарини бетону і збільшує адгезію до бетону.

Бентоніт – природний глинистий мінерал, що має властивість розбухати при гідратації (в 14-16 разів). При обмеженні простору для вільного розбухання в присутності води утворюється щільний гель, який перешкоджає подальшому проникненню вологи. Ця властивість, а також нетоксичність і хімічна стійкість робить його незамінним у влаштуванні гідроізоляційних покриттів каналів, штучних резервуарів води та відстійників (рис. 1.53).



Рис. 1.53. Влаштування гідроізоляційного покриття з бентонітової геомембрани

Покриття з геомембран настільки міцні і стійкі проти механічних пошкоджень, що на каналах де не передбачається очищення дна від мулу бульдозерами, їх можна використовувати як самостійний вид облицювань (рис. 1.54).



Рис. 1.54. Влаштування облицювання каналу з поліетиленової геомембрани

За необхідністю геомембрани захищають одним з видів бетонного або залізобетонного покриття (рис. 1.1.55).



Рис. 1.1.55. Захист мембранного покриття універсальними гнучкими бетонними матами

Технологія укладання геомембран на дно та укоси каналів подібна улаштуванню плівкових екранів.

1.1.1.9. Будівництво каналів-лотків

Канали з залізобетонних лотків дозволяють знизити витрати води, підвищити ККД і КЗВ зрошувальних систем. Будівництво лоткової мережі зменшує об'єми земляних робіт в порівнянні з відкритими каналами, сприяє впровадженню індустриальних методів монтажу, але потребує високої технологічної культури виконання робіт.

Канали-лотки можуть зводитися на стійках (стаканного типу), палях або опорних плитках, що вкладаються на ґрунт (рис. 1.56).

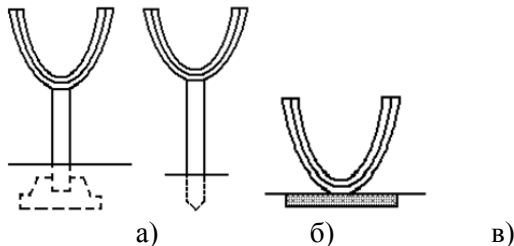


Рис. 1.56. Схеми зведення лоткових каналів:
а – на стійках (стаканного типу); б – на палях; в – на опорних плитках, що вкладаються в ґрунт

Для будівництва лоткових каналів застосовують збірні залізобетонні лотки параболічного перетину.

Основні розміри лотків наведені в таблиці 1.1.2, а загальний вигляд на рис. 1.57.

Таблиця 1.2

Основні розміри залізобетонних лотків параболічного перетину для улаштування збірних розподільчих каналів з витратою води до $5 \text{ м}^3/\text{с}$

Марка лотка	H/H_2 , мм	H_2/H_3 , мм	b/b_n , мм	b_p/b_{pn} , мм	S , мм
ЛР-4(ЛРН-4)	400/450	465/540	800/908	940/1058	50
ЛР-6(ЛРН-6)	600/650	665/755	980/1084	1114/1228	50
ЛР-8(ЛРН-8)	800/860	875/965	1132/1240	1270/1396	60
ЛР-10(ЛРН-10)	1000/1075	1090/1210	1674/1804	1834/1994	75

Примітки: 1. ЛР – лоток розтрубний; ЛРН – лоток розтрубний попереднього напруження; 2. Довжина лотків ЛР-5980 мм, лотків ЛРН-7980 мм; 3. Умовні позначення див. рис. 1.57.

Водопроникність з'єднань досягається шляхом укладання в розтруб лотка пороіолового джгута, мінеіолових прокладок або бентонітового шнура.

При цьому застосовують обмежувачі, що заважають повному зім'яттю протифільтраційного елемента.

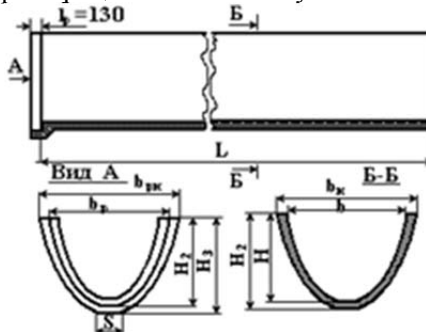


Рис. 1.57. Параболічний лоток

До початку будівництва каналів-лотків повинен бути виконаний весь комплекс підготовчих робіт. Лотки, розміщують вздовж траси на дерев'яних підкладках. Стійки, фундаментні блоки, палі, опорні плити вкладають без підкладок.

При будівництві лотків на опорних стійках (рис. 1.58), котлован розробляється екскаватором зворотна лопата місткістю ковша $0,15 \text{ м}^3$. На дні котловану влаштовується підготовка з піщано-щебеневої суміші товщиною 5-7 см.



Рис. 1.58. Лотковий канал на опорних стійках

Коли котлован готовий, за допомогою крану в нього опускається фундаментний блок і після перевірки встановлюється остаточно, з наступною зворотною засипкою. Потім у фундаментні блоки встановлюються опори. Після вивірювання положення опор-стійок їх омонолічують жорсткою бетонною сумішшю, приготовленою із дрібного щебеню, піску та цементу, що швидко тужавіє.

На попередньо зволожену опорну частину стійки підливають цементний розчин і ретельно вирівнюють. На опору встановлюють розтруб лотка, укладаючи гладкий кінець лотка в розтруб раніше встановленого лотка на гідроізоляційну прокладку.

Допустимі відхилення від проекту при монтажі опор не повинні перевищувати наступних величин: відстань між опорами $\pm 5 \text{ мм}$; відмітка верха стійки $\pm 10 \text{ мм}$, різниця відміток відміток дна двох суміжних лотків при дотриманні загального

проектного ухилу дна каналу ± 10 мм, вертикальних опор ± 5 мм.

При будівництві каналів-лотків на паливових опорах ведучим будівельним процесом є занурення палів. Відхилення їх положення в плані не повинно перевищувати ± 25 см. Відстань між осями палів витримують в межах ± 5 см.

По висоті палі занурюють з точністю $0,5 \div 1,5$ см, не допускаючи їх не добиття. Якщо верхня площина палів знаходиться нижче проектного положення, то в межах припустимих відхилень її підвищують шляхом нанесення цементного розчину.

При улаштуванні каналів лотків на опорних плитах (рис. 1.59), укладених в ґрунт, автогрейдером розробляють траншею глибиною, яка задана проектом.



Рис. 1.59. Лотковий канал на опорних плитах

Товщина шару ґрунту, що зрізується за один прохід не повинна перевищувати 0,2 м. Точність розробки траншеї у порівнянні з проектними відмітками дна повинна бути в межах ± 5 см. Вручну доробляється основа під кожен опорну плиту і влаштовується підготовка зі щебеню. Потім одним краном встановлюють опорні плити, а другим - монтуєть лотки.

Лотки транспортують до місця монтажу спеціальними автомобілями-лотковозами.

Після монтажу лотків проводяться гідравлічні випробування каналу на (рис. 1.60).



Рис. 1.60. Гідравлічні випробування лоткового каналу на опорних плитах

Монтаж лотків ведеться з допомогою спеціальних поворотних траверс (рис. 1.61).

Відхилення відстаней між осями опор від заданих проектом не повинні перевищувати ± 5 см, а відмітки верха опорних плит ± 10 мм.



Рис. 1.61. Монтаж лотків з допомогою спеціальної поворотної траверси

Питання для самоконтролю

1. Як класифікуються перетини каналу залежно від положення дна до денної поверхні?
2. Якими механізмами розробляються канали у виїмці?
3. Назвіть загальну особливість каналів у напіввиїмці, напівнасіпу і в насипу.
4. Якими механізмами ущільнюється ґрунт у насипах каналів?

5. Назвіть типи протифільтраційного покриття зрошувальних каналів.
6. Які машини входять в склад комплексу машин для влаштування монолітних облицювань?
7. Що таке повнопрофільний комплект машин?
8. Яка відстань приймається між температурним швами в монолітному облицюванні каналів?
9. Які плити використовуються для облицювання каналів?
10. Які вантажопідійомні пристрої використовують при монтажі збірних залізобетонних плит?
11. Що влаштовують у місці сполучення берми і плити облицювання укосу?
12. Для чого використовується стрічка „констоп”?
13. Які матеріали використовують для герметизації швів між збірними залізобетонними плитами?
14. Назвіть властивості бентонітового шнура?
15. Що таке гідроактивні компенсатори?
16. Яка плівка використовується для створення екранів?
17. Які пристрої використовуються для зварювання полімерних плівок?
18. Перерахуйте типи геомембран.
19. Які типи лотків використовуються при будівництві зрошувальної мережі?
20. На які елементи встановлюються збірні залізобетонні лотки?

1.1.2. Будівництво закритих напірних зрошувальних трубопроводів

Широке розповсюдження в меліоративному будівництві знайшли закриті зрошувальні трубопроводи. ККД трубопроводів значно перевищує ККД каналів – 0,95...0,98, що сприяє економному витрачання води на зрошення, дає можливість впровадження прогресивних способів поливу та його автоматизації.

1.1.2.1. Підготовчі роботи

Підготовчі роботи на трасах трубопроводів зводяться до розчищення смуги будівництва від чагарників, дерев, пнів, валунів звичайними для цих робіт механізмами.

Виносяться в природу осі трубопроводів та споруд, а також визначаються межі розробки траншей, котлованів, розташування кавальєрів та відвалів (смуга тимчасового відводу земель).

По трасі трубопроводу повинні бути встановлені показники наявності підземних комунікацій, які розкриваються в присутності представників відповідних організацій.

Перед початком розробки траншей необхідно зняти рослинний шар (рис. 1.62). Глибина зняття рослинного шару встановлюється проектом за даними геологічних та ґрунтових вишукувань. Ширина зняття рослинного шару повинна перекривати смугу, на якій безпосередньо розташовані траншея та кавальєр мінерального ґрунту.



Рис. 1.62. Траса трубопроводу зі знятим рослинним ґрунтом

1.1.2.2. Розробка траншей під трубопроводи

Розробку ґрунту в траншеях ведуть відповідно до розмірів, що наведено в проекті. За відсутності в проекті таких даних керуються вказівками, наведеними в ВБН А.3.1-33-2.4-01-99.

Глибина траншеї призначається з урахуванням зовнішнього діаметра та глибини промерзання ґрунту.

Допустима глибина траншеї без кріплення стінок залежить від виду ґрунтів, в яких вона розробляється: в піщаних – 1 м; в супіщаних – 1,25 м; в суглинках і глинах – 1,5 м. При більшій розрахунковій глибині траншеї необхідно влаштовувати трапецієподібної форми або у стислих умовах використовувати інвентарні кріплення.

Коефіцієнт закладання укосу траншеї залежить від її глибини та виду ґрунту (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Найбільші допустимі коефіцієнти закладання укосів траншеї у неперезвожених ґрунтах

Найменування ґрунту	Коефіцієнт закладання укосів при глибині виїмки до, м		
	1,5	3,0	5,0
1	2	3	4
Насипний	1 : 0,67	1 : 1,00	1 : 1,25
Піщаний та гравійний вологий (насичений)	1 : 0,50	1 : 1,00	1 : 1,00
Глинистий:супісок	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
глина	1 : 0	1 : 0,50	1 : 0,75
леси та лесові сухі	1 : 0	1 : 0,50	1 : 0,50
Морені:			
супіщаний, піщаний	1 : 0,25	1 : 0,57	1 : 0,75
суглинистий	1 : 0,20	1 : 0,50	1 : 0,65

Ширина траншей приймається залежно від діаметра, матеріалу, способу вкладання труб (табл. 1.4).

Найменша ширина дна траншей при їх розробці в піщаних та супіщаних ґрунтах землерийними машинами циклічної дії повинна перевищувати ширину ріжучої крайки робочого органу на 0,15 м, а при розробці в глинистих та суглинистих ґрунтах – на 0,1 м.

Таблиця 1.4

Найменша ширина траншей з вертикальними стінками по дну
без врахування кріплень укосів

Спосіб укладання трубопроводу	Ширина траншеї, м (без врахування кріплень) при стиковому з'єднанні		
	зварне	розтрубне	муфтове, фланцеве для всіх труб
1	2	3	4
1. Секціями або окремими трубами при зовнішньому діаметрі труб Д, м: від 0,7 понад 0,7	Д + 0,3 але не менше 0,7 1,5 Д	- -	- -
2. Те ж саме, на ділянках, що розробляються траншейними екскаваторами під трубопровід діаметром до 210 мм, який укладається без спускання людей до траншеї	Д + 0,2	-	-
3. Те ж саме, на ділянках трубопроводу, привантажених вантажем	2,2 Д	-	-
4. Окремими трубами при зовнішньому діаметрі труб Д, м, включно: до 0,5 від 0,5 до 1,6 від 1,6 до 3,5	Д + 0,5 Д + 0,8 Д + 1,4	Д + 0,6 Д + 1,0 Д + 1,4	Д + 0,8 Д + 1,2 Д + 1,4

Траншеї слід розробляти окремими ділянками у якомога коротші терміни, пов'язані з загальним плином робіт з прокладання трубопроводів. Відкриті траншеї необхідно захищати від поверхневих та ґрунтових вод, а при їх попаданні в траншею, своєчасно видаляти.

Розробка траншей починається з понижених місць. Вийнятий ґрунт бажано складати в односторонні кавальєри, щоб не створювати складнощів при монтажі труб.

Відставання вкладання труб від розробки траншей не повинно перевищувати трьох днів влітку та одного – взимку.

Для розробки траншей слід застосовувати землерийні машини безперервної дії. Наприклад, шнеко-роторні екскаватори (рис. 1.63) для розробки траншей з укосами, роторні (рис. 1.64), стрічкові (рис. 1.65), а також ланцюгові екскаватори (рис. 1.66), якщо дозволяють фізико-механічні властивості ґрунтів, для розробки траншей з вертикальними стінками.

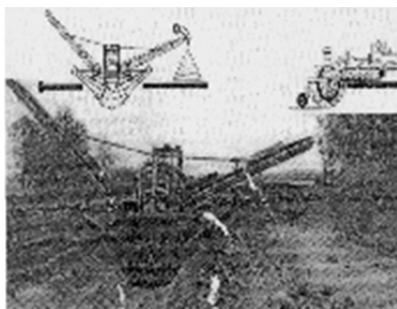


Рис. 1.63. Розробка траншеї з укосами шнеко-роторним екскаватором



Рис. 1.64. Розробка траншеї з вертикальними стінками роторним екскаватором



Рис. 1.65. Розробка траншеї стрічковим екскаватором безперервної дії



Рис. 1.66. Розробка траншеї ланцюговим екскаватором

Якщо параметри траншеї або фізико-механічні властивості ґрунту не дозволяють використовувати багатокішшеві екскаватори, траншеї розробляються однокішшевими екскаваторами з робочим обладнанням „драглайн” (рис. 1.67) або „зворотна лопата” (рис. 1.68).



Рис. 1.67. Розробка траншеї екскаватором „драглайн”

Розробка ґрунту багатоківшевыми екскаваторами ведеться до проектних відміток, а одноківшевыми – з недобором. Потім недобір ліквідується вручну, або механізовано.



Рис. 1.68. Розробка траншеї екскаватором „зворотна лопата”

Прямки для монтажу та герметизації стикових з'єднань розтрубних труб та труб, що з'єднуються муфтами діаметром до 300мм розроблюють безпосередньо перед вкладанням труб.

Прямки для трубопроводів $d > 300$ мм допускається влаштовувати за 1-2 дні до початку монтажу.

Розміри прямиків призначаються залежно від виду та діаметрів труб і способу їх з'єднання (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Розміри прямиків

Труби	Стиковез'єднання	Тип ущільнення	Умовний прохід	Розміри прямиків, м		
				довжина	ширина	глибина
1	2	3	4	5	6	7
сталеві	зварне	-	для усіх діаметрів	1,0	D+1,2	0,7
чавунні	розтрубне	гумова манжета	до 300мм	0,5	D+0,2	0,1
		прядив'яне	понад 300мм	0,5	D+0,7	0,4
азбесто-цементні	муфта САМ	гумове кільце фігурне	до 300мм включно	0,7	D+0,2	0,2
			понад 300мм	0,7	D+0,5	0,2
	чавунна фланцева муфта	гумове кільце кругле	до 300мм включно	0,7	D+0,5	0,3
			понад 300мм	0,9	D+0,7	0,3
бетонні і залізобетонні	розтрубне, муфтове з бетонним поясом	гумове кільце круглого перетину	до 600мм включно	0,5	D+0,5	0,2
			від 600мм до 3500мм	1,0	D+0,5	0,3
пластмасові	усі види з'єднань	-	для усіх діаметрів	0,6	D+0,5	0,2

1.1.2.3. Труби для будівництва зрошувальних трубопроводів

Залізобетонні труби (рис. 1.69) – достатньо міцні, витримують порівняно великий тиск, стійкі до впливу зовнішніх руйнуючих факторів (грунтові води, промерзання ґрунту тощо). Термін служби перевищує 50 років. Пропускна спроможність з

плином часу не змінюється. Залежно від розрахункового внутрішнього тиску поділяють на 4 групи: 1 – тиск до 2,0 МПа; 2 – до 1,5 МПа, 3 – до 1,0 МПа, 4 – до 0,5 МПа.



Рис. 1.69. Залізобетонні напірні труби

Залежно від технології виготовлення залізобетонні труби поділяються на:

- віброгідропресовані – виготовляються діаметром 500...1600 мм, корисної довжини 5 м, позначення – ТН 80.50 – 2;
- центрифуговані – діаметром 500...1600 мм, довжиною 5 м, позначення – ТН – 80.50 – 2;
- відцентровопрокатні – для спорудження водогонів великого діаметру 1200...2400 мм, розраховані на тиск 1,5 Мпа ($d=2400$ – на 0,5 МПа), позначення - ТНР ВП 200.25 – 3.

Залізобетонні напірні труби постачаються у комплекті з гумовими кільцями, які забезпечують герметичність з'єднання.

Азбестоцементні труби (рис. 1.70) – стійкі до корозії, морозостійкі, порівняно невеликої щільності, а отже, відносно легкі та мають невелику вартість. Основні їх недоліки: крихкість, канцерогенність, невисокий опір ударам. Азбестоцементні труби потребують великої технологічної культури транспортування, вкладання та монтажу.



Рис. 1.70. Азбестоцементні труби

Азбестоцементні труби виготовляють чотирьох класів: ВТ – 6 (робочий тиск $P_p = 6$ атм); ВТ – 9 ($P_p = 9$ атм); ВТ – 12 ($P_p = 12$ атм); ВТ – 15 ($P_p = 15$ атм).

Азбестоцементні труби випускають трьох типів:

- I тип – $l = 2.95$ м, $d = 100, 150$; $l = 3.95$ м, $d = 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500$ мм;

- II тип – $l = 4.95$ м, $d = 200 \dots 500$ мм;

- III тип – $l = 5.95$ м, $d = 200 \dots 300$ мм.

Довжина обточеного кінця – 200 мм.

Азбестоцементні труби з'єднуються азбестоцементними муфтами (рис. 1.71) САМ (САМ–6, САМ–9, ...), що самоущільнюються, або чавунними муфтами “ЖИБО” на болтах (рис. 1.72). Як ущільнювачі в муфтах “САМ” та “ЖИБО” застосовують гумові манжети.

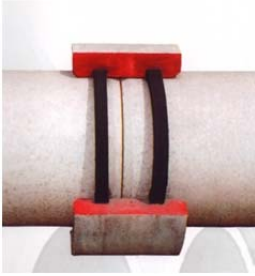


Рис. 1.71. Азбестоцементна муфта САМ у розрізі



Рис. 1.72. Муфти «ЖИБО» різних діаметрів

Пластмасові труби – найбільше відповідають вимогам, що висуваються до закритих зрошувальних напірних трубопроводів. Вони мають малу масу, не кородують, не руйнуються при замерзанні в них води. Мають підвищену пропускну спроможність (при однаковому діаметрі на 20-30 % вище, ніж у сталевих труб). 1 тонна труб з полімерних матеріалів замінює 5 – 6 т сталевих або чавунних, або 11 т азбестоцементних.

Напірні поліетиленові труби (ДСТУ Б В.2.7-151:2008 “Труби поліетиленові для подачі холодної води”) випускають при низькому тиску з поліетилену високої щільності (ПВП), при високому тиску – з поліетилену низької щільності (ПНП) чотирьох типів: Л (легкий) – робочий тиск до 0,25 МПа; СЛ (середньо легкий) SDR17,6 – 0,4 МПа; С-(середній) SDR21 – 0,6 МПа; В (важкий) SDR13,6 – 1,0 МПа, ОВ (особливо важкий) SDR9 – 1,6 МПа діаметром 110...630 мм (рис. 1.73).



Рис. 1.73. Поліетиленові труби

Труби виготовляють відрізками довжиною 5, 6, 8, 10 та 12 м.

Напірні труби з поліетилену низького тиску високої щільності (ПВП) виготовляють $d = 63 \dots 1200$ мм, $l = 6$ та 12 м.

Напірні труби з неластифікованого полівінілхлориду виготовляють шести типів: О – полегшений для безнапірних трубопроводів; Л, С, СЛ, В (Т) та ОВ (ОТ), $d = 50 \dots 450$ мм, довжиною 5 та 6 м. Такі ж труби з розтрубами (рис. 1.74) випускаються двох типів С та В(Т), $d = 110 \dots 315$ мм, $l = 6$ м.



Рис. 1.74. Труби полівінілхлоридні з розтрубним з'єднанням

Напірні труби з поліпропілену виготовляються трьох типів: Л, С, В, $d = 40 \dots 300$ мм.

Труби поліетиленові з стільниковою конструкцією стінки (рис. 1.75) $d = 600 \dots 6000$ мм, довжиною до 13 м виготовляються двох типів Л і СЛ.



Рис. 1.75. Поліетиленові труби з стільниковою стінкою



Рис. 1.76. Біпластмасові труби

Біпластмасові труби (представляють собою тонкостінні поліетиленові труби, зміцнені формуванням зовнішньої склопластикової оболонки) мають робочий тиск до 2,0 МПа, $d = 110...315$ мм, $l = 6$ м, з розтрубним з'єднанням (рис. 1.76).

Сталеві труби в будівництві зрошувальних систем застосовують у випадках перетину природних та штучних перешкод, коли труби з інших матеріалів непридатні, на ділянках напірних трубопроводів яким загрожує гідравлічний удар тощо.

Для напірних трубопроводів застосовують сталеві труби нафтогазового сортаменту (рис. 1.77), а також тонкостінні сталеві (рис. 1.78) труби з протикорозійним покриттям (лак "Етіноль", поліетиленова плівка, цинкове покриття).



Рис. 1.77. Сталеві труби нафтогазового сортаменту

Рис. 1.78. Тонкостінні сталеві труби

Тонкостінні труби розраховані на тиск до 2 МПа, $d = 219...530$ мм, $l = 5,6$ і 11 м.



Рис. 1.79. Тонкостінна сталева труба з привареною обичайкою

Тонкостінні труби випускаються з розтрубами, ущільнення стику здійснюється гумовими манжетами або з гладкими кінцями, до яких у заводських умовах у середовищі інертних газів приварюються обичайки з відрізків товстостінних труб, такі стики можна зварювати звичайними пристроями електродугового зварювання (рис. 1.79).

Чавунні труби (рис. 1.80) для будівництва закритих зрошувальних систем використовуються, як правило, тільки у виняткових випадках, коли використання неметалевих труб недоцільне. Це пояснюється великими витратами чавуну на їх виробництво, крихкістю при динамічних навантаженнях. Частіше чавунні труби застосовуються у природоохоронних спорудах і спорудах пов'язаних з транспортуванням води з розчиненими в ній агресивними речовинами.



Рис. 1.80. Чавунні труби

Промисловість випускає чавунні розтрубні напірні труби трьох класів: ЛА – робочим тиском 10 атм, А – 14 атм, Б – 16 атм довжиною 3 – 10 м, діаметром 200...500 мм.

1.1.2.4. Гідроізоляція трубопроводів

У даний час більша частка сталевих труб, випускаються з антикорозійною ізоляцією з екструдірованого поліетилену (рис. 1.81). Якщо сталеві труби не мають заводської антикорозійної

ізоляції, то її наносять безпосередньо перед монтажем труб, або попередньо на спеціалізованих стендах будівельних організацій.

Для антикорозійного захисту напірних зрошувальних водогонів, як правило, застосовують бітумно-гумові, бітумно-полімерні покриття нормального або посиленого тиску, плівкові покриття нормального або посиленого тиску, плівкові покриття з полімерних липких стрічок.



Рис. 1.81. Нанесення протикорозійної ізоляції на сталеві труби у заводських умовах

Приклад посиленого бітумно-гумового покриття:

1. бітумна ґрунтовка;
2. шар бітумно-гумової мастики товщиною 3 мм;
3. шар склополотна;
4. шар бітумно-гумової мастики товщиною 3 мм;
5. зовнішня обгортка з паперу, бризолау, гідроізолау тощо.

Приклад посиленого покриття з полімерних стрічок:

1. ґрунтовка;
2. два шари полімерної ізоляційної стрічки;
3. зовнішня обгортка.

Перед нанесенням ґрунтовки поверхня трубопроводу, що ізолюється, повинна бути очищена від бруду, іржі та пилу. Очищення, як правило, проводить механізованим способом (рис. 1.82).

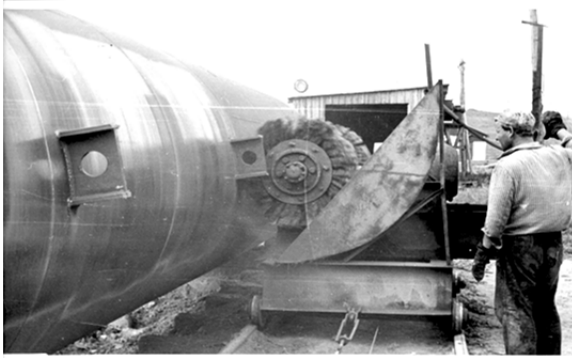


Рис. 1.82. Очищення сталевих труб механічними щітками

Грунтовку наносять на суху поверхню тонким шаром.

Бітумні ґрунтовки виготовляють з бітуму, розчиняючи його в бензині у співвідношенні 1:3 за об'ємом. Бітумно-гумову, або бітумно-полімерну мастики наносять на ґрунтовку, що висохла у гарячому стані ($t= 160...180^{\circ} \text{C}$).

Неприпустимо наносити мастику на вологу поверхню, а також підчас снігопаду, дощу або при великому тумані.

Зовнішній обгортуючий шар з паперу, гідроізолю та інших матеріалів необхідно накладати на гарячу мастику з перекриттям витків 2-3 см, шар повинен щільно прилягати до покриття (рис. 1.83).



Рис. 1.83. Сталеві труби з бітумно-полімерною ізоляцією і зовнішнім захисним шаром

Внутрішні обгортуючі шари дозволяється накладати без перекриття, при цьому щілина між витками не повинна перевищувати 5 мм.

Плівкові покриття з полімерних стрічок також наносяться на попередньо очищені та заґрунтовані труби з допомогою різноманітних ручних (рис. 1.84) та механізованих пристроїв як на базі будівельної організації, так і безпосередньо перед укладанням в траншею.

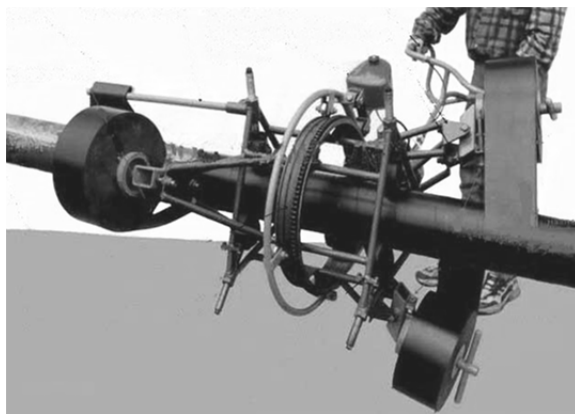


Рис. 1.84. Ручний пристрій для нанесення ізоляції з полімерних плівок

Як правило, ізоляція стиків виконується тими ж матеріалами, що й ізоляція трубопроводу (рис. 1.85). Ізоляція стиків полімерними липкими стрічками можлива і на трубопроводах, які ізолювані іншими матеріалами.



Рис. 1.85. Ізоляція стику після його зварювання

В умовах дії агресивних ґрунтових вод, як правило, застосовують залізобетонні труби, виготовлені на спеціальних агресивно стійких цементах. Якщо такі труби відсутні то використовують залізобетонні труби, виготовлені на звичайних портландцементях, але з попередньо нанесеною гідроізоляцією.

Для захисту від корозії в агресивних ґрунтах застосовують захисні покриття та речовини, що просочуються. Як захисні покриття використовуються бітумні, бітумно-полімерні, бітумно-емульсійні та полімерні мастики. Для просочування залізобетонних труб застосовують розплавлений петролатум. Тип покриття та його структура визначаються проектом.

Залізобетонні труби ізолюються до початку монтажу шляхом нанесення 2-4 шарів гарячого бітуму товщиною 1 – 2 мм на попередньо ґрунтовану поверхню, або такої ж кількості шарів холодних бітумних емульсій. Ізоляцію наносять механічним способом з допомогою форсунок, форсунок-розпилювачів, або вручну жорсткими щітками (рис.1.86).

Для просочування залізобетонних труб застосовується композиція, яка містить 90% петролатума і 10% вищих жирних кислот. Просочування проводиться у спеціальних камерах при температурі від 80° С до 90° С протягом не менше двох годин. При просочуванні одночасно з трубами у просочувальну камеру встановлюються зразки-фрагменти зовнішнього шару бетону кількістю не менше двох штук, на яких визначається глибина просочування.



Рис. 1.86. Монтаж залізобетонної труби, з нанесенням на неї гідроізоляції в два шари бітуму

1.1.2.5. Монтаж трубопроводів

Монтаж залізобетонних трубопроводів здійснюють за допомогою трубоукладачів, тракторних та гусеничних кранів.

Труби, особливо їх внутрішню поверхню, перед стропуванням ретельно перевіряють, за необхідністю очищають від забруднень та натікань бетону. Підготовлену трубу подають до місця вкладання (в траншею) розтрубом вперед за ходом монтажу. Перед вкладанням першої труби на початку траси влаштовують бетонний або сталевий упор, який забезпечує стійке положення перших двох-трьох труб під час їх з'єднання (рис. 1.87).

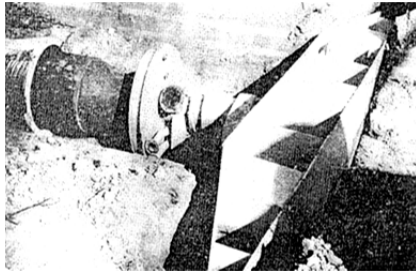


Рис.1.87. Кінцевий упор

Після зупинки монтажного крану навпроти труби, що вкладається, на неї опускають автоматичний захват. У світовій практиці використовують різноманітні типи захватів для труб: гідравлічні траверси (рис. 1.88), гідравлічні торцеві (рис. 1.89), універсальні захвати-ковші (рис. 1.90), клешньові (рис. 1.91) тощо.



Рис. 1.88. Гідравлічна траверса

Якщо захват відсутній, то стропування здійснюють з допомогою м'яких стропів-рушників або траверс з „рушниками” (рис. 1.92). Потім трубу піднімають на висоту 0.2...0.3м і перевіряють на дійсність стропування, після чого піднімають трубу на висоту 1 м та поворотом стріли спрямовують до траншеї.



Рис. 1.89. Гідравлічний торцевий захват



Рис. 1.2.90. Універсальний захват-ківш



Рис. 1.91. Різні типи клешових захватів



Рис. 1.92. Траверса з „рушниками”

На висоті 0,5 м від дна траншеї опускання труби припиняють і на гладкий її кінець одягають гумове кільце ущільнення (рис. 1.93), після чого заводять в розтруб раніше вкладеної труби (рис. 1.94), так щоб кільце в розтрубі було розташоване щільно по контуру. Досягнувши цього, трубу повільно опускають на підготовлену основу.



Рис. 1.93. Одягання гумового кільця на гладкий кінець залізобетонної труби

При монтажі залізобетонних труб найбільш трудомістким є процес заведення гладкого кінця в розтруб раніше вкладеної труби.



Рис. 1.94. Заведення гладкого кінця в розтруб

Для полегшення цього процесу застосовують різноманітні пристрої: домкрати, гідравлічні універсальні траверси (рис. 1.95), торцеві захвати, а якщо немає вище перелічених механізмів, то заведення гладкої частини в розтруб можна здійснювати за допомогою бульдозера (рис. 1.96).

Після закінчення монтажу стику залізобетонних труб перевіряють правильність розташування гумового кільця в розтрубній щіліні.



Рис. 1.95. Монтаж залізобетонних труб з допомогою захвата і штовхача



Рис. 1.96. Стикування залізобетонних труб з допомогою бульдозера

Азбестоцементні труби монтується в основному механізованим способом. Труби розкладають за можливістю ближче до бровки траншеї.

Опускання та укладання виконують за допомогою самохідних стрілових кранів, трубоукладачів та тракторних кранів (рис. 1.97), використовуючи при цьому м'які стропи, або спеціалізовані гідравлічні траверси-захвати. Під час опускання труб та муфт на дно траншеї слідкують за тим, щоб не пошкодити її стінки та торці.



Рис. 1.97. Монтаж азбестоцементних труб за допомогою тракторного крану

Труби в траншеї вкладають по шнуру потім центрують, так щоб торці їх співпадали по всьому колу і між ними лишалася щілина

шириною 5-6 мм, для труб $d < 300$ мм та 8-9 мм для труб $d < 300$ мм. Відцентровані труби фіксують, присипаючи їх ґрунтом в середній частині.

Насування муфт САМ здійснюють в основному важільними допоміжними пристроями (рис. 1.98).

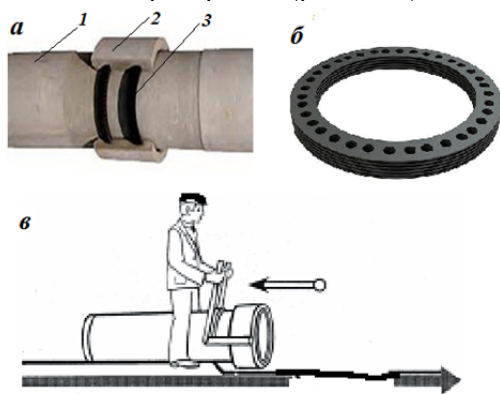


Рис. 1.98. Монтаж азбестоцементного трубопроводу
а – стик азбестоцементних труб: 1– труба; 2 – муфта; 3, б – гумове кільце; в – пристрій для насунання азбестоцементних муфт

Монтаж пластмасових труб здійснюється за базовою чи трасовою схемами.

Базова схема передбачає укрупнювальне збирання окремих труб в секції біля об'єктного складу, або на польових будівельних майданчиках, після чого вони доставляються на трасу і з'єднуються в суцільну нитку.

За трасовою схемою окремі пластмасові труби транспортуються на трасу, де розкладаються вздовж траншеї і також з'єднуються у суцільну нитку.

Суцільні нитки полімерних труб розташовують на бровках траншей або на підкладках над траншеєю, після чого опускають в траншею на м'яких стропях з допомогою кількох кранів-трубоукладальників.

Пластмасові труби з'єднують, як правило, за допомогою стикового або електромуфтового зварювання.

Стикове зварювання це технологія, яка вже довгі роки застосовується для з'єднання полімерних труб.

Кінці труб встановлюються і з'єднуються в спеціальній установці для стикового зварювання (рис. 1.99, 1.100), після вирівнювання і фіксації країки труб зачищаються за допомогою спеціального електричного пристрою, забезпечуючи їх паралельність. Між кінцями труб вставляють нагрівачу плиту з фторопластовим покриттям. Кінці труб розігріваються нагрітою плитою, температура якої регулюється термостатом. Коли країки труб достатньо розплавляються, плиту прибирають, а кінці труб притискають один до одного і дають трубам охолонути.



Рис. 1.99. Пристрій для зварювання пластмасових труб



Рис. 1.100. Зварювання пластмасових труб великого діаметра

Після зварювання на зовнішній та внутрішній поверхнях труби утворюється шов, який легко видаляється з допомогою спеціального обладнання.

Якість з'єднання швидко та надійно встановлюється візуальним контролем шва зовні.

Електромуфтове зварювання забезпечує розігрів країв труб за рахунок застосування поліетиленових фасонних частин з втопленими в них при виготовленні нагрівальними елементами, зокрема, електрозварних муфт (рис. 1.101). На вмонтовану у муфту електроспіраль подається струм (рис. 1.102) і вона діє як нагрівальний елемент в наслідок чого матеріал труб розплавляється і фасонна частина приварюється до стінок труб.

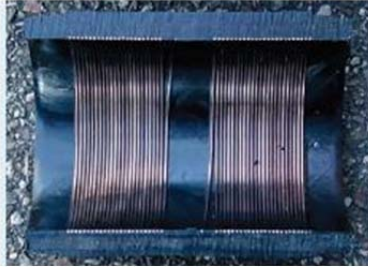


Рис. 1.101.Електрозварна муфта у розрізі



Рис. 1.102. Зварювання труб електрозварною муфтою

Приєднання пластмасових трубопроводів до металевих фасонних частин та арматури виконується за допомогою металевих фланців, які встановлюються на відбуртований (до кінця труби приварюється втулка з буртиком під фланець) кінець полімерної труби (рис. 1.103).



Рис. 1.103. Відбуртований кінець поліетиленової труби з фланцем

Пластмасові труби з розтрубами мають, як правило, в заводських умовах закріплене у розтрубі гумове кільце ущільнення. З'єднання таких труб виконується методом нарощування в траншеях за такою технологією:

- очищується від бруду, пилю гладкий кінець однієї труби і розтруб іншої;
- наноситься на гладкому кінці труби фломастером або кольоровою крейдою мітка, яка показує глибину всовування в розтруб;
- рідким милом або мильним розчином змащуються гладкий кінець однієї труби (рис. 1.104) і гумове кільце у розтрубі іншої (рис. 1.105) (застосування технічних олив, солідолу тощо заборонено, оскільки гумові кільця мають низьку маслостійкість);
- вставляється гладкий кінець однієї труби в розтруб іншої;
- після введення гладкого кінця у розтруб, за допомогою натяжного монтажного пристрою (рис. 1.106) трубу всовують до тих пір поки мітка на трубі не співпадає з торцем розтрубу.



Рис. 1.104. Змащування рідким милом гладкого кінця труби



Рис. 1.105. Змащування гумового кільця



Рис. 1.106. З'єднання розтрубних пластмасових труб за допомогою натяжного пристрою

Сталеві труби транспортуються на трасу за допомогою спеціальних автомобілів-трубовозів (рис. 1.107), як окремими трубами, так і звареними на базі будівельної організації секціями, довжина яких залежить від умов дорожнього руху в районі будівництва.



Рис. 1.107. Розвантаження сталевих труб доставлених на будівельний майданчик спеціальним трубовозом

Розвантаження труб здійснюється кранами за допомогою різноманітних захватів (рис. 1.108). Доставлені на трасу труби або секції розкладаються вздовж траншеї (рис. 1.109) в межах монтажної зони на спеціальних лежаках (рис. 1.110).



Рис. 1.108. Розвантаження труб вакуумним захватом



Рис. 1.109. Розкладання труб вздовж траншеї



Рис. 1.110. Лежаки для укладання труб

Торці труб перед зварюванням очищають механічними щітками (рис. 1.111). Після чого торці оброблюються спеціальними фаскорізами (рис. 1.112), для забезпечення умов створення якісного зварного шва між трубами, що з'єднуються.



Рис. 1.111. Пристрій для очищення торців труб



Рис. 1.112. Торцювання крайки сталеві труби

З'єднання сталевих труб у польових умовах виконується за допомогою електродугового зварювання.

Підготовленні до зварювання труби збирають в секції вздовж траншеї на лежаках, які розташовані суворо горизонтально на одному рівні. При збиранні необхідно слідкувати за тим аби осі всіх труб співпадали, а торці їх були паралельні. Для цього

використовують, так звані, центратори різних конструкцій (рис. 1.113, рис. 1.114, рис. 1.115).



Рис. 1.113. Центратор зовнішній ексцентриковий



Рис. 1.114. Центратор ланковий

Між торцями труб повинні бути залишенні зазори в 2...3 мм залежно від товщини стінок.



Рис. 1.115. Центратор з гідродомкратом

Після встановлення труб в правильне положення за допомогою центратора, стики прихоплюють в трьох-п'яти місцях (рис. 1.116), щоб зафіксувати це положення, а потім, після зняття центратора, здійснюють зварювання стику.



Рис. 1.116. Фіксування торців труб ручним зварюванням через зазори центратора

Зварювання сталевих труб можна здійснювати за допомогою пристроїв ручного зварювання (рис. 1.117), напівавтоматичною зварювальною установкою (рис. 1.118), або мобільними автоматичними комплексами (рис. 1.119).



Рис. 1.117. Формування стикового шва вручну



Рис. 1.118. Зварювання труб напівавтоматичною установкою



Рис. 1.119. Комплекс для автоматичного зварювання сталевих труб

Залежно від товщини стінок труб, зварювальний шов виконується в 2...4 шари.

Після завершення зварювальних робіт на особливо відповідальних ділянках трубопроводів стики перевіряються за допомогою ультразвукового або радіографічного контролю (рис. 1.120).



Рис. 1.120. Пристрій для перевірки якості зварного шва

За ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 якість зварного шва за результатами зовнішнього огляду вважається задовільною, якщо не виявлено:

- тріщин у шві і прилеглий зоні;
- відступів від допустимих розмірів і форми шва;

- підрізів, западання між валиками, напливів, пропалів, не заварених кратерів, пор, що виходять на поверхню, непроварів або провисань у корені шва(при огляді стику зсередини труби);

- зсувів крайок труб, що перевищують допустимі розміри.

Стики, що не задовольняють перерахованим вимогам, підлягають виправленню або видаленню й повторному контролю їх якості.

Після закінчення зварювальних робіт трубопровід чи стики (якщо труби мають нанесену в заводських умовах ізоляцію) захищають від корозії.

Для вкладання в траншею коротких секцій, або окремих труб використовують крани-трубоукладачі (рис. 1.121), або стрілові гусеничні крани.



Рис. 1.121. Кран-трубоукладач

Перевагу надають спеціалізованим кранам-трубоукладачам, так як вони спеціально розроблені для таких робіт і забезпечені системами захисту від перевантаження і, як наслідок, від перекидання або обриву вантажопідіймних механізмів, а в найсучасніших вся інформація про процес підняття вантажу виводиться на дисплей в кабіні оператора (рис. 1.122, рис. 1.123).



Рис. 1.122. Інформаційна система в кабіні оператора крана-трубоукладача

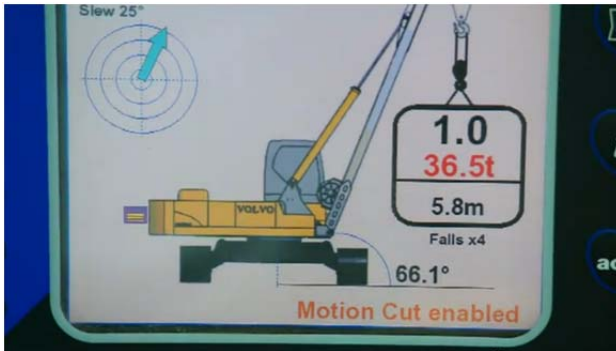


Рис. 1.123. Інформація на моніторі про масу вантажу, нахил та виліт стріли крана

Більш довгі секції труб можна вкладати в траншею двома кранами. Як правило, вкладання сталевих трубопроводів рекомендується виконувати методом „безперервної нитки”, при якому застосовують декілька трубоукладачів, відстань між якими коливається від 15 до 45 м залежно від діаметра трубопроводу (рис. 1.124).



Рис. 1.124. Укладання сталевго трубопроводу методом безперервної нитки

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 встановлено максимальні відхилення від проектного положення осей напірних трубопроводів, якщо інші норми не обґрунтовані проектом, не повинні перевищувати:

- у плані ± 100 мм,
- відміток лотків безнапірних трубопроводів ± 5 мм,
- відміток верху напірних трубопроводів ± 30 мм.

1.1.2.6. Зворотна засипка трубопроводів

Способи засипки трубопроводів, а також типи машин, що при цьому застосовуються визначаються проектом виконання робіт.

Засипку траншей з укладеними в них трубопроводами здійснюють в два прийоми.

Спочатку засипають приямки, підбивають пазухи на висоту половини діаметра труби, після чого ґрунт ущільнюють пневматичними, механічними або ручними трамбівками (рис. 1.125).

Потім траншею засипають ґрунтом на 0,2 м вище верха труби, для азбестоцементних труб на 0,5 м, забезпечуючи цілісність стиків й ізоляції труб та їх доступність для огляду.



Рис. 1.125. Ущільнення ґрунту в затрубному просторі ручною електротрамбівкою

Ґрунт подається екскаваторами (рис. 1.126) і не ущільнюється.

Для засипання використовують місцевий ґрунт без крупних включень. Остаточне засипання трубопроводів виконується після їх випробувань.



Рис. 1.126. Попереднє засипання траншеї

Траншеї засипаються бульдозерами або спеціалізованими шнековими засипачами (рис. 1.127).



Рис. 1.127. Остаточне засипання траншеї

Ґрунт при цьому не ущільнюється, але відсипають валик, розміри якого встановлюють з урахуванням наступного природного осідання ґрунту. Після цього на трасу трубопроводу повертається рослинний ґрунт.

1.1.2.7. Випробування трубопроводів

Напірні трубопроводи випробовують на міцність та щільність гідравлічним або пневматичним способом. Спосіб випробування трубопроводів передбачається проектом залежно від кліматичних умов у районі будівництва та наявності води в період випробувань.

Напірні трубопроводи випробовують двічі. До засипання траншей і встановлення гідрантів, запобіжних клапанів та вантузів виконується попереднє випробування на міцність. Остаточне випробування на щільність здійснюється після засипання траншеї та закінчення всіх робіт на даній ділянці траси. Величина випробувального тиску встановлюється проектом.

При проведенні попередніх гідравлічних випробувань трубопроводів, засувки, які встановлені на ньому, повинні бути відкриті.

Трубопроводи випробовують ділянками довжиною не більше 1 км (для полімерних труб – 0,5 км).

В трубовід, що випробовується, нагнітається вода з допомогою опресувальників або пересувних насосних станцій (рис. 1.128) до досягнення випробувального тиску. Потім цей тиск

витримують протягом 10 хв (для полімерних – 30 хв), після чого тиск знижується до робочого і здійснюється огляд трубопроводу.



Рис. 1.128. Агрегат для наповнення трубопроводів водою

При проведенні гідравлічних чи пневматичних випробувань тиск встановлюється (за відсутності параметрів в проекті) відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 „Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації”.

Напірний трубопровід вважається таким, що витримав попередні випробування, якщо під дією випробувального тиску не сталося руйнування труб та фасонних частин, порушення стикових з’єднань, а під час дії робочого тиску не виявлено витікання води.

Остаточні гідравлічні випробування трубопроводів з металевих, азбестоцементних та пластмасових труб можливо починати не раніше, ніж через 24 год з моменту засипки траншеї ґрунтом та заповнення їх водою, а трубопроводів з залізобетонних труб не раніше, ніж через 72 год.

В процесі випробувань витікання води не повинно перевищувати нормативних значень ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 „Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації”.

Пневматичні випробування також здійснюються у дві стадії.

Під час проведення попередніх пневматичних випробувань трубопровід витримують під випробувальним тиском 30 хв. Для виявлення можливих дефектів здійснюють огляд трубопроводу після зниження тиску в сталевих та пластмасових до 0,3 МПа, а в чавунних, залізобетонних та азбестоцементних трубопроводах до

0,1 МПа. Місця витікання повітря виявляють за допомогою мильного розчину, яким змочують стики, або по звуку.

При остаточних пневматичних випробуваннях тиск спочатку доводять до випробувального і під цим тиском трубопровід витримують 3 хв. Після цього встановлюють тиск 0,3 МПа і визначають розмір падіння тиску в процесі випробувань. Трубопровід вважається таким, що витримав випробування, якщо не буде порушена його цілісність, а розміри падіння тиску не перевищують нормативних.

Результати випробувань оформляються актом про проведення приймальних гідравлічних чи пневматичних випробувань напірного трубопроводу на міцність і герметичність.

1.1.2.8. Технологія безтраншейного прокладання трубопроводів

Для прокладання трубопроводів під спорудами, діючими інженерними комунікаціями, автомобільними шляхами та залізницями (без зупинки руху на них) застосовують спосіб безтраншейної проходки.

Перед початком проходки, з однієї сторони (звідки підходить трубопровід) влаштовується робочий котлован (рис. 1.129), з іншої приймальний котлован.



Рис. 1.129. Робочий котлован для розташування обладнання безтраншейної проходки

Робочий котлован повинен мати таку довжину, щоб можна було розмістити в ньому робоче обладнання та відрізок труби, що

прокладається. З метою попередження обвалювання стінок котлованів їх обшивають дошками (тимчасово), або кріплять інвентарними щитами. Продавлюють, як правило, сталеву трубу (кожух) більшого, ніж робоча труба, діаметру. Кожух використовують для подальшого протягування через нього робочої труби, а під час експлуатації він сприймає на себе усі зовнішні навантаження.

Існує декілька технологій безтраншейної проходки.

Технологія продавлювання полягає в проштовхуванні відкритих труб з наступним видаленням з них ґрунту. Таким чином прокладаються труби $D = 700 \dots 1800$ мм.

Зусилля, що створюються установкою для продавлювання, повинні подолати опір на торці труби, а також опір тертя зовнішньої та внутрішньої поверхні труби об ґрунт. З метою зменшення опору передній кінець труби приварюють ножове кільце.

Для створення необхідних зусиль продавлювання частіше всього використовують гідравлічні домкрати.

Ґрунт, який поступає в порожнину труби, видаляється вручну або механізованим способом.

За відсутності відповідного обладнання, продавлювання можна здійснити за допомогою бульдозера (рис. 1.130).

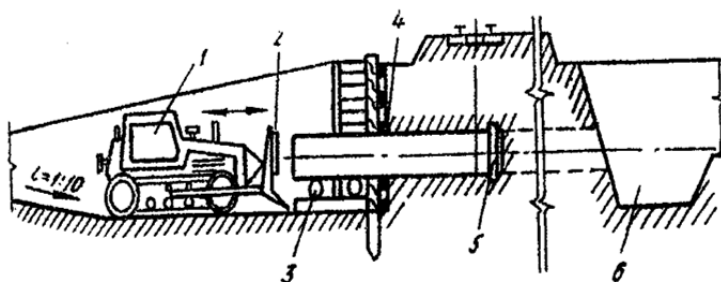


Рис. 1.130. Прокладання трубопроводу способом продавлювання за допомогою бульдозера:

1 – бульдозер; 2 – сідло-упор; 3 – направляючі котки; 4 – труба, що проштовхується; 5 – ножове кільце; 6 – приймальний котлован

Для цього на відвалі бульдозера наварюють сідло у вигляді патрубків довжиною 100...200 мм, зовнішній діаметр якого трохи

менший внутрішнього діаметра труби, що продавлюється. Сідло призначене для фіксації відвалу відносно труби. Таким способом прокладають труби діаметром до 1000 мм на довжину до 15 м.

В свій час такий спосіб мав доволі широке застосування для безтраншейного прокладання труб великого діаметру. В даний час цей спосіб все більше замінюється більш прогресивним способом горизонтального буріння.

Горизонтальне буріння (рис. 1.131) – це спосіб проходки, при якому ґрунт розроблюється механізовано ріжучою голівкою (рис. 1.132) і видаляється через трубу шнековим конвеєром (рис. 1.133).



Рис. 1.131. Установка для горизонтального буріння



Рис. 1.132. Ріжуча голівка на виході у приймальний котлован



Рис. 1.33. Робітник відкидає розроблений ґрунт від шнекового транспортера

Одночасно з роботою ріжучої голівки на трубу передається зусилля від гідравлічного домкрата установки, забезпечуючи тим самим її поступальний рух в товщу ґрунту.

Установки горизонтального буріння призначені для прокладання сталевих труб діаметром 325...1220 мм на довжину 40...60 м (рис. 1.134).



Рис. 1.134. Монтаж установки горизонтального буріння

Вдавлюючи першу трубу секції, її наросшують разом зі шнековим транспортером на необхідну для проходки довжину.

Усе більше розповсюдження для безтраншейного прокладання трубопроводів набуває метод направленої буріння.

Направлене буріння – це процес, що здійснюється із застосуванням спеціальної бурової техніки та включає в себе буріння пілотної свердловини, розширення її до потрібного діаметру, протягування повністю підготовленого й оснащеного дюкера.

Принциповою відмінністю метода направленої буріння від звичайного є те, що трубопровід при будівництві і експлуатації не дотикається до об'єктів, під яким він проходить. Труба заглиблюється практично на довільну глибину, що виключає майбутні зовнішні впливи при прогнозованих деформаціях.

Використання цього методу забезпечує практичну повну екологічну безпечність для об'єкту у випадку аварійних ситуацій.

Основними етапами при горизонтально-направленому бурінні є:

1. Буріння пілотної свердловини (рис. 1.135).



Рис. 1.135. Схема буріння пілотної свердловини

Буріння пілотної свердловини – особливо відповідальний етап робіт. Воно здійснюється за допомогою породоруйнуючого інструменту – бурової голівки зі скосом в передній частині і вбудованим випромінювачем (рис. 1.136).

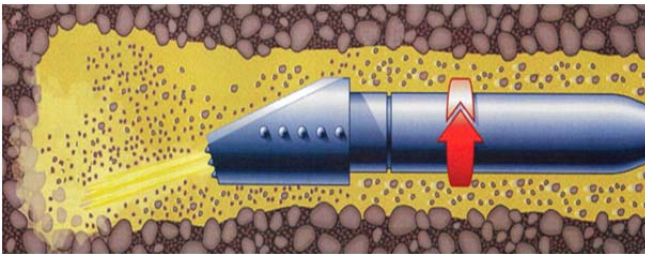


Рис. 1.136. Схема бурової голівки

Бурова голівка з'єднана за допомогою полого корпусу з гнучкою приводною штангою, що дозволяє управляти процесом проходки пілотної свердловини і обходити виявлені перешкоди в будь-якому напрямку в межах природного вигину робочої штанги. Контроль за місцем розташування бурової голівки здійснюється за допомогою приймального пристрою локатора, який приймає і обробляє сигнали вбудованого в корпус бурової голівки передавача.

На моніторі локатора відображається візуальна інформація про місцезнаходження, ухили, азимут бурової голівки. Ці дані є

визначальними для контролю відповідності траєкторії прокладання трубопроводу до проектної та мінімізують ризик зламу робочої штанги.

Буріння пілотної свердловини завершується виходом бурової голівки в заданій проектом точці.

Оператор локаційної системи постійно визначає позицію, глибину і „кут атаки” бурової голівки, звіряючи її положення з проектною траєкторією.

2. Розширення свердловини (рис. 1.137).



Рис. 1.137. Схема розширення пілотної свердловини

При пілотному бурінні формується свердловина діаметром 75-225 мм, що може бути достатньою для прокладання трубопроводів невеликих діаметрів. Однак більшість випадків будівництва трубопроводів безтраншейним способом вимагають розширення свердловини. Це здійснюють шляхом протягування „римера-розширювача” у зворотному напрямку (рис. 1.138).



Рис. 1.138. Змонтований на установці ример для розширення

При проведенні розширення свердловин необхідно враховувати фізико-механічні властивості ґрунту, діаметр труб, що укладаються, наявність потенційних перешкод, потужність установки ГНБ, тип бурової рідини й можливості насосно-нагнітальної станції.

Необхідне зусилля при розширенні й прокладанні може бути значно знижено, а якість свердловини значно поліпшено при правильному керуванні бурінням, правильному виборі інструмента і складу бурової рідини.

Для забезпечення безперешкодного протягування трубопроводу через розширену свердловину її діаметр повинен на 25-30% перевищувати діаметр трубопроводу.

3. Протягування трубопроводу (рис. 1.139).



Рис. 1.139. Схема протягування трубопроводу

На протилежній від бурової установки стороні свердловини розташовується готова секція трубопроводу. До переднього кінця секції кріпиться оголовок, що сприймає тягове зусилля, вертлюг і ример.

Вертлюг обертається з буровою штангою та римером, і в той же час не передає обертальний рух на трубопровід.

Таким чином бурова установка затягує секцію трубопроводу, протягуючи її проектною траєкторією.

Вибір бурового комплексу для проведення робіт таким способом виконується на основі розрахунків тягового зусилля, необхідного для протягування ланки трубопроводу проектної довжини через свердловину.

Для виконання робіт методом направленої буріння існує ціла низка установок горизонтального буріння, що класифікуються за

потужністю двигуна, максимальним обертовим моментом, максимальною силою протягування, діаметром розширювача тощо (рис. 1.140).



Рис. 1.140. Установка направлено буріння

Новітні зразки бурових установок направлено буріння оснащуються додатково крановим обладнанням, що використовується для розвантаження штанг, якірних установок, переміщення бурового обладнання (рис. 1.141). Це дозволяє відмовитися від необхідності тримати на майданчику додатковий кран.



Рис. 1.141. Установка направлено буріння з крановим обладнанням

Такий метод безтраншейної проходки дозволяє прокладати ланки трубопроводів довжиною до 300 м.

При способі проколювання (рис. 1.142) труба задавлюється без розробки ґрунту. Способом проколювання прокладаються труби діаметром 100...400 мм при довжині проходки до 60 м. При цьому ґрунт не повинен містити каміння, коріння тощо. Для зменшення потрібних зусиль на кінець труби, що проколюється, наварюють конусний наконечник, який розсуває товщу ґрунту і зменшує опір. По мірі заглиблення в товщу ґрунту секцію труб доточують до необхідної довжини, зварюючи заздалегідь приготовленні труби (рис. 1.143). Для проколювання використовуються гідравлічні домкрати, бульдозер.

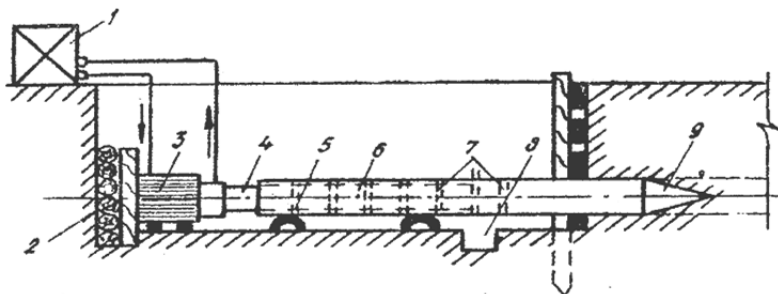


Рис. 1.142. Схема установки для проколювання:
 1 – гідравлічний насос; 2 – упор для домкрата; 3 – гідродомкрат; 4 – шток;
 5 – направляючі; 6 – труба, що проколюється; 7 – фіксуючі отвори;
 8 – прямок для стикування труб; 9 – наконечник



Рис. 1.143. Процес проходки способом проколювання

Для розробки горизонтальних каналів в щільних ґрунтах з оптимальною вологістю застосовується спосіб проходки пневмоударними машинами типу “Кріт” (рис. 1.144). Робочим органом цих машин є їх корпус, який має форму циліндра загостреного спереду. Повітророзподільча система пневмопробійника забезпечує надійний пуск машини, а також дозволяє здійснити реверсування ходу.



Рис. 1.144. Вихід пневмоударної машини в приймальний котлован

Таким способом прокладаються труби діаметром 50...400 мм, довжиною до 50 м.

Після прокладання будь-яким способом кожуха, здійснюється протягування через нього робочої труби (рис. 1.145).

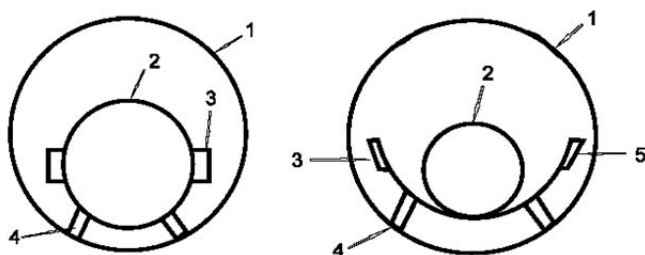


Рис. 1.145. Схема протягування робочої труби через кожух:
1–кожух; 2 – робоча труба; 3 – хомути; 4 – повзунки; 5 – лоток

Як правило, робоча труба на ділянці безтраншейного переходу, виконується сталевією (рис. 1.146). До неї, безпосередньо перед протягуванням, приварюються металеві повзунки на всій довжині, а в голові секції, що протягується, приварюються хомути за які кріпиться тяговий трос. Протягування здійснюється тросовими лебідками або тракторними тягачами.



Рис. 1.146. Сталеві робочі труби у кожухах

Якщо є потреба протягнути скрізь кожух не сталеві труби або труби, що не з'єднуються зварюванням виготовлюють сталевий лоток, на який вкладаються, наприклад, азбестоцементні труби і лоток протягується у кожух.

Під час експлуатації такого переходу під будь-якою перешкодою, є можливість, за необхідності, замінити робочу трубу.

1.1.2.9. Перехід трубопроводами через водні перешкоди

Під час будівництва водогосподарських та інших об'єктів, зокрема трубопроводів, часто виникає потреба прокладання їх через річки, озера, водосховища, канали та інші водні перешкоди.

Як правило, трубопровід вкладається в траншею, що розроблюється на дні.

Глибина закладання трубопроводів під водними перешкодами, рахуючи від рівня можливого розмиву їх до верху труби, повинна бути не менше 0,5 м при прокладанні його під ріками, каналами, протоками та іншими водотоками і не менше 1 м при прокладанні його під судноплавними ріками. Розрахункові відмітки дна

визначаються з урахуванням можливої зміни русла річки, розмиву берегів.

Ширина траншеї у всіх випадках повинна перевищувати діаметр трубопроводу з навішеним вантажем не менше, ніж на 1 м і використовуватися залежно від швидкості її замулення та методу розробки.

Для розробки траншей на дні водостоків застосовують різне обладнання.

Екскаратори використовують у випадку перетину трубопроводами дрібних річок та струмків без додаткових заходів при глибині води до 1 м, а під прикриттям перемичок з тимчасовим відводом води при глибині більше 1 м. (Робоче обладнання екскаратора: драглайн, зворотна лопата).

Канатно-скреперні установки застосовують як на судноплавних, так і на несудноплавних ріках з швидкістю течії до 2,5 м/с.

Скреперними установками можна розробляти усі види ґрунтів, включаючи розпушену вибухом скелю. Ширина траншеї, яка розробляється скреперною установкою визначається розмірами ковша і коливається від 1 до 2,5 м (рис. 1.147).



Рис. 1.147. Баштові канатно-скреперні установки

Гідромоніторні установки розробляють методом розмиву на глибину 5-6 м ґрунти всіх груп до слабкої розбірної скелі включно. Робота гідромонітора більш ефективна при високій швидкості течії води в річці, що сприяє інтенсивному виносу розмитого ґрунту.

Глибина та ширина траншеї, що розробляється під водою гідромонітором, обмежуються швидким затуханням дії струменю по мірі збільшення відстані від торця гідромонітора до ґрунту. Для розмиву траншеї на більшу глибину, ґрунт розробляється пошарово.

Розмив ґрунту гідромонітором здійснює водолаз.

Гідравлічні та пневматичні ґрунтовсмоктуючі установки використовують для розробки мулуватих, піщаних та гравелистих ґрунтів. Таки установки, що обладнані розпушувачами, можуть розробляти щільні ґрунти (рис. 1.148).



Рис. 1.148. Розробка траншеї на дні річки ґрунтовсмоктуючою установкою (земснарядом)

Укладання трубопроводів під водою можна здійснювати кількома способами.

Опускання трубопроводу може здійснюватися з плавучих або стаціонарних опор. Цей спосіб містить у собі наступні основні операції: спуск пліті із стапеля на воду, доставка її до місця вкладки, заведення у створ підводного переходу. Змонтована пліть труб транспортується у воду по рейках на вагонетках або роликах.

Якщо немає можливості повністю змонтувати пліть на стапелі, її зварюють з окремих секцій довжиною 100...200 м і спускають на воду поступово доточуючи. У такому випадку необхідно закріпити спущений кінець якорями, щоб запобігти вигину пліті під дією течії, вітру та хвиль, а також захистити її від випадкового навалу суден та плотів.

Стапель для монтажу та зварювання пліті при прямолінійній ділянці річки у плані можна розташувати вздовж урізу води на пальових опорах. В цьому випадку довжина стапеля повинна бути рівна довжині пліті, що зварюється.

На місці переходу пліть розвертають, заводять у створ та закріплюють від зносу течії з допомогою плавучих опорних точок (рис. 1.149).

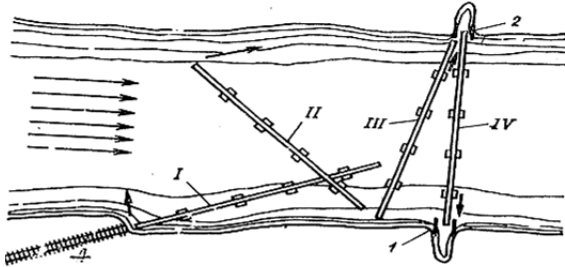


Рис. 1.149. Схема заведення трубопроводу у створ переходу

Встановлену в створ пліть заливають водою або додатково баластують для досягнення проектної маси.

Після перевірки якості монтажу та випробувань на щільність пліть опускають на дно з допомогою тросів, пускаючи їх з корб або кнехтів.

Опускання трубопроводів зі стаціонарних опор принципово не відрізняються від опускання його з плавучих опор і застосовується тільки за відсутності судноплавства, а також відсутності плавучих засобів на будівництві.

Опускання трубопроводу з льоду може бути застосоване при будь-якому діаметрі трубопроводу при товщині льоду, достатній для утримування маси труб та вантажопідйомної техніки, та при швидкості течії не більше 2 м/с.

Протягування трубопроводу по дну застосовується для вкладання трубопроводу за наявності плавного рельєфу дна підводної траншеї та берегової смуги, на якій розташовано будівельний майданчик, а також при наявності на березі у створі переходу майданчика достатньої довжини для влаштування стапеля та вузької колії з ухилом в сторону річки 0,001...0,005 (рис. 1.150).

Перед протягуванням на кінець головної секції приварюється спеціальна конусоподібна заглушка, яка є одночасно оголовком секції, за яку чіпляється тяговий трос (рис. 1.151).



Рис. 1.150. Підготовлені для протягування секції трубопроводу

Вкладання трубопроводу методом поступового доточування застосовують при спорудженні підводних переходів через озера, затоки та водойми великої ширини.

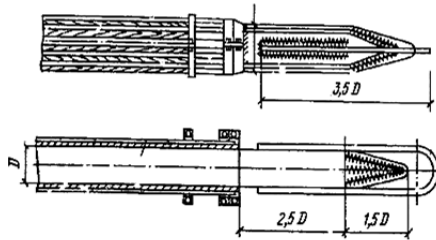


Рис.1.151. Заглушка для протягування труб

Заздалегідь заготовлені, на березі секції довжиною 24, 36 або 48 м завантажують на баржу і доставляють до плавучої бази, де зварюють раніше занурені та знов доставлені секції, контролюючи якість зварювання та ізоляції стиків.

Для запобігання спливання трубопроводів, прокладених по дну водостоків його баластують додатковим вантажем.

Трубопровід повинен мати від'ємну плавучість, тобто повинна витримуватись умова: $q < P$, де q – розрахункова вага води, що витиснута 1 м трубопроводу, або виштовхуюча сила води на 1 м трубопроводу; P – розрахункова вага 1 м трубопроводу (з ізоляцією, футеровкою тощо) на повітрі.

Найбільшого розповсюдження набув спосіб обваження трубопроводу залізобетонним вантажем сідлоподібної форми або рознімним чавунним, який складається з двох напівкілець, що скріплюються болтами (рис. 1.152).

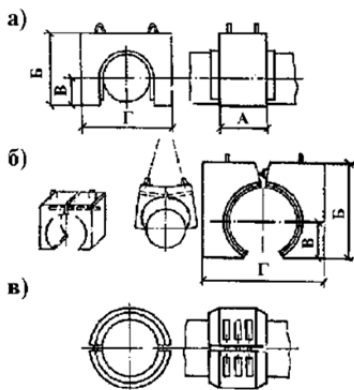


Рис. 1.152. Залізобетонний вантаж:

а – сідлоподібної форми; б – рознімний; в – кільцевої форми

1.1.3. Будівництво колекторно-дренажної мережі на зрошувальних системах

Закрита колекторно-дренажна мережа на землях, що зрошуються, забезпечує відведення надлишку ґрунтових вод, запобігаючи тим самим заболоченню та засоленню ґрунтів.

В технології будівництва закритого дренажу у зоні зрошення є певні особливості.

Початкова глибина закладання дрен досягає 3...4 м. Відстань між дренами залежно від ґрунтових умов коливається в межах 80...300 м. Мінімальний діаметр дрен на зрошенні 100 мм.

Як правило, дрени на зрошенні прокладаються в слабо-проникних ґрунтах, тому для збільшення їх фільтраційної спроможності необхідно влаштовувати додаткові обсіпки.

В зоні зрошення для влаштування дрен використовують: азбестоцементні безнапірні труби $d=100...300$ мм. Ці труби, в основному, застосовують при відведенні дренажних вод від особливо важливих об'єктів, населених пунктів і промислових майданчиків.

Перед укладанням дрен з азбестоцементних труб в їх стінках нарізується перфорація у вигляді щілин розташованих по колу під кутом 120° . Розміри щілин: довжина 100...120 мм, ширина 2...3 мм. Загальна площа отворів залежить від величини дренажного модуля.

Керамічні дренажні труби $d=100...250$ мм, $L=500$ мм, використовувалися доволі широко при будівництві дренажу на системах Криму, у даний час практично не застосовуються.

Дренажні гофровані труби (рис. 1.153), виготовлені з поліетилену, наповненого поліетилену, полівінілхлориду, поліпропілену $d=100...200$ мм, закладаються на глибину до 5 м.

Дренажні гнучкі виті труби (ТДВП) виготовляються з полівінілхлориду $d=100...200$ мм глибина закладання до 5 м і (ТДВПУ) $d=100...300$ мм, глибина закладання до 8 м.

Труби бетонні фальцеві ТФ, ТФП(з плоскою підшоєю) $d=200$ мм, довжиною 2 м.



Рис. 1.153. Дренажні гофровані труби глибокого закладання

Для улаштування закритих колекторів використовують:

- бетонні фальцеві труби ТФД-2,3,4, $L=5$ м;
- залізобетонні безнапірні труби РКТ, РТ $d_y=500...1600$ мм, довжиною 5 м.
- пластмасові спіральнo-зварні труби (рис. 1.154) $d_y=300...1200$ мм, довжиною 6 і 8 м.



Рис. 1.154. Поліетиленові безнапірні спіральозварні труби

Будівництво дренажу в зоні зрошення ведеться трьома способами: широкотраншейним, траншейним та безтраншейним.

При укладанні дрен широкотраншейним способом розробка траншей здійснюється однокішчевими екскаваторами (драглайн або зворотна лопата), а укладання дренажних труб виконується вручну, або за необхідності з застосуванням кранових механізмів.

Широкотраншейний спосіб використовують, як правило, в важких ґрунтах при високому стоянні рівня ґрунтових вод і в сухих ґрунтах за відсутності дреноукладачів, параметри яких відповідали б проектній глибині закладання дрени, а також в ґрунтах з великим вмістом каміння, похованої деревини.

Якщо рівень ґрунтових вод знаходиться нижче проектного рівня закладання дрени, то труби укладаються безпосередньо на дно траншеї.

При високому рівні стояння ґрунтових вод укладання дренажних труб здійснюється на так звану „полічку” (рис. 1.155), яка повинна мати відмітку вище відмітки дна водовідвідного напрямку розташованого поруч.

Траншея при цьому способі виконується з укосами, коефіцієнт закладання яких повинен відповідати вимогам діючих нормативів.

Розробку траншей обов’язково ведуть за схемою “знизу – вгору” від водоприймача.

Азбестоцементні бетонні або залізобетонні труби при масі однієї труби до 150 кг подаються в траншею з застосуванням багатозахватних траверс. Труби попередньо розвозяться і розкладаються уздовж траси.

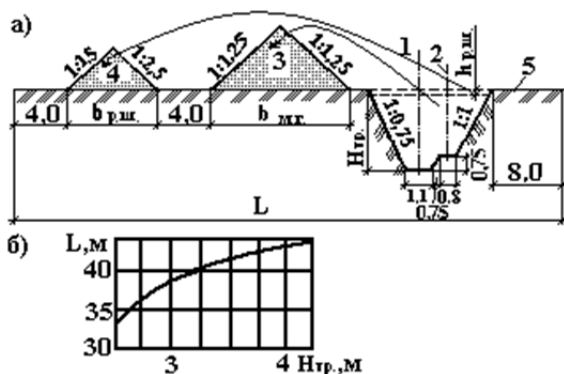


Рис. 1.155. Схема влаштування траншеї з “полицею”:
 а – схема розробки траншеї екскаватором-драглайн; б – графік залежності смуги тимчасового відчуження земель від глибини траншеї; 1 – вісь проходки екскаватора; 2 – вісь дрени; 3 – тимчасовий кавальєр мінерального ґрунту; 4 – тимчасовий кавальєр рослинного ґрунту; 5 – монтажна зона; L – смуга тимчасового відчуження землі; $H_{тр}$ – глибина траншеї з “полицею”; $h_{рш}$ – глибина рослинного шару ґрунту; $b_{мг}$ – ширина кавальєру мінерального ґрунту; $b_{рш}$ – те ж, кавальєру рослинного ґрунту

Дренажні або колекторні труби повинні укладатися тільки на суху полицю (рис. 1.156), для чого на ній, як правило, влаштовується щебенева підготовка, товщиною 10 см.



Рис. 1.156. Укладання дренажного колектору з бетонних фальцевих труб на полицю

Навколо, вкладеної на полицю дренажної труби, яка обгорнута захисним фільтруючим матеріалом, додатково ще робиться піщано-щебенева обсіпка. Піщано-щебенову суміш, як правило, подають в траншею механізованим способом: спеціалізованими автотранспортувачами (рис. 1.157), екскаватором з грейферним ковшем або краном з цебром.

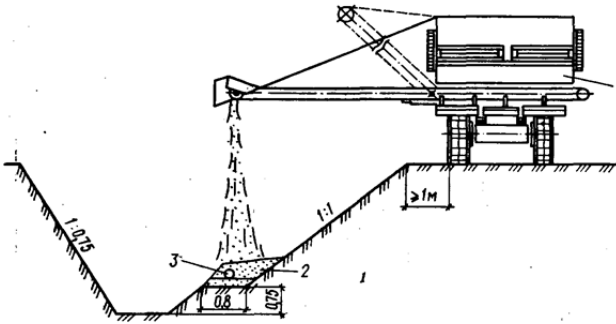


Рис. 1.157. Механізована подача в траншею гравійно-піщаного обсіпання: 1 – двохосьовий автотранспортувач; 2 – фільтруюча обсіпка; 3 – дрена

Траншейний спосіб є найбільш розповсюдженим у світовій практиці улаштування дренажу глибокого закладання. Це пов'язано з тим, що провідні виробники налагодили випуск траншейних екскаваторів-дреноукладачів, які спроможні вкладати дренажні труби на значну глибину.

Екскаватори-дреноукладачі глибокого закладання випускаються двох класів: для влаштування дрен $d=100\text{...}200$ мм, на глибину до 5 м (рис. 1.158) і для будівництва закритих колекторів діаметром до 600 мм, на глибину до 8 м (рис. 1.159).

Укладання дренажу з полімерних труб за допомогою дреноукладачів складається з таких технологічних операцій: підготовка робочої смуги й установка лазерної системи керування робочим органом; транспортування барабанів з трубами; риття початкової ділянки траншеї до позначки, що відповідає місцю закладення дрени, встановлення дреноукладача у вихідне положення; розробка траншеї, вкладання труб з обсіпкою фільтруючим матеріалом і попередньою присипкою ґрунтом;

остаточне засипання траншеї бульдозером і відновлення рослинного шару.



Рис. 1.158. Екскаватор-дреноукладач для влаштування дрен



Рис. 1.159. Екскаватор-дреноукладач для укладання колекторів

Дренажні труби діаметром до 200 мм транспортуються на об'єкт в бухтах або намотаними на барабан і в такому вигляді навішуються на спеціальний пристрій дреноукладача.

При влаштуванні колекторів діаметром більше 200 мм дренажні труби розкладаються вздовж траси і по мірі руху екскаватора – дреноукладача подаються робітниками у направляючий пристрій машини. Дреноукладачі обладнуються бункером для завантаження гравійно-піщаного фільтра і транспортерами зворотного засипання.

За допомогою крану барабан з трубами навішується на дреноукладач і кінець труби пропускається через направляючий захисний кожух таким чином, щоб він виступав за межі кожуха на 1 м, і закріплювався на дні траншеї металевими скобами. Надалі

кінець труби приєднується до оголовка. Дренажні полімерні труби при зміні барабану стикаються між собою за допомогою пластмасових муфт.

Одночасно з вкладанням труб способом „полиці” чи слідом за проходом дрепоукладача монтується оглядові колодязі за допомогою автомобільного чи тракторного гусеничного крану. Монтаж оглядових колодязів глибиною більше ніж 3 м з залізобетонних кілець варто виконувати в два прийоми. Спочатку встановлюються кільця на висоту 3 м і після виконання зворотної засипки виконується монтаж іншої частини колодязя.

Безтраншейний спосіб будівництва дренажу застосовується в стійких зв'язних ґрунтах при відсутності ґрунтових вод, а також у незв'язаних ґрунтах і в ґрунтах пливунного типу при глибині закладання дрен до 3 м і діаметрі до 150 мм (рис. 1.160), колекторів до 4 м (рис. 1.161).



Рис. 1.160. Безтраншейний дрепоукладач для труб діаметром до 150 мм

Технологія будівництва пластмасового дренажу з піщано-гравійним фільтром на основі застосування безтраншейних дрепоукладачів складається з влаштування вікна в кавальєрах колектору, підготовки трас дрен, розробки піонерного шурфу, розвезення бухт труб для дрен і розкладка труб уздовж трас, колекторів, вкладання дренажної або колекторної лінії, влаштування споруд, відновлення кавальєру.



Рис. 1.161. Укладання колектора безтраншейним дрепоукладачем

Піонерний шурф розробляють одноківшевим екскаватором. Лобова стінка шурфу, у котру буде врізатися робочий орган дрепоукладача, виконується вертикальною. Шурф довжиною не менше ніж 3 м розташовується на відстані 10 м від брівки відкритого колектора, а при впадінні дрени в закритий колектор – над збирачем.

Питання для самоконтролю

1. Які підготовчі роботи виконуються перед початком будівництва трубопроводів?
2. Які механізми використовуються для розробки траншей?
3. Назвіть труби, що використовуються для влаштування зрошувальних трубопроводів.
4. Як з'єднуються азбестоцементні труби?
5. З якою метою наноситься на труби гідроізоляція?
6. З допомогою яких пристроїв монтуються залізобетонні труби?
7. Назвіть за допомогою чого з'єднуються пластмасові труби.
8. Як монтуються пластмасові труби з розтрубами?
9. Як готуються торці сталевих труб до з'єднання?
10. За допомогою яких пристроїв забезпечується паралельність торців труб, що зварюються?
11. Чим виконуються з'єднання сталевих труб?
12. За якою схемою укладаються сталеві труби в траншею?
13. Назвіть порядок зворотної засипки трубопроводу.

14. Яким способами і для чого виконуються випробування трубопроводів?
15. Що таке спосіб продавлювання?
16. Що таке направлене буріння?
17. Якими механізмами здійснюється розробка траншей по дну водотоків?
18. Якими методами вкладаються трубопроводи під воду?
19. Які труби використовуються для влаштування колекторно-дренажної мережі на зрошуваних землях?
20. Які способи використовуються для будівництва колекторно-дренажної мережі
21. Які механізми призначені для будівництва колекторно-дренажної мережі?

1.2. Будівництво осушувальних систем

1.2.1. Підготовка території при будівництві осушувальних систем

До складу осушувальної системи сільськогосподарського призначення входять: осушувана територія, водоприймач, огорожувальна, провідна і регулююча осушувальна мережі; захисні дамби обвалування, насосні станції для осушення і зволоження; водоймища; гідротехнічні споруди, що забезпечують керування водою на осушуваній площі, експлуатаційні дороги, тощо.

Будівництво осушувальної системи починається з проведення робіт з регулювання водоприймачів (заболоченої річки, струмка, балки, яру, озера, водоймища, тощо). Вони характеризуються нерівномірною глибиною – від 0,5 до 4 м, змінною шириною від одного до декількох метрів як на дні, так і зверху.

Комплекс робіт з регулювання річок-водоприймачів складається з наступних будівельних процесів:

- поглиблення і розширення річки, що забезпечують необхідну пропускну здатність водоприймачів;
- спрямлення річки за аналогією з будівництвом магістральних каналів;
- засипання старорічищ, влаштування перемичок для проїзду машин і їх наступного розбирання;

- розрівнювання відвалів ґрунту, вийнятого з річки;
- очищення берм і влаштування водопропусків для стоку поверхневих вод у водоприймач;
- будівництво дамб обвалувань.

Черговість робіт, способи і засоби їхнього виконання встановлюються проектом виконання робіт і корегуються в залежності від характеру робіт, обсягів, термінів їх проведення з урахуванням місцевих умов.

На важкопрохідній для механізмів місцевості регулювання водоприймачів виконується в зимовий час або в найбільш сухий період року.

Машини і механізми, що виконують земляні роботи з поглиблення, розширення і випрямлення річищ водоприймачів, повинні просуватися від гирла ріки в гору, щоб забезпечити стік води з осушуваної території і поліпшити умови їх роботи.

Попередньо перед регулюванням водоприймачів виконується будівельна (робоча) розбивка траси, зведення лісу, видалення чагарнику, корчування пнів. Для видалення чагарнику і дрібнолісся застосовуються механічні пилки, корчувачі-збирачі, кущорізи і інші пристосування на тракторах і екскаваторах.

Розширення, поглиблення і розчищення водоприймачів, як правило, виконуються однокішшевіми екскаваторами з робочим обладнанням драглайн, екскаваторами-амфібіями (рис. 1.162). При техніко-економічному обґрунтуванні ці роботи можна виконувати земснарядами і землечерпалками, якщо річище ріки не засмічене пнями, стовбурами дерев, великим камінням.



Рис. 1.162. Регулювання водоприймачів:
а – екскаватором-драглайн; б – екскаватором-амфібією

Спрявлення річки-водоприймача здійснюється шляхом влаштуванням прорізу (прокопів) між звивинами ріки, після чого старе русло засипається ґрунтом, вийнятим із прорізів (рис. 1.163).

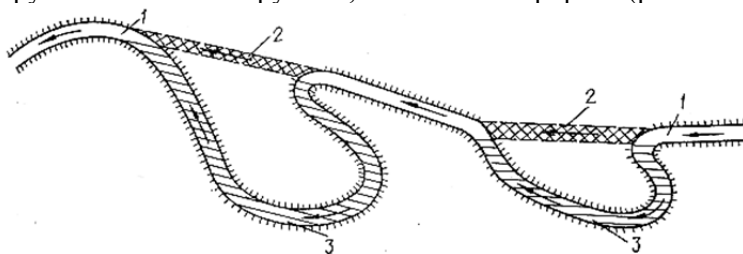


Рис. 1.163. Спрямування річки-водоприймача осушувальної системи:
1 – річка; 2 – прокоп; 3 – ділянки старих звивин річки-водоприймача, що засипається

Найчастіше прорізи розробляються однокішневими екскаваторами типу драглайн або зворотна лопата на розширеному гусеничному ході. На слабких ґрунтах екскаватори працюють на сланях, тобто настілах зі сталевих щитів або брусів, що перекладаються по мірі проходки. Прорізи також можна влаштувати вибуховим способом. Верхня частина прорізу на глибину 1,5-2 м за відсутності ґрунтових вод виконується бульдозерами і скреперами.

Екскаваторні відвали розрівнюються бульдозерами або формуються у постійні кавальєри, в яких влаштовуються водопропуски шириною 2-3 м для стоку поверхневих вод у річку-водоприймач.

1.2.2. Будівництво каналів осушувальної системи

Технологія будівництва осушувальних каналів відкритої осушувальної мережі має особливості, що визначаються їх трасуванням, експлуатацією та ґрунтовими умовами:

- траси осушувальних каналів проходять тільки у виїмках (крім нагірно-ловильних);
- ґрунтові води на трасах цих каналів зазвичай розташовані близько до поверхні;

- водонасичені ґрунти мають низьку несучу спроможність, що ускладнює пересування та роботу машин;
- спостерігається значне зниження продуктивності машин у зв'язку з налипанням ґрунту, черпанням його з-під води, застосуванням сланей тощо;
- необхідність дотримуватися черговості й послідовності будівництва каналів від старшого до молодшого і проти течії;
- в слабких ґрунтах, що опливають (торф'яники, піски), розробку ґрунту в перетині каналів ведуть в 2...3 етапи з поступовим доведенням перетину до проектного, у міру пониження рівня ґрунтових вод;
- необхідність розрівнювати більшість відвалів шаром 0,1...0,5 м;
- необхідність забезпечувати стік поверхневих вод в канали, влаштовуючи у всіх понижених місцях (тальвегах) лійки або інші спорудження.

В нестійких ґрунтах перетинам крупних каналів і річкам-водоприймачам, що регулюються часто надають параболічну або полігональну форму. Для розробки ґрунту у виїмках з такими поперечними перетинами використовують в основному однокішцеві екскаватори з робочим обладнанням драглайн (рис. 1.164).



Рис. 1.164. Розробка осушувального каналу екскаватором драглайн

Земляні роботи при будівництві осушувальних каналів зводяться до наступних операцій:

- зняття рослинного шару;

- розробка ґрунту у виїмках з переміщенням його в тимчасові або постійні кавальєри;
- розрівнювання ґрунту тимчасових кавальєрів на смузі вздовж трас каналів;
- зачищення укосів і ліквідація недоборів на дні каналів.

На слабких водонасичених ґрунтах слід використовувати машини болотної модифікації з розширеними гусеницями, що забезпечують передачу тиску на ґрунт в межах 12...20 кПа.

Звичайні будівельні екскаватори з нормальною гусеничною ходою в таких умовах застосовують тільки розміщуючи їх на спеціальних щитах-сланях (рис. 1.165).

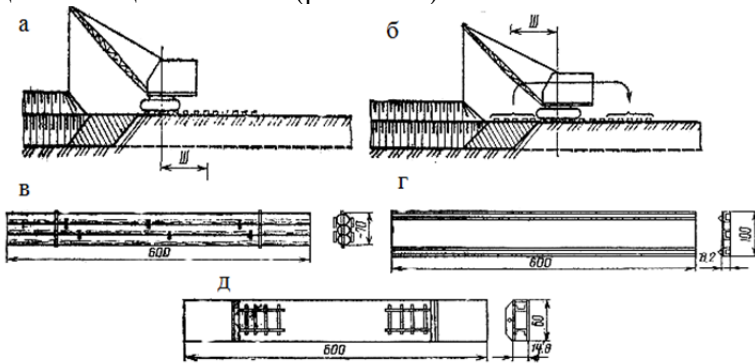


Рис. 1.165. Розробка ґрунту однокішшевиими екскаваторами зі сланей: а – розробка ґрунту драглайном, що стоїть на сланях; б – пересування екскаватора і перенесення частини сланей вперед за ходом розробки (Ш – крок екскаватора); в – дерев'яні поздовжні слані з колод діаметром 24...25 см; г – металевий поздовжній щит; д – металевий поперечний щит

Водонасичені торф'янисті ґрунти, не осушені попередньо, доцільно розробляти у зимовий період. Ці ґрунти, промерзаючи на порівняно невелику глибину, стають прохідними для машин і без великих труднощів розробляються однокішшевиими екскаваторами.

Перетини каналів в ґрунтах, що опливають та нестійких ґрунтах (пісок, торф) слід розробляти в кілька етапів. Розробка перетину до проектних розмірів за один прохід, як правило, приводить до опливання укосів під дією гідростатичного тиску фільтруючих в канал ґрунтових вод. Наступна доробка ґрунту в перетині

приводить до значного збільшення обсягу робіт через надмірне зволоження укосів.

З урахуванням досвіду будівництва рекомендується поетапна розробка перетинів каналів в нестійких ґрунтах (рис. 1.166).

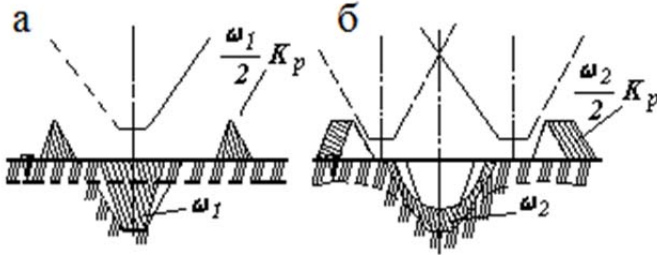


Рис. 1.166. Технологічні схеми виконання земляних робіт влаштування відкритих осушувальних каналів в нестійких ґрунтах:

а – розробка ґрунту в піонерному каналі-траншеї; б – доробка перетину каналу до проектних розмірів після пониження рівня ґрунтових вод

Спочатку по осі майбутнього каналу, починаючи від водоприймача, розробляють піонерну траншею. Такій піонерний канал-траншея частково дрениє навколишню площу, його укоси опливають, і перетин сильно деформується.

Після пониження рівня ґрунтових вод в зоні піонерної траншеї на 0,5...0,7 м, на що потрібно залежно від фільтраційних властивостей ґрунту від 7 до 25 діб, перетин дороблюється до проектних розмірів. При великій глибині каналу може знову статися опливання укосів. Тоді перетин до проектних розмірів доробляється в три прийоми і більше.

Вийнятий з виїмки ґрунт після підсихання у тимчасових кавальєрах розрівнюється вздовж каналу рівним шаром бульдозерами. Тривалість підсихання залежить від виду і щільності ґрунту, інтенсивності і кількості атмосферних опадів, пори року. В літній період ґрунт можна розрівнювати через 10...15 діб після розробки. Щільні глинисті ґрунти, що погано віддають воду, рекомендується залишати в тимчасових кавальєрах на зиму для виморожування і розпушування при вивітрюванні. Розрівнювати їх слід після підсихання в весняно-літній період наступного року.

Вздовж каналів, коли є потреба зберегти рослинний ґрунт, він знімається зі всієї ширини смуги, що буде зайнята кавальєрами.

Після розрівнювання, мінеральний ґрунт покривається рослинним шаром.

Для розробки каналів осушувальної мережі у виїмці, з строго визначеними розмірами поперечного перетину, призначені фрезерні спеціалізовані каналокопачі (рис. 1.167) та плужні каналокопачі (рис. 1.168).



Рис.1.167. Двохфрезерний каналокопач



Рис. 1.168. Плужний каналокопач

Застосування цих машин обмежено ґрунтовими умовами: плужні каналокопачі використовуються переважно в перезволожених ґрунтах в суху пору року; каналокопачі з фрезерними робочими органами переважно в мокрих, торф'янистих ґрунтах без включень; двохранторні каналокопачі на легких, неналипаючих ґрунтах.

Розробляючи ґрунт, всі ці машини формують поперечний профіль каналу за один прохід з похилом дна, що повторює рельєф місцевості.

Для отримання дна каналу з заданим похилом необхідно попередньо спланувати поверхню на трасі каналу, дотримуючись необхідного похилу. Однак, при прокладанні каналу в перезволожених ґрунтах, попередній прохід трактора порушує цілісність дернового покриву і знижує прохідність наступних за ним машин. Тому заданий похил каналу забезпечується встановленням копірних систем на каналокочачах (по лазерному промінню).

В нестійких ґрунтах, як правило, передбачають кріплення русел і укосів осушувальних каналів, причому зазвичай у нижній частині річища влаштовують лоток прямокутного перетину (рис. 1.169).



Рис. 1.169. Кріплення осушувального каналу хмизовим плотом і обдернуванням

В якості матеріалу для кріплення русла використовують хмиз, дерн, дошки, каміння (рис. 1.170), лотки, бетонні та залізобетонні плити (рис. 1.171).

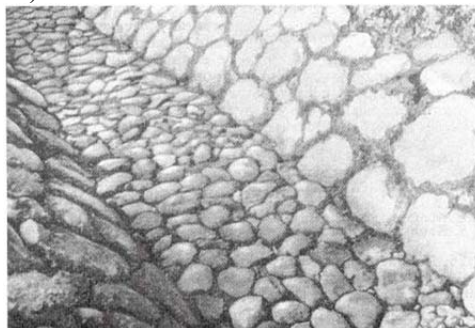


Рис. 1.170. Кріплення осушувального каналу брукуванням

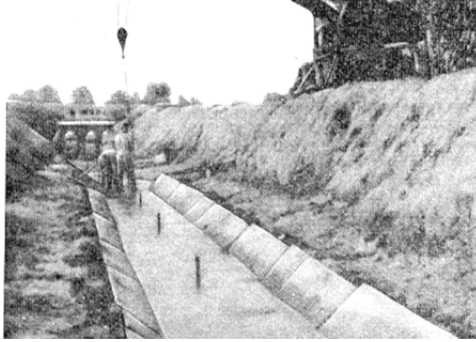


Рис. 1.171. Кріплення нижньої частини каналу залізобетонними плитами

Кріплення укосів вище річища здійснюється біологічними методами: залуженням, посівом багаторічних трав по шару попередньо насипаного рослинного ґрунту або торфокрихти.

Найбільш сучасним і ефективним є кріплення осушувальних каналів георешітками (рис. 1.172), після встановлення яких комірки заповнюються при необхідності бетоном, щебенем або рослинним ґрунтом з наступним посівом багаторічних трав.



Рис. 1.172. Кріплення каналу георешіткою

1.2.3. Будівництво дренажу на осушуваних землях

1.2.3.1. Види дренажу і матеріали для його будівництва

Закритий дренаж являє собою систему підземних труб для зниження рівня ґрунтових вод.

У порівнянні зі зниженням рівня ґрунтових вод мережею відкритих каналів закритий дренаж має ряд відмінностей і переваг:

- при осушенні закритим дренажем територія не розділяється на окремі ділянки, а являє собою суцільний масив безперешкодний для застосування техніки;

- відсутні вогнища бур'янистої рослинності, розповсюджені на укосах каналів і берм при осушенні відкритою мережею;

- при осушенні закритим дренажем досягається оптимальний водно-повітряний і тепловий режим, що сприяє більш високому врожаю сільськогосподарських культур, ніж при осушенні відкритими каналами.

За даними науки і практики при осушенні території закритим дренажем врожай зернових і овочевих культур підвищується на 10-24 %.

Явні переваги закритого дренажу перед іншими способами осушення сприяють його широкому впровадженню в практику меліоративного будівництва.

Дренажна система складається з регулюючої і провідної частин, що включають дренажні лінії, колектори, сполучення дрен з колекторами, дренажні гирла, оглядові колодязі, труби-переїзди, шлюзи-регулятори, перепади і водоприймачі.

Дренаж буває матеріальний і кротово-щілинний. Кротово-щілинний дренаж виконується у вигляді кротовин або щілин без кріплення чи заповнення їх яким-небудь матеріалом. Такий дренаж недовговічний, тому він застосовується лише в особливо сприятливих ґрунтових умовах (малорозкладений торф, глина).

Матеріальний дренаж характеризується використанням різних матеріалів (каменю, жердин, фашин, дощок, гончарних і пластмасових труб).

Кам'яний, фашинний і дерев'яний дренажі мають порівняно невеликий термін служби і вимагають великих витрат праці при будівництві. В даний час вони практично не застосовуються, а широке поширення одержав трубчастий дренаж, термін служби якого визначається довговічністю матеріалу труб і часом їх замулення.

Глибина закладання дренажу при осушенні становить 0,7-1,8 м. Відстань між дренами приймається за розрахунком у межах від 10 до 40 м.

У минулі роки найбільше поширення при будівництві дренажу на перезволожених землях мав керамічний (гончарний) дренаж. Для

його влаштування використовувалися гончарні трубки довжиною 333 мм діаметром 50-150 мм, що укладалися з зазорами в стиках 1-2 мм. Дренажні трубки випускалися трьох типів: з циліндричною, шестигранною і восьмигранною зовнішньою поверхнею (рис. 1.173).

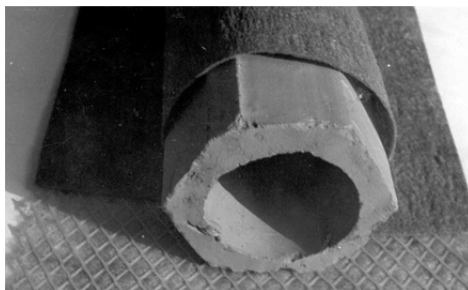


Рис. 1.173. Гончарна шестигранна дренажна трубка

Вкладання трубок виконувалося вручну в попередньо розроблену траншею.

Стики дренажних труб для захисту дренажу від замулення обкладалися волокнистим фільтруючим матеріалами.

З часом для зменшення трудових витрат керамічні дренажні трубки стали з'єднувати пластмасовими муфтами з перфорацією, обмотаними захисним фільтруючим матеріалом.

Керамічний дренаж використовувався для осушення мінеральних ґрунтів, дрібно перелогових торфовищ. Він застосовується також для глибоко перелогових торфовищ, але в цьому випадку керамічні труби повинні були укладатися на спеціальні стелажі.

В даний час, в практиці улаштування систематичного дренажу практично у всіх випадках використовуються пластикові труби, які виробляються з поліетилену низького тиску (поліетилен високої щільності), поліпропілену, полівінілхлориду методом екструзії. Пластикові дренажні труби мають однорідну будову, не схильні до дії корозії, довговічні, термін служби перевищує 50 років. Крім того, вони відносно недорогі, зручні для транспортування, у використанні при здійсненні монтажу, система з поліетиленових

труб збирається досить швидко і легко, без необхідності використання спеціалізованого інструменту.

Для влаштування дренажу на осушуваних землях використовуються гофровані труби круглого перетину, діаметром 50-125 мм із перфорацією від 2 до 3,5 тис. отворів на 1 м труби (рис. 1.174).



Рис. 1.174. Пластикова гофрована труба з перфорацією

Гофровані стінки труб не тільки збільшують спроможність труб до протидії здавлюванню, але й сприяють їх еластичності, що дає можливість змотуванню довгих відрізків труб та складуванню і транспортуванню їх у бухтах (рис. 1.175)



Рис. 1.175. Бухти дренажних пластмасових труб

Для влаштування дренуючих колекторів останнім часом багатьма фірмами розпочато випуск двошарових гофрованих поліетиленових і поліпропіленових труб $d=110...400$ мм з перфорацією (рис. 1.176). Довжина таких труб 6 м, з'єднуються вони між собою пластмасовими муфтами.

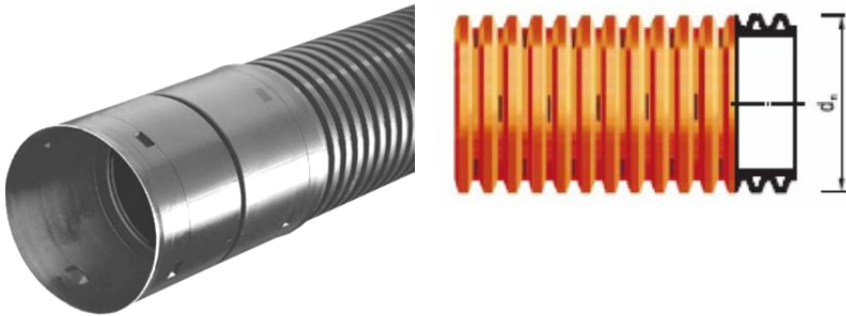


Рис. 1.176. Двошарова поліетиленова труба з муфтою для з'єднання

Двошарові труби – це труби з гладкою внутрішньою поверхнею та суцільною або порожнистою спіральною чи кільцевою зовнішньою стінкою. Основні переваги таких труб це висока кільцева жорсткість при малій питомій масі, мала шорсткість внутрішньої поверхні труб, що забезпечує значно більшу пропускну здатність порівняно з іншими трубами, а також менші значення незамулювальних швидкостей, висока опірність до стирання абразивними частинками, що містяться у дренажних водах.

Для під'єднання пластмасових дрен до колекторів, колодязів, тощо випускається ціла лінійка фасонних частин з поліетилену полівінілхлориду та інших матеріалів (рис. 1.176).



Рис. 1.176. Пластмасові фасонні частини

З метою захисту дрен від замулення та підвищення їх водоприймальної спроможності застосовують різноманітні захисні фільтруючі матеріали (ЗФМ) природнього та штучного походження.

Довгий час як фільтруючий матеріал використовували мох, це хоч і надійний матеріал, але його заготівля та укладання на стики трубок дуже трудомісткій процес і екологічно небезпечний для місцевості, де здійснюється його збирання (водна та вітрова ерозія).

Потім почали використовувати скловолокно та мінеральні вати, але ці матеріали небезпечні як в роботі, так і для навколишнього середовища в процесі експлуатації.

Тому з часом при захисті дренажних труб перейшли до застосування синтетичних ЗФМ: неткане голкопробивне полотно, клеєне неткане полотно, клеєне синтетичне полотно, дарніт та геотекстиль (рис. 1.177). Європейські фірми широко застосовують захисні фільтри з кокосового волокна, що експортуються з Африки (рис. 1.178). Це дуже ефективний природний фільтруючий матеріал, що не гние.



Рис. 1.177. Дренажна труба з намотаним попередньо геотекстильним фільтром



Рис. 1.178. Дренажні труби з фільтром з кокосового волокна

Намотування захисного фільтруючого матеріалу на пластмасові дренажні труби здійснюється, як правило, попередньо перед їх укладанням в заводських умовах або на підготовчих базах будівельних організацій.

Для намотування фільтрів на дренажні труби використовуються спеціальні станки (рис. 1.179).



Рис. 1.179. Станок для обмотування труб захисним фільтруючим матеріалом

Для зведення оглядових колодязів, гирлових та інших споруд на дренажній мережі використовують як класичні залізобетонні деталі (рис. 1.180), так і деталі з нових прогресивних матеріалів.



Рис. 1.180. Колодязь з залізобетонних кілець

Наприклад, полімерні колодязі, що виготовлюються зі спіральнo-зварних конструкцій можуть виконувати функції оглядових колодязів, поглиначів поверхневих вод, колодязів для промивання дренажу. Діаметри полімерних колодязів коливаються від 400 до 1200 мм, висота 2,5...6 м, маса 1 м колодязя до 12 кг (рис. 1.181, рис. 1.182).



Рис. 1.181. Полімерний колодязь для промивання дренажів



Рис. 1.182. Оглядний колодязь з пластику

Для споруд на дренажній мережі застосовують також деталі з полімерсклофібробетону (дрібнозернистий пісковий бетон, який армується відрізками скловолокон, покритих полімерними смолами).

Вироби з цього матеріалу мають високу міцність, що дозволяє виготовляти конструкції з тонкою стінкою та відносно малою масою. Наприклад, полімерсклофібробетонне стінове кільце $d=1000$ мм та $h=600$ мм, товщиною стінки 20 мм має масу 83 кг проти 400 кг аналогічного залізобетонного кільця (рис. 1.183).



Рис. 1.183. Стінове кільце з полімерсклофібробетону

1.2.3.2. Технологія влаштування трубчастого дренажу

Процес будівництва трубчастого дренажу складається з трьох циклів.

Підготовчий цикл включає допоміжні операції з підготовки трас: зрізання рослинності, корчування пнів, збирання пнів і каменів, засипання ям, трасування дренажних ліній (винесення проекту в натуру), планування трас дрен і колекторів, доставляння, розвезення і розкладання дренажних матеріалів, підготовку систем керування процесом укладання, підготовку машин і механізмів до роботи.

Основний цикл складається з операцій розробки траншеї (при траншейному і вузько траншейному способах укладання) з витриманням проектної глибини й ухилу, укладання дренажних труб із захистом їх від замулення, влаштування фільтруючої обсыпки.

Заключний цикл, як і підготовчий, складається з допоміжних операцій із влаштування споруд на дренажній мережі, контролю якості дренажних ліній і остаточного засипання траншеї.

Перед початком будівництва дренажу повинно бути виконано підготовчі роботи, основні з яких: винесення проекту в натуру, підготовка майданчиків для складування матеріалів, збереження й обслуговування техніки, створення запасу основних будівельних і паливно-мастильних матеріалів, перебазування техніки.

Винесення проекту в натуру, тобто перенесення осей дрен, колекторів і споруд на них на місцевість та закріплення їх геодезичними знаками, проводиться замовником або проектно-дослідницькими організаціями за договорами із замовником.

Запас матеріалів на об'єкті до початку будівництва повинний складати 30-40 % загальної потреби, але не менший двотижневого. У зоні осушення дренажні матеріали зберігаються на об'єкті до їхнього укладання в заводському упакуванні (контейнери, бухти, мішки тощо).

Будівництво дренажу в зоні осушення зі застосуванням пластмасових та інших труб здійснюється трьома способами: траншейним, вузькотраншейним і безтраншейним.

При траншейному способі розроблюються траншеї шириною дна 0,5-0,7 м, у які вкладаються труби з будь-якого матеріалу і будь-яким способом – спеціалізованими дреноукладачами або вручну.

Цим способом будують переважно гончарний дренаж екскаваторами-дреноукладачами.

При вузькотраншейному способі ширина траншеї не більша ніж 0,25 м, що різко скорочує обсяг виїмки ґрунту, але виключає знаходження робітників в траншеї і вимагає застосування спеціальних машин – вузькотраншейних дреноукладачів.

При безтраншейному способі будівництва траншея не розробляється, а прорізається щілина шириною близько 0,2 м робочим органом безтраншейного трубоукладача з одночасним укладанням трубки в кротовину, що утворилася. Цей спосіб придатний тільки для улаштування дренажу з пластмасових труб.

Хоча гончарний дренаж в останні роки, практично не будувався, але в деяких будівельних організаціях збереглася техніка, спеціальні дреноукладачі ЕТЦ-202А (рис. 1.184) і за бажанням замовника такий дренаж може бути побудований.



Рис. 1.184. Спеціалізований дреноукладач для будівництва гончарного дренажу

При будівництві гончарного дренажу траншейним способом з застосуванням дреноукладачів виконуються наступні технологічні операції:

1. підготовка траси;
2. перенесення трас дрен та колекторів на місцевість;
3. зняття за необхідністю з трас колекторів рослинного ґрунту;
4. встановлення лазерної системи витримування проектного похилу (УКЛ, ПУЛ);

5. розвезення та розкладання дренажних гончарних трубок на трасах такими способами:

а) в лінію, під час руху транспортних засобів;

б) окремими дрібними штабелями;

в) в контейнерах, з наступною встановленням їх на дрепоукладач;

6. розробка траншей з заданим похилом;

7. укладання труб;

8. захист стиків фільтруючим матеріалом.

Операції 6, 7, 8 при використанні дрепоукладача, як правило, виконуються одночасно.

Захист дрен від замулення здійснюється шляхом використання пластмасових з'єднувальних муфт з намотаним на них фільтруючим матеріалом, або укладання ЗФМ на всій довжині механізовано з допомогою спеціальних пристроїв, змонтованих на дрепоукладачі.

Лазерний пристрій, що керує роботою екскаватора-дрепокладача, складається з наступних основних частин: випромінювача, фотоприйомного пристрою у виді фоточутливої голівки, блоку вироблення команд керування і фоторейки.

Схема укладання дренажу екскаватором з лазерним показчиком представлена на рис. 1.185.

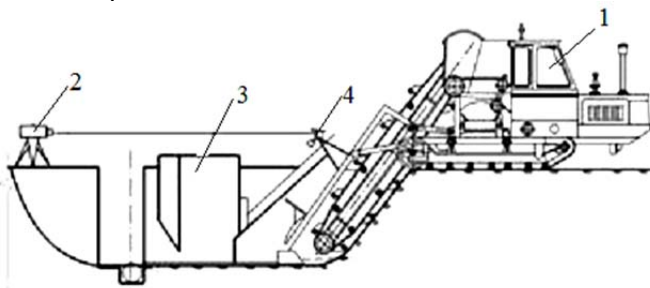


Рис. 1.185. Схема укладання дренажу екскаватором з лазерною системою керування:

1 – екскаватор; 2 – лазерний випромінювач; 3 – бункер;

4 – фотоприймальний пристрій

Застосування лазерного пристрою при будівництві дренажу дозволяє відмовитися від розбивання пікетажу і визначення висотних відміток кожної дрени. У цьому випадку досить визначити одну відмітку гирла колектора або дрени.

Фоторейка встановлюється на нульовий пікет і служить для швидкої установки робочого органа дреноукладача на проектну глибину на початку траншеї і контролю за роботою машини. При включенні випромінювача і блоку вироблення команд робочий орган екскаватора автоматично заглиблюється на розрахункову глибину. Контроль ухилу вкладених колекторів і дрен може проводитись в процесі роботи екскаватора як звичайним методом за допомогою нівеліра, так і за допомогою фоторейки та лазерного променя.

Екскаватори-дреноукладачі такого типу за один прохід розроблюють траншею, укладають гончарні труби діаметром до 150 мм чи пластмасові труби діаметром до 75 мм на глибину до 2 м, а також захищають дрени від замулення за допомогою стрічкових фільтруючих матеріалів.

У процесі укладання дренажних труб періодично здійснюється контроль за дотриманням заданого ухилу дрени. Для цього використовуються довгі і короткі візирки, геодезичні рейки і планки з рівнем. Остаточна точність укладання дренажу перед засипанням перевіряється нівелюванням.

При перевірці якості дренажних робіт керуються діючими нормативними документами і проектом. Дрена в плані повинна бути прямолінійною, відхилення від осі траси дрени не повинно перевищувати 1 м. На дренажній лінії допускаються місцеві перебори дна траншеї в межах 1,5-3 см залежно від діаметра труб на ділянках довжиною не більш 10 м при дотриманні загального ухилу.

Довжина ділянок без ухилу не повинна перевищувати 10 м, а взаємний зсув керамічних труб — $\frac{1}{3}$ товщини стінки дренажної труби.

Засипання траншеї ґрунтом допускається тільки після ретельного контролю якості укладання дренажу. Цю операцію краще виконувати бульдозерами з поворотними відвалами. Ущільнення ґрунту при засипанні траншеї не допускається, у тому числі гусеницями чи колесами трактора.

Найбільш розповсюдженим у даний час, в світовій практиці є вузькотраншейний спосіб будівництва дренажу.

Він призначений для укладання пластмасових труб всіх діаметрів, що використовуються на осушувальних системах.

Ведучі, в галузі виробництва обладнання для влаштування дренажу, фірми випускають вузькотраншейні дреноукладачі широкого спектру призначення, що застосовуються починаючи з дрібних фермерських ділянок до великих площ регулювання водного режиму на полях крупних аграрних господарств.

Наприклад, вузькотраншейні дреноукладачі для будівництва регулюючої дренажної мережі на значних площах (рис. 1.186), вкладають дрени $d=50...125$ мм на глибину до 1,8 м.



Рис. 1.186. Вузькотраншейний дреноукладач Mastenbroek 15/15

Вузькотраншейні дреноукладачі призначені для будівництва колекторів здатні укласти труби $d=125...300$ мм на глибину до 3 м (рис. 1.187).



Рис. 1.187. Вузькотраншейний дреноукладач Mastenbroek 35/30

Особливостями цих машин є те, що вони обладнані пристроями автоматичного гідравлічного регулювання ширини колії, незалежною рухомою підвіскою гусениць, що дозволяє укладання дренажних труб без попереднього планування трас. Як опції дреноукладачі можуть бути обладнані бункерами для подачі у траншею гравію, піску або іншого фільтруючого матеріалу для створення над дреною фільтруючої обсіпки.

Заповнення бункерів може відбуватися як за допомогою самохідних транспортних одиниць, наприклад гусеничний візок (рис. 1.188), так і однокішшевим екскаватором.



Рис. 1.188. Гусеничний візок для транспортування і навантаження в бункер фільтруючого матеріалу

Кабіни дреноукладачів обладнуються гідроприводом, що дає можливість регулювати їх положення для кращого спостереження за робочою зоною. Також ці машини обладнані механізмами для завантаження барабанів з дренажними трубками. Барабани оснащені гальмами для забезпечення рівномірного натягу дренажної труби при вкладанні.

Укладання пластмасового дренажу безтраншейним способом здійснюються спеціальними безтраншейними дреноукладачами, що теж поділяються на два класи.

Дреноукладачі для улаштування регулюючого дренажу випускаються з ножовими (рис. 1.189) і дволемішними робочими органами (рис. 1.190) і призначені для укладання пластмасових труб.



Рис. 1.189. Безтраншейний трубоукладач з ножовим робочим органом

Дреноукладачі, з ножовими робочими органами обладнані вмонтованими бункерами для сипучих матеріалів, що дозволяє разом з укладанням дренажних труб здійснювати їх обсіпку.



Рис. 1.190. Безтраншейний дреноукладач з дволемішним робочим органом

Дреноукладачі обладнані дволемішними V-подібними робочими органами, з гідравлічним регулюванням, дозволяють до 30% збільшити робочу швидкість закладання дрен, особливо на легких ґрунтах, причому ґрунт у придренному просторі під час робочого процесу розпушується.

Дреноукладачі останнього покоління, як правило, обладнуються лазерною системою висотного керування робочим органом, що дозволяє з точністю ± 5 мм здійснювати укладання дрен згідно з проектними відмітками. Лазерна система, наприклад фірми Trimble складається з випромінювача (рис. 1.191), що встановлюється на тринозі і приймача (рис. 1.192), яким обладнується дреноукладач.



Рис. 1.191. Лазерний випромінювач



Рис. 1.192. Приймач лазерної системи на дреноукладачі

Причому, на відміну, від лазерних систем радянського виробництва, які ще інколи використовуються в будівельних організаціях України, випромінювач встановлюється в одній або за необхідністю в кількох точках поля аби дреноукладач був завжди у полі зору пристрою. Немає необхідності встановлювати лазерний пристрій так, щоб промінь був розташований вздовж кожної дрени.

Лазерна система автоматично слідкує за рухом дреноукладача і передає на його приймач висотні відмітки відповідної дрени. З допомогою електрогідравлічної системи комп'ютер керує робочим органом.

Сучасні дреноукладачі, як правило, також обладнані системою GPS, що дає можливість відмовитися від попереднього винесення проектних рішень в натуру. Тепер немає необхідності здійснювати геодезичну розбивку кожної дрени на місцевості. План дренажної мережі в електронному варіанті завантажується у бортовий комп'ютер, туди ж вводяться GPS координати будівельного реперана системи. План осушувальної системи і місцеположення

дреноукладача виводяться на монітор (рис. 1.193) в кабіні оператора.

Планове положення дреноукладача може корегуватися як вручну оператором так і автоматично.



Рис. 1.193. Монітор системи GPS в кабіні оператора

Під час робіт з укладання дренажу система GPS веде запис фактичного розташування кожної дрени (рис.1.194) для складання виконавчої документації.



Рис.1.194. Електронний виконавчий план улаштування дренажу

Влаштування дренажу безтраншейним способом включає наступні технологічні операції:

- встановлення передавача лазерної системи;
- підготовку дреноукладача до роботи (встановлення бухти на барабан-бухтотримач, подачу труби через напрямні в бункер з випуском на 0,5 м);
- розробку шурфу (приямка);
- опускання робочого органу в приямок;
- з'єднання дрени з колектором (підготовку з'єднуючої арматури, стикування, захист фільтруючим матеріалом, засипання місця приєднання і трамбування ґрунту);
- безпосередньо укладання дренажної труби;
- оформлення кінця дренажної лінії.

На початку дрени влаштовується приямок довжиною 4-5 м, шириною 0,5 м для заглиблення робочого органу дреноукладача. Глибина приямка визначається глибиною закладання колектора з недобором ґрунту 5-10 см.

Укладання дрен починається з встановлення дреноукладача на трасу, заглиблення робочого органу в приямок і закріплення труби за колектором якірним пристроєм. При русі дреноукладача пластмасова труба розкручується з бухтотримача і через бункер надходить у щілину.

До колектора дрена приєднується за допомогою трійників чи через трубу; при цьому пластмасова труба звільняється від якірного пристрою, обрізується і стикується з колектором. Місце з'єднання захищається двома шарами фільтруючого матеріалу. Між собою пластмасові труби з'єднуються пластмасовими муфтами.

Оформлення кінцевої частини дренажної лінії проводиться до виглиблення робочого органу дреноукладача. Для цього труба обрізується і закривається заглушкою або перегинається і перев'язується м'яким дротом.

У процесі будівництва дренажу необхідно контролювати: відповідність побудованої системи і її частин проекту; якість і комплектність технічної документації; дотримання заданого ухилу (не менш 10% дрен); якість стикування труб (не менше 5% стикових зазорів); якість будівництва дренажних споруджень (не менше 50%).

Питання для самоконтролю

1. Які підготовчі роботи виконуються перед будівництвом осушувальної системи?
2. Які матеріали використовуються при будівництві дренажу
3. З яких циклів складається процес будівництва трубчастого дренажу?
4. З яких матеріалів виготовлюються колодязі для осушувальних систем?
5. Перелічіть способи будівництва трубчастого дренажу.
6. Які механізми використовуються для укладання трубчастих дрен та колекторів?
7. Якими системами обладнуються дреноукладачі для якісного укладання дрен?
8. Які технологічні операції виконуються при вкладанні дренажу траншейним способом?
9. Які технологічні операції виконуються при вкладанні дренажу безтраншейним способом?

1.3. Будівництво гідротехнічних споруд на гідромеліоративних системах

1.3.1. Класифікація споруд і види робіт

При будівництві гідромеліоративних систем широко використовуються різні види гідротехнічних споруд, що зводяться із монолітного бетону та збірного залізобетону.

Бетонні і залізобетонні гідротехнічні споруди за конструктивними ознаками та способами їхнього будівництва поділяються на дві групи: монолітні і збірні.

Монолітні бетонні споруди зводяться на місці з бетонної суміші, що доставляється з бетонного заводу чи установки. Як правило, з монолітного бетону будуються великі гідровузли, підземні частини насосних станцій тощо.

Невеликі гідротехнічні споруди на меліоративних системах практично повсюдно будують зі збірного залізобетону.

Збірні гідротехнічні споруди, що влаштовуються на меліоративній системі, називаються мережевими. Конструктивні вирішення цих споруд, у першу чергу, залежать від типу

меліоративної мережі: відкриті канали, лоткові канали, закриті трубопроводи, дренаж у зоні зрошення чи осушення.

Для забезпечення роботи меліоративної мережі на площі 1000га необхідно змонтувати 40-170 гідроспоруд при загальному обсязі залізобетонних робіт 200-250 м³. Найбільша кількість гідроспоруд застосовується на рисових системах. Тут їх кількість досягає 150: на відкритій мережі – 55, на закритій зрошувальній мережі – 50 і на дренажній осушувальній мережі 40-45 мережевих споруд.

На меліоративних системах будуються водовипуски різного призначення, відкриті і закриті (трубчасті) регулятори, перепади і швидкоходи, дюкери й акведуки (трубчасті і лоткові), мости і трубчасті переїзди.

Мережеві споруди на меліоративній системі звичайно мають збірно-монолітну конструкцію з коефіцієнтом збірності 0,6-0,9 (відношення обсягу збірних елементів у споруді до всього обсягу бетону в ньому).

До складу робіт зі зведення гідротехнічних споруд збірної конструкції входять наступні технологічні процеси:

- підготовчі операції (видалення каменів, дерев і пнів, зняття рослинного шару);
- геодезична і будівельна розбивка, доставка і складування залізобетонних виробів та інших матеріалів на будівельний майданчик;
- влаштування котлованів і організація водовідливу;
- підготовка основи й вкладання фільтрів, забивання паль, шпунтів і влаштування протифільтраційних завіс;
- вкладання монолітного бетону там, де це передбачено проектом;
- монтаж збірних частин споруд з формуванням стиків;
- зворотна засипка пазух ґрунтом;
- влаштування кріплень у нижньому і верхньому б'єфі;
- монтаж металоконструкцій.

Залежно від виду споруди окремі процеси можуть бути відсутні. З повної вартості збірної гідротехнічної споруди (100%) на частку вартості блоків і матеріалів приходиться в середньому 50%, на транспортування виробів і споруд – 30%, на частку всіх інших видів робіт – 20%.

1.3.2. Транспортування залізобетонних виробів на будівельний майданчик

Процес транспортування виробів з заводів та полігонів до місця монтажу у водогосподарському будівництві має певні особливості: значні відстані переміщення; потреба в кранах для вантаження і розвантаження виробів на початку та в кінці рейсу, а інколи і для перевалки вантажів з транспортних засобів одного виду на транспорт другого виду; переміщення поганими шляхами, а часто-густо бездоріжжям.

Спосіб транспортування виробів вибирають одночасно з місцем розташування об'єкту. В першу чергу використовують існуючі залізничні та автомобільні шляхи.

При транспортуванні збірних залізобетонних виробів можуть виникати такі їх пошкодження:

- відколи при ударах одне об одне або об дно та борти кузова;
- тріщини та розлами через неправильно вибрані місця опираючі або захвату.

Для запобігання ударам, зсувам та розвалу штабелів деталей, що транспортуються застосовують підкладки, стояки з дощок та брусів і такі пристрої як шаблони, касети.

Засоби транспорту вибирають згідно з обсягами робіт, термінами їх виконання, відстанню переміщення, масою виробів та їх формою, умовами, що склалися на транспортних шляхах, кількістю однотипних блоків.

Залізничний транспорт використовують при транспортуванні деталей на далекі відстані, як проміжний транспорт від заводу до перевалочного прирейкового складу.

Найбільш розповсюдженим є автомобільний транспорт з застосуванням бортових автомобілів вантажністю 2,5...12 т.

При переміщенні великих партій виробів рекомендується використовувати напівпричепа.

Довгомірні вироби слід перевозити на трейлерах (рис. 1.195), спеціальних причепах (панелевозах, лотковозах тощо).



Рис. 1.195. Перевезення деталей залізобетонних колодязів великовантажним напівприцепом

1.3.3. Організація монтажних робіт

Організація монтажних робіт залежить від типів споруд, їх кількості та термінів будівництва.

Для монтажу нескладних конструкцій (оглядові, регулюючі колодязі, дренажні гирла тощо) долучаються ланки з 2-3 робітників (рис. 1.196), а для спорудження більших об'єктів створюються спеціалізовані або комплексні бригади.



Рис. 1.196. Монтаж залізобетонного колодязя

На кожен споруду складають технологічну карту, яка визначає місце складування збірних залізобетонних конструкцій, послідовність виконання різних видів робіт, порядок і послідовність

встановлення окремих збірних елементів під час їх монтажу (рис. 1.197).

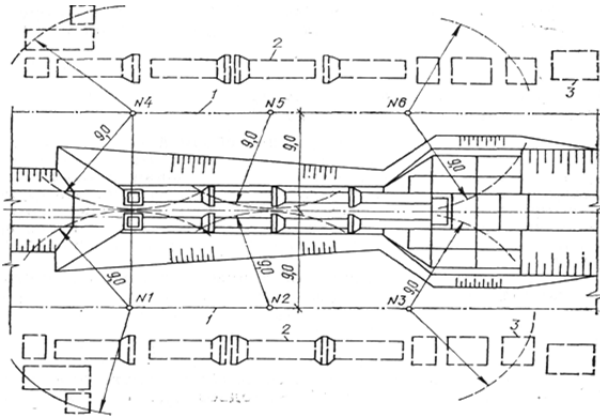


Рис. 1.197. Схема виконання робіт при монтажі шахтного перепаду-регулятора зі збірного залізобетону (план):
1 – вісь переміщення крана; 2 – місця розташування деталей до початку монтажу; 3 – склади гравію; № 1, 2, 3, 4, 5, 6 – номери стоянок монтажного крана

Одночасно монтажні роботи можна вести на одному, двох або кількох об'єктах. При невеликій кількості (1-3) споруд, що монтуються одночасно, бригада монтажників встановлює всі елементи у певній послідовності відповідно до технологічної карти, переходячи від однієї споруди до іншої.

Цей спосіб дозволяє більш повно використовувати робочий час кранів, без частих переміщень їх з однієї монтажної позиції на другу.

При великій кількості споруд, що монтуються одночасно, бригада монтажників розбивається на спеціалізовані ланки. Такий спосіб дозволяє використовувати спеціальні засоби транспорту для перевезення бетонних блоків, одні і ті ж монтажні та захватні пристрої.

При масовому будівництві споруд можливо вести встановлення елементів в робоче положення безпосередньо з платформ транспортних засобів, так званий „монтаж з коліс”.

Якщо важко або неможливо узгодити транспортні або монтажні операції так, щоб організувати „монтаж з коліс”, застосовується проміжне складування. Доставлені до місця монтажу вироби розвантажують і складують так, щоб уникнути додаткового переміщення їх перед встановленням. Деталі повинні знаходитися в зоні дії крана, який встановлюється на певних монтажних позиціях відповідно до раніше складеної схеми монтажу.

1.3.4. Обладнання для монтажних робіт

Виконання технологічних операцій з монтажу гідротехнічних споруд пов'язано з широким використанням різноманітних монтажних пристроїв, що послуговуються як перехідна ланка між елементом, що монтується, і вантажопідйомним механізмом.

Стропування та підвішування виробів до гаку крана виконують з допомогою вантажозахватних та стропувальних пристроїв: строп різних конструкцій, скоб, карабінів, хомутів, траверс, захватів, електромагнітів, вакуумних присосів тощо.

При виборі того чи іншого пристрою прагнуть того, що би виріб, знаходячись у підвішеному стані, не зазнавав непередбачених напруг, займав би зручне положення в просторі при вкладанні його на транспортний засіб, в штабель для тимчасового складування або встановлення в споруду, та був надійно застрахований від зриву та падіння.

Стропи являють собою відрізки тросів (рис. 1.198), ланцюгів з кільцями, коушами, гаками для безпосереднього захвату виробів. Кріплення може здійснюватися в одній, двох, трьох або чотирьох точках залежно від форми та розмірів виробу.

Для підняття довгих виробів-балок, плит в горизонтальному положенні застосовують траверси. Траверси (рис. 1.199) дозволяють підвішувати вироби на коротких стропях в кількох точках. Брус траверси сприймає горизонтальні складові зусиль від сили ваги виробу.



Рис. 1.198. Стропи різноманітного призначення:
 тросові стропа: 1 – чотирьохгільковий строп, 2 – однієї гільковий строп,
 3 – строп з коушами, 4 – двогільковий строп;
 ланцюгові стропа: 5 – двогільковий строп, 6 – чотирьохгільковий строп

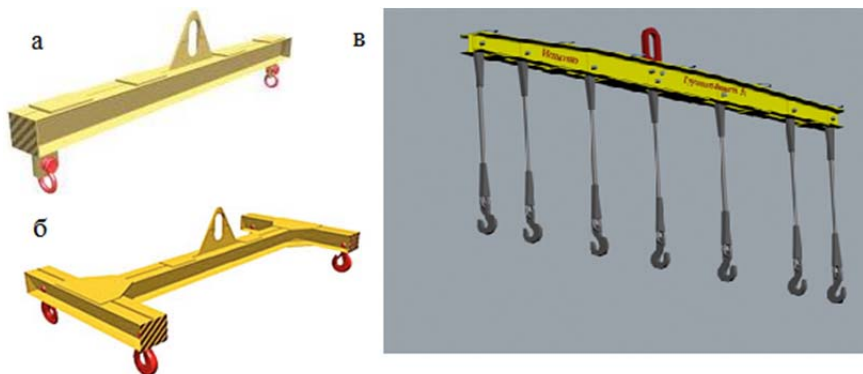


Рис. 1.199. Типи траверс:
 а – двоточкова для монтажу балок, вузьких плит; б – чотирьох точкова, для монтажу плит перекриття, покриття; в – багатоточкова, для монтажу довгих вузьких елементів

Для підняття довгомірних виробів (стояків, колон, паль) та переміщення їх у вертикальному положенні застосовують хомути (рис. 1.200) та захвати.

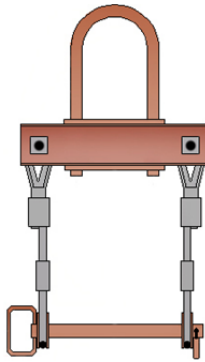


Рис. 1.200. Хомут для монтажу колон

Вибір вантажопідйомного крану виконується за трьома основними параметрами: максимальної вантажопідйомності, вильоту стріли і висоти підйому гака. Перевага віддається крану, що задовольняє всім цим умовам при монтажі найбільшого за масою блоку і при найменшій вартості машино-години його роботи.

При монтажі невеликих збірних споруд на меліоративних системах застосовуються переважно мобільні вантажопідйомні стрілові крани – автомобільні, тракторні крани і крани-екскаватори.

Перед монтажем конструкції необхідно перевірити: положення заставних деталей і необхідних рисок; правильність і надійність закріплення вантажозахватних пристроїв; готовність робочого місця до прийому блоку, що укладається.

1.3.5. Способи і методи монтажу збірних залізобетонних конструкцій

1.3.5.1. Підняття конструкцій, що монтуються

Під час будівництва гідротехнічних споруд на меліоративних системах, залежно від конструкції та складу споруди, використовуються декілька способів монтажу збірних елементів.

Найбільш розповсюдженим способом монтажу конструкцій є спосіб нарощування, який характеризується вільним підняттям та послідовною подачею елементів, що монтуються згори вниз до раніше змонтованих елементів (рис. 1.201).

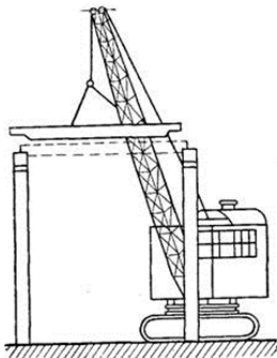


Рис. 1.201. Схема установки балки способом нарощування

Спосіб підрощування полягає в тому, що елементи, які монтуються подаються знизу вгору до раніше змонтованих елементів (рис. 1.202).

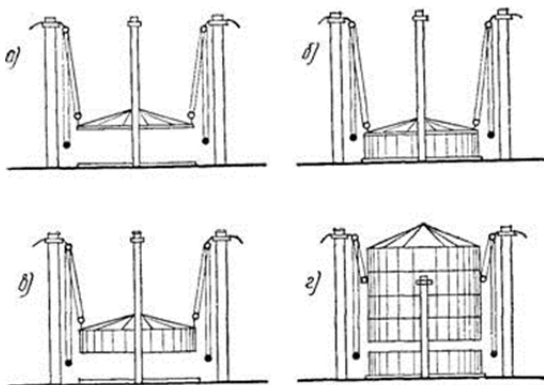


Рис. 1.202. Монтаж резервуару способом підрощування:
а, б, в, г – окремі стадії монтажу

Також існує спосіб монтажу конструкцій поворотом у горизонтальній чи вертикальній площині (рис. 1.203). Подача поворотом в горизонтальній площині частіше всього є складовим елементом монтажу при орієнтуванні над проектними відмітками. Поворот у вертикальній площині полягає у радіальному переміщенні конструкцій навколо нерухомої точки, грані або шарніру.

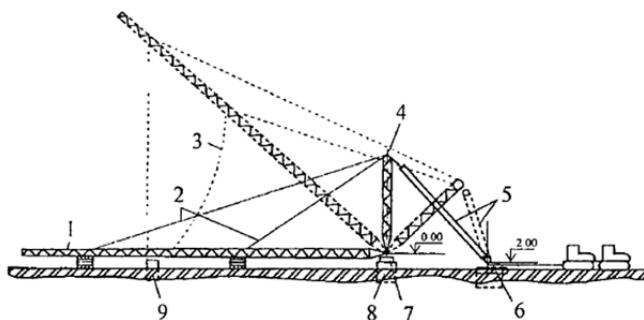


Рис. 1.203. Монтаж конструкції способом повороту навколо шарніра:
 1 – щогла; 2 – підйомні тяги; 3 – відтяжки; 4 – монтажна стріла;
 5 – двоблоковий поліспаст; 6 – якор; 7 – шарнір; 8 – фундамент щогли;
 9 – тимчасова опора

1.3.5.2. Орієнтування та встановлення конструкцій

Орієнтування в просторі елементу, що монтується на заключній стадії підняття – подачі, забезпечує максимальне наближення його до проектного планового і висотного положення, ступінь наближення залежить від виду конструкцій та способу їх сполучення.

Встановлення елементу, що монтується на опорну поверхню є заключною стадією орієнтування. Розрізняють такі види встановлень: вільне, обмежено вільне та примусове.

Вільне встановлення виконується монтажниками вручну без застосування будь-яких засобів чи пристроїв. Орієнтування здійснюється візуально шляхом співставлення орієнтирів або спеціальних рисок.

Такий спосіб застосовують для довгомірних конструкцій (колони, щогли тощо).

Обмежено-вільне встановлення передбачає використання спеціальних пристроїв, частково обмежуючих свободу переміщення елементів, що монтуються, в одному або кількох напрямках. Таке встановлення використовують для всіх елементів, що мають статичну сталість та з низьким розташуванням центру ваги і кількома точками або площинами опирання (плоскі горизонтальні елементи-плити покриття та плити перекриття, об'ємні та просторові блоки фундаментів тощо).

Обмежено-вільне встановлення передбачає використання обмежуючих пристроїв (в складі монтажного обладнання або на самих виробках), фіксаторів, шаблонів, лінійних та кутових упорів, які дозволяють на останній стадії встановлення елемента обмежити його рух.

Примусове встановлення здійснюється методом примусового орієнтування та встановлення конструкції у проектне положення, завдяки застосуванню кондукторних пристроїв або замкових з'єднань конструкцій, які монтуються.

1.3.5.3. Тимчасове закріплення конструкцій

Клини та вкладиші (рис. 1.204) застосовують для тимчасового закріплення довгомірних елементів (колон, стовпів, фундаментів стаканного типу, стійок лотків тощо).

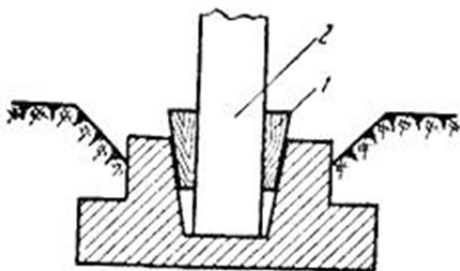


Рис. 1.204. Кріплення колони дерев'яними клинами: 1 – клин; 2 – колона

Розчалки (рис. 1.205) забезпечують кріплення вертикальних стоячих довгомірних та плоских конструкцій (колон, щогл, кровляних конструкцій).

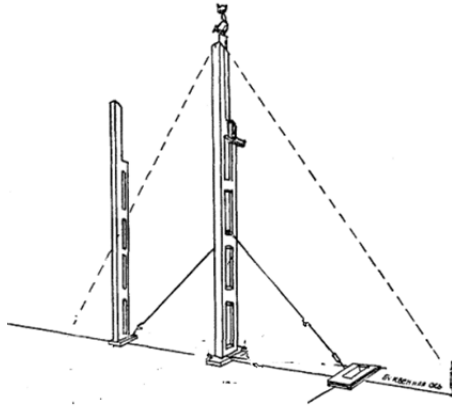


Рис. 1.205. Закріплення конструкцій розчалками

Підкосами (рис. 1.206) закріплюють невисокі конструкції, що стоять вертикально (колони ГТС, несучі стінові панелі НС).

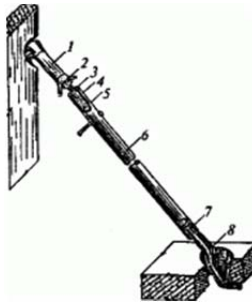


Рис. 1.206. Підкіс для тимчасового кріплення панелей:

- 1 – запобіжна втулка; 2 – натяжна гайка; 3 – внутрішня гайка;
- 4 – гвинт з гаком; 5 – обмежувач; 6 – штанга; 7 – втулка;
- 8 – трьохсторонній захват

Розпірки (рис. 1.207) застосовують для кріплення плоских вертикальних конструкцій (панелей).

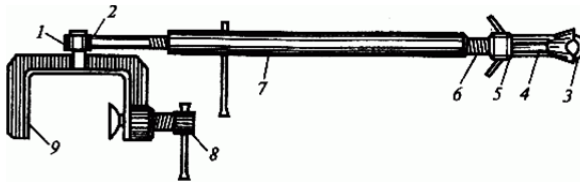


Рис. 1.207. Розпірка:

1 – ось; 2 – провущина; 3 – гак; 4 – запобіжна втулка; 5 – натяжна гайка; 6 – гвинтова нарізка; 7 – стягуюча муфта; 8 – гвинтовий упор; 9 – струбцина

Кондуктори (рис. 1.208) застосовують для тимчасового закріплення вертикальних елементів, рідше горизонтальних.

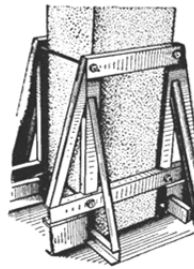


Рис. 1.208. Кондуктор для тимчасового кріплення колон

1.3.5.4. Вивірення конструкцій та проектне закріплення

Після тимчасового закріплення здійснюють візуальне або інструментальне вивірення дійсного положення деталей і відповідності його проектному (по вертикалі та в плані).

Після вивірення здійснюють проектне закріплення змонтованих елементів за допомогою зварювання з'єднувальних деталей та арматурних випусків, встановленням болтів або заклепок.

1.3.5.5. Технологія монтажу споруд

Збірні залізобетонні конструкції монтуються в строгій технологічній послідовності, що забезпечує незмінність, стійкість і міцність встановлених частин споруд на всіх стадіях монтажу.

Бажано монтаж невеликих споруд вести з однієї позиції крану. У проектне положення блоки встановлюються плавно, без ударів і поштовхів до тимчасового закріплення блоку стропи не знімають з гака крану. При підйомі і подачі конструкції (рис. 1.209) не допускається її розгойдування й обертання, а також переміщення підтягуванням (волоком). Під час монтажу конструкцій повинен здійснюватися постійний геодезичний контроль за відповідністю їхнього положення проектному.



Рис. 1.209. Монтаж збірної частини насосної станції

При монтажі окремих блоків і частин споруди допускаються наступні відхилення: відмітка верха фундаментних опор – 10 мм; зсув осей стійок, бичків, фундаментів, підпірних стінок у плані і по вертикалі – ± 10 мм; зсув осей і відхилення у відмітці верхньої поверхні плит, понура, водобою і рисберми – ± 20 мм.

Зворотна засипка ґрунту в пазухи котлованів виконується безпосередньо після закінчення робіт з гідроізоляції бетонних поверхонь і закладних деталей. Засипання необхідно виконувати бульдозерами з пошаровим розрівнюванням і ущільненням пневмотрамбівками або електротрамбівками.

Після закінчення монтажу збірних залізобетонних конструкцій виконується монтаж металоконструкцій гідротехнічної споруди.

1.3.5.6. Осушення котлованів

При будівництві гідротехнічних споруд у річищі водотоку чи при високому рівні ґрунтових вод у більшості випадків необхідно застосовувати штучне осушення котлованів і підтримку їх в осушеному стані протягом усього періоду будівництва.

Осушення відкритих котлованів зазвичай виконується в дві стадії: первинний водовідлив – відкачка вільної води, що знаходиться в котловані; утримання котловану в осушеному стані шляхом відкачування ґрунтових вод, які фільтруються через укоси і дно котловану.

Застосовуються два основних способи: відкритий водовідлив і штучне зниження рівня ґрунтових вод.

Відкритий водовідлив (рис. 1.210) здійснюється найчастіше зі застосуванням звичайних низьконапірних відцентрових насосів з двигунами внутрішнього згоряння чи електроприводом. Всмоктувальний патрубок опускається в приямок, що влаштовується в найнижчій точці на дні котловану.

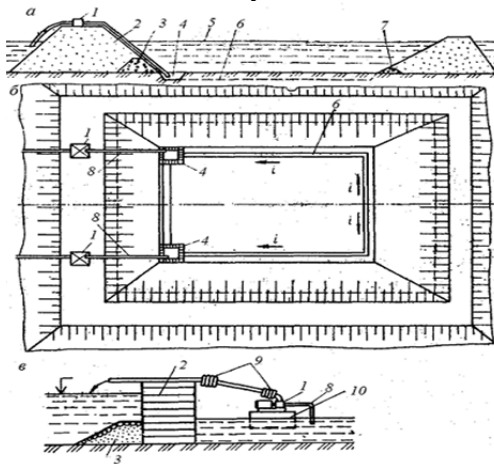


Рис. 1.210. Схеми відкритого водовідливу:

а – розріз котловану; б – план; в – водовідлив насосом, встановленим на понтоні чи плоту; 1 – насос із двигуном; 2 – земляна чи зрубова перемичка; 3, 7 – дренажні призми; 4 – водозбірний колодязь; 5 – рівень води в котловані; 6 – водозбірні канали на дні котловану; 8 – всмоктуючий трубопровід; 9 – гнучкі чи шарнірні з'єднання; 10 – понтон чи пліт

Відкритий водовідлив застосовується в котлованах, ґрунти яких мають достатню стійкість проти деформації стінок і дна котлованів, що відбувається через зважування частини ґрунту фільтраційним тиском і механічної суфозії ґрунту. До таких ґрунтів відносяться скельні, уламкові, галечникові й інші породи.

Для робіт з водовідливу використовують мобільні (рис. 1.211, *а*) або самохідні, на базі тракторів (рис. 1.211, *б*), насосні установки.

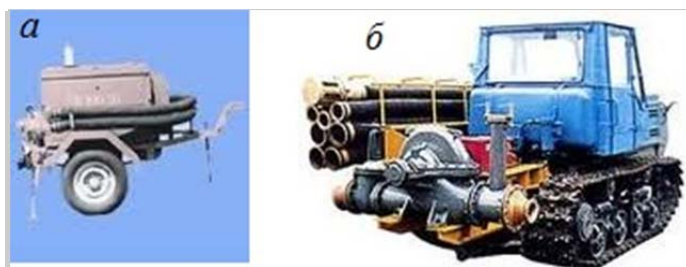


Рис. 1.211. Водовідливні установки: *а* – на одноосному шасі; *б* – на гусеничному тракторі

Розрахунок системи відкритого водовідливу полягає у визначенні об'єму припливу води до котловану, а також у виборі марки і кількості насосів, що забезпечують відкачку води за межі котловану.

Витрата води при відкачці її з котловану, відгородженого від водойми перемичками, обчислюється приблизно за залежністю

$$Q = \frac{KW}{T} \quad (3.1)$$

де K – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму відкачки у результаті фільтраційного припливу; приймається рівним від 2 до 10 залежно від ґрунту в основі котловану і перемичках;

W – геометричний об'єм води, обмежений перемичками до початку відкачки, м^3 ;

T – намічуваний термін відкачки, год.

Для точного визначення припливу ґрунтових вод, що надходять через укоси і дно котлованів, запропоновані різні емпіричні формули залежно від типів котлованів і схеми припливу води до них.

Якщо вода надходить через дно й укоси, то такий котлован при розрахунках вважається недосконалим, а якщо дно котловану доходить до водоупору – досконалим.

Для орієнтовних розрахунків і при невеликих розмірах котлованів приплив води можна визначити за формулою

$$Q = qFH, \quad (3.2)$$

де q – питомий приплив води на 1 м^2 площі котловану при напорі 1 м (для дрібнозернистих пісків $q=0,16 \text{ м}^3/\text{год}$, для середньозернистих $q=0,24 \text{ м}^3/\text{год}$, для грубозернистих $q=0,3 \text{ м}^3/\text{год}$, для гравелистих із грубозернистим піском $q=0,35 \text{ м}^3/\text{год}$, для тріщинуватої скелі $q=0,05 \dots 0,1 \text{ м}^3/\text{год}$); F – площа котловану, м^2 ;
 H – напір ґрунтових вод, м .

Необхідна продуктивність водовідливних засобів уточнюється пробною відкачкою.

Потрібна кількість насосів N визначається за формулою

$$N = \frac{Q}{Q_n} m, \quad (3.3)$$

де Q – розрахунковий приплив води до котловану, $\text{м}^3/\text{год}$;

Q_n – експлуатаційна продуктивність насосу, $\text{м}^3/\text{год}$;

m – коефіцієнт резерву потужності насосних установок, $m=1,2 \dots 2$, тобто резервна продуктивність насосів звичайно дорівнює 20-100% розрахункової.

На вибір того чи іншого способу водовідливу впливають наступні фактори:

- геологічні і гідрогеологічні умови котловану;
- глибина закладення котловану відносно рівня поверхневих чи ґрунтових вод;
- тип і розміри споруди;
- прийняті способи і терміни виконання робіт.

Штучне зниження ґрунтових вод (рис. 1.212) здійснюється за рахунок відкачки води з шпурів чи колодязів, розташованих у плані і по вертикалі так, щоб не допустити надходження води в котлован.

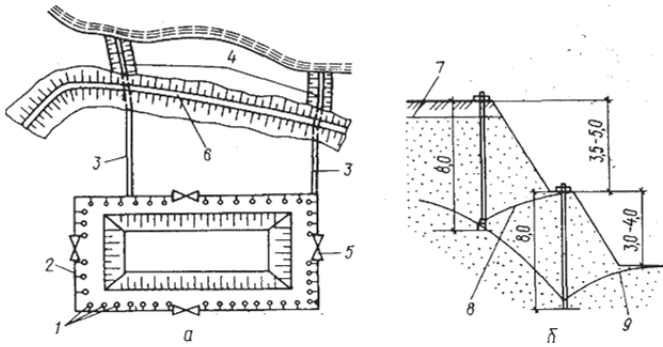


Рис. 1.212. Схема штучного зниження ґрунтових вод:
 а – загальний вигляд системи ґрунтового водозниження; б – схема двох'ярусного ґрунтового водозниження; 1 – голкофільтри (шпури з насосними установками); 2 – всмоктувальний колектор; 3 – скидні трубопроводи; 4 – відкриті скидні канали; 5 – засувка; 6 – земляна перемичка; 7 – початковий рівень ґрунтових вод; 8 – рівень ґрунтових вод при відкачці з першого ярусу; 9 – те ж, при відкачці з другого ярусу

Штучне зниження рівня ґрунтових вод полягає в тому, що навколо зовнішнього контуру котловану буряться шпури, у які занурюються вертикальні труби, що мають фільтр. При відкачці води з занурених труб навколо них створюється місцеве зниження рівня ґрунтових вод – утворюється депресійна лійка.

Як правило, для штучного пониження ґрунтових вод використовують водопонижуючі установки з легкими голкофільтрами (рис. 1.213), які являють собою систему труб малого діаметра, що мають на кінці фільтрову (приймну) ланку, яка занурена в ґрунт на глибину 7-8 м по контуру котловану, що осушується. Уздовж голкофільтрів прокладається водозбірний колектор, підключений до насоса. Відстань між голкофільтрами вибирається залежно від характеру ґрунтів і кількості ярусів. Глибина осушення цим способом досягає до 5,5 м.



Рис. 1.213. Пониження рівня ґрунтових вод навколо котловану з допомогою голкофільтрової установки

Питання для самоконтролю

1. На які групи поділяються гідротехнічні спорудина гідромеліоративних системах?
2. Згідно з яким документом встановлюється черговість монтажу деталей споруди?
3. Як транспортуються збірні залізобетонні вироби на об'єкт?
4. Як організовується монтаж збірних споруд?
5. Яке обладнання застосовується під час монтажу збірних залізобетонних виробів?
6. Наведіть способи монтажу конструкцій.
7. Які існують способи осушення котлованів?
8. Які існують установки для осушення котлованів?

1.4. Будівництво земляних гребель та дамб

Гребля (рис. 1.214), як правило, служить для перегороджування водотоку і його долини з метою створення водоймищ, різноманітного призначення.



Рис. 1.214. Земляна гребля з водосховищем

Дамба (рис. 1.215) будується у вигляді насипу для захисту території від повеней, для огороження штучних водойм і водотоків, а також для спрямованого відхилення потоку води.



Рис. 1.215. Протипаводкова дамба

Греблі і дамби відносяться до якісних насипів. Вони зводяться, як правило, з місцевих матеріалів одним зі способів: відсіпанням ґрунту насухо з допомогою землерийних машин, наливом засобами гідромеханізації і за допомогою енергії спрямованого вибуху.

На вибір того чи іншого способу впливають ґрунтові і рельєфні умови, конструкція і розміри греблі чи дамби, гідрологічні характеристики водотоку тощо.

Земляні греблі і дамби за наявності сухих зв'язних ґрунтів найчастіше насипаються машинами для земляних робіт. Практично для насипання придатні будь-які ґрунти, крім пливунів, мулу і рослинного ґрунту.

Ґрунти, що укладаються в тіло греблі чи дамби, повинні мати якомога більшу водонепроникність, міцність та опір зсуву. Найкращі ґрунти для насипних земляних споруд – суглинки. З них зводяться однорідні греблі і дамби.

При використанні фільтруючих ґрунтів – піщаних і гравелисто-піщаних – їх необхідно вкладати в низову частину неоднорідної греблі, а верхову частину греблі, екран, ядро і понур варто влаштовувати з глини і суглинків. Водорозчинних домішок у ґрунті не повинно бути більше ніж 5%.

Земляні греблі за висотою поділяються на високі –більше ніж 30 м, середні – 15-30 м і низькі – до 15 м.

Для вирішення питань, щодо виконання робіт зі зведення гребель або дамб необхідно мати наступні матеріали:

1. План місцевості в горизонталях з зазначенням створу греблі та місць залягання ґрунтів, придатних для зведення греблі.

2. Дані про водотік (витрати води, швидкість, пересихає чи ні, тощо).

3. Дані про кар'єри ґрунту (товщина шару розкриття, товщина шару придатного ґрунту), механічний склад, щільність та вологість в природному стані.

4. Робочі креслення греблі або дамби та проектні вимоги.

5. Геологічні та гідрогеологічні умови основи греблі та ложа водосховища.

6. Дані про кліматичні умови.

1.4.1. Склад будівельних процесів при зведенні гребель

Весь комплекс робіт з будівництва насипних гребель і дамб поділяють на три основних види: підготовчі, основні й опоряджувальні.

Допідготовчих робіт входять влаштування водовідведення при будівництві руслових гребель, водовідливні роботи і відкачування фільтраційних вод, підготовка основи греблі, розкривні роботи в кар'єрі і підготовка чаші водоймища, влаштування землевозних доріг, тампонаж і каптаж джерел в основі тіла греблі чи дамби.

До основних робіт входять: розробка ґрунту в кар'єрі, його транспортування й укладання в тіло споруди, влаштування дренажних призм, фільтрів, екрана, понура, діафрагми і ядра.

До опоряджувальних робіт входять: планування укосів і гребеня греблі або дамби, кріплення укосів, влаштування проїжджої частини дороги по гребеню, встановлення надобв'їв, огорожень і парасету, рекультивация площі кар'єрів.

Найбільш трудомісткі основні роботи, пов'язані зі зведенням тіла греблі чи дамби.

1.4.2. Підготовка основи під насип та влаштування дренажу греблі

До початку підготовки основи під греблю та виконання земляних робіт здійснюється будівельна розбивка споруд на місцевості. Положення основної осі споруди закріплюється постійними реперами так, щоб вони не могли бути пошкоджені при проведенні робіт. Одночасно за межі робочої смуги, паралельно осі дамби чи греблі, виноситься допоміжна (зміщена) вісь, за допомогою якої можна в будь-який момент відновити положення знаків основної осі (рис. 1.216).

Кути повороту траси споруди в плані закріплюються бетонними чи дерев'яними стовпами. Проміжні місця закріплюються дерев'яними кілками.

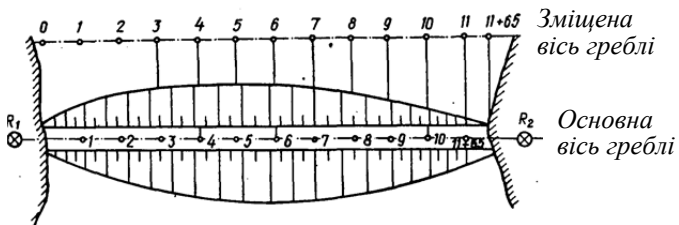


Рис. 1.216. Схема геодезичної розбивки земляної греблі і закріплення осі на місцевості

Через кожні 50 м на прямих ділянках траси і 20 м на заокругленнях, а також на всіх характерних змінах профілю місцевості кілками і вішками закріплюються поперечні профілі земляних споруд.

Границі кар'єру повинні бути перенесені на місцевість і надійно закріплені; при цьому розбивочні знаки встановлюються поза зоною розробок ґрунту, а також місць, відведених під відвали ґрунту і землевозних доріг.

З території основи греблі чи дамби видаляються дерева, чагарник, рослинний шар ґрунту, а також верхні шари мінерального ґрунту (на глибину до 1 м), уражені кореневою системою дерев і чагарнику, лінзи наносів і торф зі ступенем розкладання менше 50% (рис. 1.217).



Рис. 1.217. Підготовка основи під земляну греблю

Родючий шар ґрунту знімається й укладається, за звичай, в нижньому б'єфі у відвал для використання його надалі при рекультиватії порушених і малопродуктивних сільськогосподарських земель, а також при благоустрої майданчиків і закріпленні низового укосу греблі.

Зняття рослинного шару з затоплюваної чаші водоймища визначається проектом. Рекультиватія площі кар'єра повинна проводитися в ході будівництва чи не пізніше одного року після завершення робіт на об'єкті.

Необхідно відзначити, що одночасно з підготовкою основи відриваються котловани під споруди, вкладаються шари

фільтруючого матеріалу за схемою зворотного фільтру, монтуються трубчасті дрени, оглядові колодязі і водовипуски. На водопроникній основі додатково влаштовується зуб, шпунтовий ряд чи завіса відповідно до проекту.

1.4.3. Розробка кар'єрів та підготовка землевозних шляхів

При зведенні гребель та дамб використовується ґрунт із кар'єрів, а також придатний ґрунт із виїмок під споруди гідровузла (котловани під бетонні споруди, відвідний і підвідний канали).

Кар'єри ґрунту повинні розташовуватися поблизу місця зведення греблі чи дамби, тому, що дальність перевезення ґрунту різко збільшує вартість будівництва.

Місця розташування кар'єрів встановлюються проектом. Кар'єри краще проектувати в затоплюваній зоні верхнього б'єфа, тому що в цьому випадку більш продуктивно використовується земельний фонд.

Розміри кар'єрів визначаються на основі балансу ґрунтових мас. Форму кар'єру варто приймати прямокутною чи близькою до неї.

Роботи в кар'єрі поділяються на підготовчі та основні.

До підготовчих робіт відносяться: розкриття кар'єру, захист від поверхневого стоку і припливу ґрунтових вод, організація водовідливу.

Основні роботи включають: розробку корисного ґрунту, влаштування і зберігання у робочому стані кар'єрних доріг, виїздів і в'їздів у кар'єр.

Розкривні роботи (рис. 1.218) полягають у видаленні з поверхні кар'єру рослинного чи іншого ґрунту, непридатного для вкладання в греблю.

При площі кар'єру до 1 га розкривні роботи виконуються відразу на всій поверхні за допомогою бульдозерів чи скреперів, а з великих за площею кар'єрів розкриття ведеться поступово смугами з переміщенням ґрунту у вироблений простір.

До кар'єрів повинні бути підведені зручні землевозні шляхи, що забезпечують кільцевий рух транспортних засобів. В'їзди і виїзди при висоті підйому до 3 м повинні влаштовуватися з похилом не більшим ніж 1:5, краще 1:10.



Рис. 1.218. Видалення з площі кар'єру непридатного ґрунту

Виїзди з кар'єру доцільно робити в усі боки, крім одного, протилежного напрямку транспортування ґрунту. При розробці кар'єру скреперами виїзди необхідно влаштовувати через 100м по обидва боки кар'єру, а автосамоскидами і тракторними потягами – не рідше чим через 250 м.

Ширина проїжджої частини в'їздів і з'їздів при однобічному русі скреперів з ковшем ємністю до 6 м^3 не менша ніж 4 м, до 10 м^3 – 4,5 м і більша ніж 10 м^3 – 5,5 м.

Ширина проїжджої частини землевозної дороги при двосторонньому русі по ній автомобілів-самоскидів вантажопідйомністю до 12 т повинна бути 7 м, а при односторонньому русі – 3,5 м. Ширина кожного узбіччя повинна бути не меншою ніж 1 м, а в стиснутих умовах, на з'їздах і виїздах вона може бути зменшена до 0,5 м. Узбіччя не передбачаються у вибоях на відвалах.

Землевозні дороги в літню пору повинні періодично поливатися водою, очищатися від бруду і пилу, а в зимовий час – від снігу і льоду, а при ожеледиці, крім того, посипатися піском, шлаком тощо.

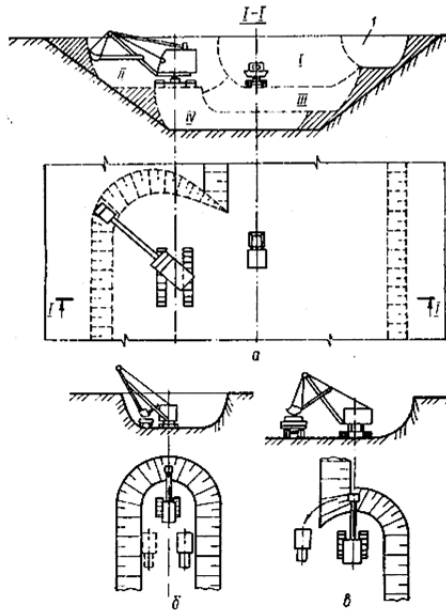


Рис. 1.219. Розробка ґрунту в кар'єрі однокішшевиими екскаваторами:
 а – схема розробки кар'єру уступами з навантаженням ґрунту в автосамоскиди; б – лобовий вибій екскаватора пряма лопата; в – боковий вибій екскаватора пряма лопата; I, II, III, IV – номери вибоїв; 1 – піонерна траншея

Землевозні дороги за інтенсивністю руху є дорогами першої чи другої категорії, у той же час вони як тимчасові влаштовуються без постійного покриття.

Розробку ґрунту в кар'єрі екскаваторами можна вести лобовим або бічним вибоєм.

Лобовий вибій (рис. 1.219, б) застосовується при розробці ґрунту перед екскаватором і з навантаженням його на транспортні засоби, що подаються до екскаватора позаду по дну вибою чи збоку на денній поверхні. У першому випадку автомобілі під'їжджають заднім ходом почергово то з одного, то з іншого боку проходки при цьому кут повороту досягає 140° . При розробці піонерних траншей, з'їздів чи виїздів застосовується лобовий вибій, в інших випадках – боковий.

Боковий вибій (рис. 1.220) використовується при розробці ґрунту з одного боку від осі руху екскаватора і навантаженню ґрунту на транспортні засоби, що подаються по інший бік від осі проходки.



Рис. 1.220. Розробка ґрунту в кар'єрі боковим вибоєм

При цьому забезпечуються сприятливі умови для руху транспорту, а середній кут повороту екскаватора не перевищує 70-90°. Розміри вибою і розташування транспортних засобів у ньому визначаються параметрами екскаватора, зазначеними в паспорті.

Мінімальна висота вибою, що забезпечує наповнення ковша екскаватора, залежить від виду ґрунту і ємності ковша і для попередніх розрахунків може бути прийнята за табл. 4.3.1.

Таблиця 1.6

Мінімальна висота вибою екскаватора

Вид ґрунту	Висота вибою, м, при місткості ковша, м ³			
	0,5	1	1,5	4,6
легкий	2	2,5	2,7	3,5
тяжкий	4,5	5,5	6	7,5

1.4.4. Технологія і організація робіт при відсипанні гребель і дамб

Процес вкладання ґрунту в тіло греблі чи дамби складається з чотирьох виробничих операцій, що виконуються одночасно:

- відсипання ґрунту з транспортних засобів;
- пошарове розрівнювання ґрунту;
- дозволоження до оптимальної вологості;
- пошарове ущільнення ґрунту.

Поверхня якісного насипу, що зводиться, розділяється на карти, на яких послідовно виконуються перераховані вище операції. Усі карти повинні бути рівновеликими за площею (рис. 1.221).

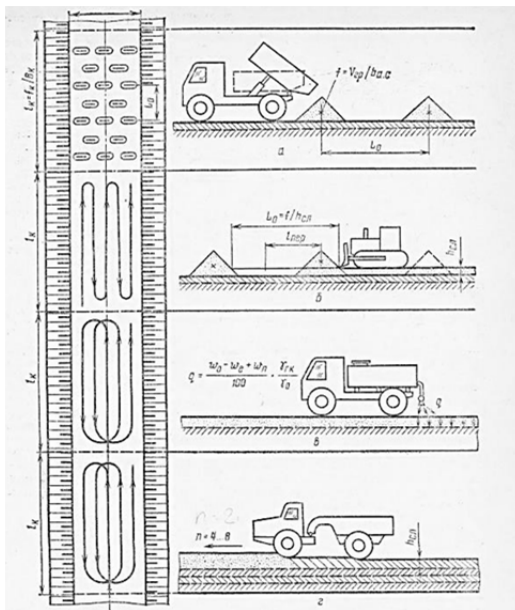


Рис. 1.221. Схеми операцій при укладанні ґрунту в тіло греблі або дамби: а – відсипання ґрунту з транспортних засобів; б – пошарове розрівнювання; в – дозволоження; г – пошарове ущільнення

За необхідністю склад операцій може бути доповнений чи скорочений. Так, ґрунт оптимальної вологості не вимагає дозволоження. Зв'язний ґрунт зазвичай дозволюється в кар'єрі, що

також виключає операцію дозволення на карті. При доставці ґрунту транспортними агрегатами, що одночасно з розвантаженням проводять розрівнювання за рахунок відсипання ґрунту рівномірним шаром (скрепери, тракторні причепа), суміщаються перша і друга операції.

Розрахункову площу однієї карти укладання, m^2 , можна обчислити за формулою

$$F_k = \frac{P_z \cdot t}{h_{uu}}, \quad (1.4.1)$$

де P_z – об'єм ґрунту, що надходить у насип за 1 год, m^3 ;

t – тривалість часу, протягом якого ґрунт надходить на одну карту укладання, год.;

h_{uu} – прийнята товщина шару укладання ґрунту з врахуванням властивостей ґрунту і параметрів машини, що ущільнює (0,2-0,4), м.

Зазвичай тривалість часу, протягом якого ґрунт надходить на одну карту укладання, приймається рівною тривалості однієї зміни чи тривалості робочого часу протягом однієї доби.

Ґрунт на карті доставляється скреперами, автосамоскидами чи тракторними візками. Доставлений у насип ґрунт розрівнюється бульдозерами чи грейдерами. Товщина шару ґрунту, що відсипається, визначається в проекті чи вибирається при пробному ущільненні залежно від способу ущільнення і типу застосованих ущільнюючих механізмів. Розрівнювання ґрунту бульдозерами доцільно вести поперечним способом при укладанні ґрунту поздовжніми смугами і ширині шару більше ніж 10 м, а грейдером – поздовжнім способом при укладанні ґрунту поперечними смугами.

При поздовжньому русі бульдозерів довжина шляху розрівнювання може прийматися 50-200 м. Розрівнювання ґрунту проводиться від країв насипу до її середини (рис. 1.221, б). Проходи бульдозера виконуються з перекриттям сліду попереднього проходу не менше ніж на 0,3 м. Перед ущільненням ґрунту (за необхідністю) виконується вирівнювання поверхневого шару, що підлягає ущільненню, одним чи двома проходами грейдера.

Ущільнення ґрунту в значній мірі залежить від його вологості. Частки сухого ґрунту через сили тертя і зчеплення чинять великий

опір ущільненню. Перезволожений ґрунт також погано ущільнюється.

Оптимальну вологість ґрунту рекомендується витримувати з точністю $\pm 2\%$.

Ступінь ущільнення ґрунту в насипу визначається проектом з урахуванням типу, конструкції, висоти і класу греблі чи дамби. Для ущільнення ґрунтів застосовуються машини динамічної дії (трамбуєчі плити, підвішені до канату крана-екскаватора, чи трамбуєчі машини безупинної дії), статистичної дії (гладкі, кулачкові котки і котки на пневматичних шинах), вібраційної дії (вібрототки).

У практиці водогосподарчого будівництва найбільше застосування для ущільнення ґрунту одержали машини статичної дії. Необхідне число проходів котка визначається дослідним укочуванням шару ґрунту заданої товщини при вологості, з якою буде вкладатися ґрунт у насип (рис. 1.222).



Рис. 1.222. Пошарове ущільнення тіла дамби кулачковим вібрототками

Для повного ущільнення різного виду ґрунтів котками з пневматичними шинами (рис. 1.223) потрібно виконати 3-4 проходи по одному сліду для піску, 4-6 проходів для супісків і 6-8 проходів для суглинків.



Рис. 1.223. Ущільнення ґрунту в насипу греблі самохідним пневмоколісним котком

Гладкими вальцьовими котками (рис. 1.224) потрібно робити кількість проходів удвічі більшою, а кулачковими котками в півтора разу більшою, ніж котками на пневматичних шинах.

Збільшують продуктивність котків прикладанням до основного діючого фактору також вібраційних зусиль.



Рис. 1.224. Ущільнення тіла дамби гладковальцьовим віброкотком

Продуктивність котків Π , м³/год, визначається за формулою

$$\Pi = \frac{1000 h (B - C) v_{cp}}{n} K_B, \quad (1.4.2)$$

де h — товщина шару, що ущільнюється, м;

B — ширина смуги, що укочується, м;

C — ширина смуги перекриття (0,2-0,3м);

v_{cp} — середня швидкість руху котка, км/год;

n — число проходів по одному сліду;

K_g — коефіцієнт використання змінного часу, прийнятий рівним 0,85-0,9.

Чим довша карта, тим ефективніше використовуються котки. Досвід показує, що при довжині карти 500 м продуктивність кулачкового і пневмоколісного котків у півтора рази, а гладкого в два рази вище, ніж при довжині карти 50 м.

Ширину карти при роботі з причіпними котками варто приймати рівну двом – чотирьом мінімальним радіусам повороту, що складає 8 м для одиночного котка, 10 м для зчепи з двох-трьох котків цугом і 12 м для двохосового пневмоколісного котка.

Після відсіпання тіла греблі (рис. 1.225) чи дамби проводиться планування укосів зі зрізанням бахроми товщиною 0,2-0,5 м.

З крутих укосів ($m \leq 2$) ґрунт зрізується періодично в міру зведення насипу на висоту 1-1,5 м причіпними грейдерами, тракторними укосопланувальниками, а на висоту до 3-5 м екскаваторами з ковшем-планувальником. Похилі укоси ($m \geq 2$) плануються бульдозерами з переміщенням ґрунту знизу нагору.



Рис. 1.225. Відсіпання тіла земляної однорідної греблі

1.4.5. Будівництво неоднорідних гребель

При відсіпанні греблі з ґрунтів з різними механічними властивостями необхідно застосовувати для різних частин якісного насипу свій спосіб і режим ущільнення. При наявності зуба глибокого сполучення греблі з основою вкладання ґрунту починається з нього. Вкладання ґрунту можна вести на всіх рівнях одночасно у всіх частинах греблі, доставляючи ґрунт із різних кар'єрів, або по черзі (рис. 1.223). При малій ширині різних зон вкладання ґрунту відсіпання можна вести на одному рівні так, щоб не ускладнювалася робота механізмів.

Процес відсіпання тіла греблі з екраном та ядром (рис. 1.224) в основному подібний процесу відсіпання ґрунту в тіло неоднорідних гребель. Різницю в рівнях відсіпки Δh (рис. 1.223) зазвичай приймають 0,5...1 м. Ґрунт у тіло екрану рекомендується укладати після зведення основної частини греблі.

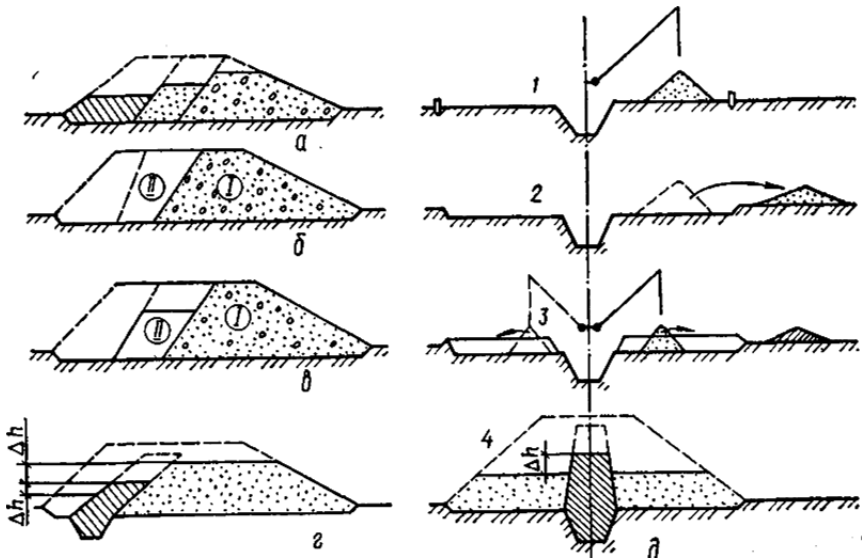


Рис. 1.223. Послідовність вкладання ґрунту в тіло неоднорідних гребель:
 а – одночасне вкладання трьох видів ґрунту на різних рівнях;
 б, в – по чергове вкладання різних ґрунтів; г – одночасне відсіпання ґрунту в тіло греблі, екрану і захисного шару при ширині поверху, достатньої для проходу механізмів; д – послідовність будівництва греблі з зубом і ядром;

- 1 – розробка ґрунту в траншеї під зуб греблі; 2 – переміщення розробленого ґрунту за межі насипу; 3 – варіант із використанням ґрунту для насипу греблі; 4 – вкладання ґрунту в ядро і бічні призми на різних рівнях; (Δh – різниця в рівнях відсіпання; приймається 0,5-1 м)



Рис. 1.224. Відсіпання греблі з ядром

1.4.6. Кріплення укосів гребель і дамб

Після зведення насипу низові укоси, як правило, закріплюють покриттям рослинного ґрунту і посівом трав. Рослинний ґрунт відсіпають на укос зверху від гребеня і розрівнюють бульдозерами.

Таким самим способом здійснюють покриття верхових укосів сипучими матеріалами.

Верховий укос греблі піддається руйнівній дії вітрових хвиль, льодового покрову, коливанню рівнів води у водосховищі. Для протистояння всім цим факторам верховий укос, як правило, закріплюють. В практиці водогосподарського будівництва використовують наступні типи кріплень: кам'яні, залізобетонними плитами (рис. 1.225), монолітним бетоном, георешітками (рис. 1.226).



Рис. 1.225. Кріплення верхового укосу греблі залізобетонними плитами

Для укладання на укоси монолітного бетону, збірних залізобетонних плит використовують крани для яких, інколи, влаштовують проміжні берми.



Рис. 1.226. Кріплення укосу греблі георешітками

Технологія влаштування кріплень укосів гребель подібна облицюванню укосів каналів.

1.4.7. Контроль якості робіт при відсіпанні земляних гребель і дамб

Контроль якості робіт при зведенні ґрунтових гребель і дамб полягає в систематичному спостереженні за відповідністю робіт, що виконуються, вимогам проекту і нормативних документів. Контролюються якість підготовчих робіт, ґрунту в кар'єрах і правильність його розробки, дотримання проектної технології

укладання й ущільнення ґрунту в споруді, якість ґрунту на картах різних елементів споруди. При цьому встановлюється відповідність фактичних значень фізико-механічних характеристик вкладеного ґрунту і каменю в насипу прийнятому у проєкті.

Склад контрольованих операцій при зведенні якісних насипів, кількість проб залежно від якості ґрунту, обсягу робіт і місцевих умов встановлюються нормативними документами.

В процесі будівництва гребель і дамб, і при здачі в експлуатацію контролюються: положення профільних споруд у просторі (планове і висотне); геометричні розміри земляних споруд і рівність поверхонь; властивості ґрунтів, що використовуються для зведення споруд і що залягають в його основі; якість вкладання ґрунтів у греблю чи дамбу.

При контролі розмірів і положення споруди перевіряються: планове розташування земляних споруд і їхні розміри; відмітки верха насипів з урахуванням запасу на осідання, ухили спланованих поверхонь, укосів насипів, розташування й оформлення кар'єрів тощо.

При зведенні якісних насипів ведеться постійний контроль вологості ґрунту, що укладається, і ступеня його ущільнення.

Для оцінки щільності ґрунту відбираються контрольні проби від кожних 100-200 м³ покладеного ґрунту, що не має великих включень, і від кожних 200-400 м³ ґрунту з включеннями великих фракцій.

Контролює якість робіт будівельна лабораторія, що має контрольні пости на будівництві земляних споруд.

Питання для самоконтролю

1. Які потрібні матеріали для вирішення питань, що до виконання робіт зі зведення гребель?

2. На які процеси поділяється комплекс робіт зі зведення насипних гребель та дамб?

3. Які процеси включає в себе підготовка основи під греблю?

4. Як поділяються роботи в кар'єрі?

5. Якими способами ведуть розробку кар'єру екскаватором?

6. З яких операцій складається процес відсипання тіла греблі?

7. Якими механізмами виконується ущільнення ґрунту у тілі греблі?

8. Як виконується відсипання неоднорідної греблі?

9. Які параметри постійно перевіряються при відсипанні тіла греблі або дамби?

РОЗДІЛ II. БУДІВНИЦТВО ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1. Будівництво берегозахисних, протиерозійних та протизсувних споруд

2.1.1. Берегозахисні заходи та споруди

Серед багатьох руйнівних процесів на Землі помітне місце належить розмиву берегів річок та інших водойм водними потоками. Від них страждають населені пункти, інженерні об'єкти, комунікації, руйнуються водозабори, опори ліній електропередач, мостові переходи, втрачаються сільськогосподарські угіддя, відбувається втрата лісу.

Розмиви берегів – природний процес, притаманний будь-якій річці. Швидкість розмиву коливається від часток метра до десятків метрів за рік, мінлива від повені до межені, від року до року залежно від стадії розвитку процесу, який виникає. (Катастрофічні швидкості розмиву берегів зафіксовані наприклад на р. Амудар'я 1000-1200 м/рік).

Розмиви берегів річок це результат взаємодії водного потоку і русла річки та постійних його переформувань (деформацій). Інтенсивність розмиву залежить від кута підходу стрижня потоку до берегу: чим він більший, тим більша швидкість розмиву. У прямолінійному руслі стрижень потоку розташовується в його центральній частині, біля берегів швидкість потоку знижується, а живий перетин русла має форму близьку до параболічної (рис. 2.1, а). У цих умовах береги не розмиваються.

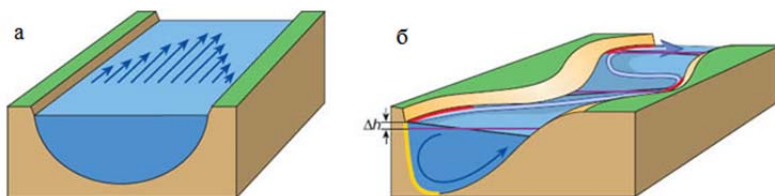


Рис. 2.1. Умови взаємодії потоку з берегами

При викривленні русла річки відбувається зміщення струменів потоку до берега. Тут утворюється хвиля водної поверхні та місцеве збільшення швидкості потоку з-за його стиснення при набіганні на берег. Це обумовлює розмив берега і формування крутого, часто вертикального укосу. Одночасно відбувається розмив дна русла, тобто його поглиблення, біля основи крутого укосу. У результаті параболічна форма живого перерізу потоку трансформується в трикутну (рис. 2.1, б).

Морфологічними ознаками ступеню інтенсивності розмиву є: дуже сильний – вертикальний обрив (рис. 2.2, а); сильний – обрив, що має з слабо виражену ступінчастість (рис. 2.2, б); середній – ступінчастий уступ, окремі приступки покриті травою та дерниною, що обвалилася (рис. 2.2, в); слабкий – пологий дрібно ступінчастий уступ з розрідженою рослинністю (рис. 2.2, г).

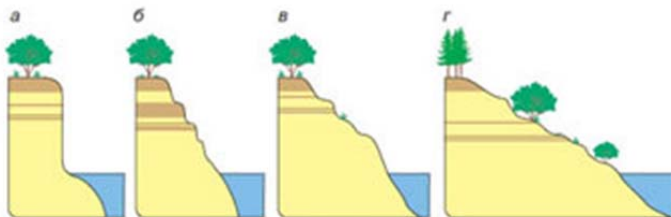


Рис. 2.2. Форми берегових укосів залежно від інтенсивності розмиву

Процес розмиву берегів спостерігається як під дією природних сил, так і в результаті антропогенного впливу: будівництво ГЕС, днопоглиблювальні роботи, перетин заплав дорожніми дамбами, видобуток в руслах корисних копалин, будівництво у заплавній зоні різних споруд, інтенсивне судноплавство, тощо. (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Розмив берега річки

Для боротьби з явищем розмиву або його запобіганню здійснюють укріплення берегів, зводять дамби, виконують різні регуляційні заходи на річках аж до створення штучного русла, що відводить потік від об'єкту, який піддається його впливу.

Берегоукріплення – це термін, що об'єднує у собі весь комплекс робіт з укріплення і захисту прибережної лінії природних та штучних водойм від розмиву, обвалів і ерозії берегового схилу.

У практиці природоохоронного будівництва застосовуються різноманітні види і методи укріплення берегів та берегоукріплювальних робіт. Берегові схили діляться на три зони: підводна, перемінного рівня води і надводна. Методи берегоукріплення у кожній зоні можуть відрізнятися.

Для захисту ґрунтових гідротехнічних споруд і стабілізації природних берегів на відносно крутих укосах в переважній більшості випадків використовують спеціальні кріплення, що забезпечують надійний захист навіть тих ґрунтових укосів, які легко руйнуються під дією води.

Використовують кріплення укосів різних типів, які складаються з трьох основних конструктивних частин:

- покриття, яке призначене для протидії механічним впливам навколишнього середовища і яке виконується достатньо міцним і стійким;
- підготовки, яка має залежно від умов роботи кріплення будівельно-технологічне або дренажне призначення
- упора, призначеного для захисту кріплення від підмиву знизу укосу і від зміщення (зсуву).

Для інженерного захисту берегів річок, озер, морів, водосховищ зводять споруди відповідно до ДБН В.1.1-24:2009 „Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування”, розділ „Берегозахисні споруди і заходи, вимоги до них”.

Вибір конструкцій захисних і регуляційних споруд слід здійснювати з урахуванням типу руслового процесу, їх призначення, наявності місцевих будівельних матеріалів і можливих способів виконання робіт.

Основні види споруд і заходів при берегоукріпленні наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Основні види споруд і заходів при берегоукріпленні

№ з/п	Вид споруди і заходи	Призначення споруди, заходи і умови їх застосування
1	2	3
I	Хвилезахисні	
1.1	Вздовжберегові	- Підпірні берегові стіни (набережні) хвилевідбійного профілю - Шпунтові стінки залізобетонні і металеві - Східчасті кріплення із зміцненням основи терас - Масивні хвилеломи
1.2	Укісні	- Монолітні покриття з бетону, асфальтобетону, асфальту - Покриття із збірних плит - Покриття з гнучких підстилок і сітчастих блоків заповнених каменем (габйонів) - Покриття з синтетичних матеріалів (геотекстилю) і вторинної сировини
II	Для гасіння хвиль	
2.1	Вздовжберегові	- Водопроникні споруди з пористою напірною гранню і камерами для гасіння хвиль
2.2	Укісні	- Накид з каменю - Накидання або укладання з фасонних блоків - Штучні вільні пляжі
III	Пляжоутримувальні	
3.1	Вздовжберегові	- Підводні банкети з бетону, бетонних блоків, каменя
3.2	Поперечні	- Буни, моли, шпори

IV	Спеціальні	
4.1	Регулюючі	<ul style="list-style-type: none"> - Управління стоком річок (регулювання скиду води, об'єднання водостоків в одне гирло тощо) - Низькі затоплювані напівзагати, розташовані під кутом назустріч потоку - Споруди, що імітують природні форми рельєфу - Перебазування запасу наносів (перекидання уздовж узбережжя, використання підводних кар'єрів тощо)
4.2	Струмене-напрявні	<ul style="list-style-type: none"> - Струмененапрявні дамби з кам'яного накиду - Струмененапрявні дамби з ґрунту - Струмененапрявні масивні шпори або напівзагати - Схилоукріплюючі - Штучне закріплення ґрунту укосів

Берегозахисні споруди, їх конструкції й основи розраховуються за методом граничних станів.

Споруди берегоукріплення повинні відповідати вимогам щодо стійкості, міцності та надійності.

Для забезпечення цих вимог при проектуванні берегозахисних споруд на ґрунтових основах, що розмиваються, глибина закладання низу таких споруд призначається нижче глибини можливого розмиву ґрунту з урахуванням впливу споруди на водний потік.

Глибина розмиву підводного укосу визначається розрахунком або встановлюється за даними натурних спостережень.

При проектуванні берегозахисних споруд необхідно передбачати заходи проти загального і місцевого розмивів дна.

При значних глибинах розмиву підводного укосу берегозахисні споруди проектують на пальових фундаментах, палях-оболонках, на кам'яних постелях або гнучких підстилках.

Берегозахисні споруди, що проектуються в районах з важкими льодовими умовами, повинні складатися з крупних гравітаційних масивів, стійких при розрахункових льодових навантаженнях.

Застосування берегозахисних споруд всіх типів повинно супроводжуватися заходами, що попереджають розмиви на ділянках, суміжних з тими, що укріплюються, або заходами, що поповнюють дефіцит пляжного матеріалу на цих ділянках.

У проекті берегозахисних споруд слід передбачати відведення підземних і поверхневих вод.

З давніх часів для кріплення берегів рік використовували кам'яні відсипки з бутового каменю (рис. 2.4), ефективний але дуже трудомісткий спосіб.



Рис. 2.4. Кріплення берегів відсипкою бутового каменю

Кам'яне кріплення влаштовується при висоті хвилі до 2,5 м. Розрахункову вагу каменя можна визначити за виразом

$$G = \frac{k_{\phi} \cdot \gamma_{\kappa} \cdot h^2 \cdot l}{\left(\frac{\gamma_{\kappa}}{\gamma_{\circ}} - 1\right)^3 \sqrt{1+m^3}}, \quad (2.1)$$

де k_{ϕ} – коефіцієнт, значення якого приймається для бетонних масивів 0,021 і для кам'яної відсипки – 0,025; γ_{κ} , γ_{\circ} – відповідно щільність каменя і води; h , l – відповідно висота і довжина хвилі; m – коефіцієнт закладання укосу.

Камінь для влаштування відсипки кріплення видобувається в кар'єрах або береться з русла річки при її розчищенні чи при влаштуванні прокопів (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Видобування каменю у руслі ріки
На укосах призначених для кам'яної відсипки влаштовується з
допомогою бульдозерів підготовка з гравію (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Влаштування підготовки з гравію бульдозером

Накидання каменю залежно від його крупності виконується
бульдозерами або екскаваторами (рис. 5.7).



Рис. 2.7. Улаштування кам'яної відсипки екскаватором

Як у попередні роки та і у поточний час широко використовувалося кріплення берегів та укосів водозахисних споруд залізобетонними плитами (рис. 2.8) та монолітним залізобетоном (рис. 2.9).



Рис. 2.8. Кріплення укосу водозахисної дамби збірними залізобетонними плитами

Технологічно процес влаштування кріплення берегів залізобетонними плитами подібний до процесу кріплення зрошувальних каналів.



Рис. 2.9. Кріплення укосу водозахисної дамби монолітними залізобетоном

Доволі ефективним є спосіб кріплення берегів збірними залізобетонними решітчастими конструкціями (рис. 2.10, а), після укладання і закріплення яких, комірки, що утворилися заповнюються щебенем або каменем (рис. 2.10, б).



Рис. 2.10. Кріплення берега збірними залізобетонними решітчастими конструкціями: а – влаштування решітчастого залізобетонного кріплення; б – заповнення комірок кріплення каменем

Комбіноване кріплення берега збірними залізобетонними решітчастими конструкціями може виконуватися із заповнення комірок монолітним бетоном і каменем у шаховому порядку (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Комбіноване кріплення берега


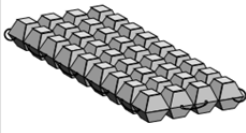




Більш сучасним за ефективністю та технологічністю влаштування є кріплення берегів і укосів гнучкими бетонними матами (рис. 2.12, 2.13) або блоками БКУ – блоки кріплення укосів (рис. 2.14).



Рис. 2.12. Кріплення укосу універсальними гнучкими бетонними матами

Таблиця 2.2

Конструкції універсальних гнучких захисних бетонних матів

Модель	Профіль блока	Загальний вигляд
УГЗБМ-105		
УГЗБМ-202		
УГЗБМ-405		

Універсальні гнучкі захисні бетонні мати – це збірна конструкція, що складається з окремих залізобетонних блоків з'єднаних між собою за допомогою замоноліченого синтетичного канату. Всі моделі УГЗБМ мають однакові габаритні розміри (ширина 2746 мм, довжина 1226 мм), вони відрізняються конструкції профілю бетонного блока, а також висотою і вагою (385кг-1220кг).

Полотна УГЗБМ з'єднуються між собою за допомогою П-подібних і Т-подібних скоб.



Рис. 2.13. Монтаж полотен із УГЗБМ: *а* – мати і Т-подібні скоби; *б* – монтаж матів



Рис. 2.14. Захист берегу блоками кріплення укисів

В таких покриттях бетонні блоки шарнірно з'єднані між собою кульковими елементами та дротом $d=6-8$ мм у вигляді килимового покриття на всьому фронті поверхні, що захищається (рис. 2.15).

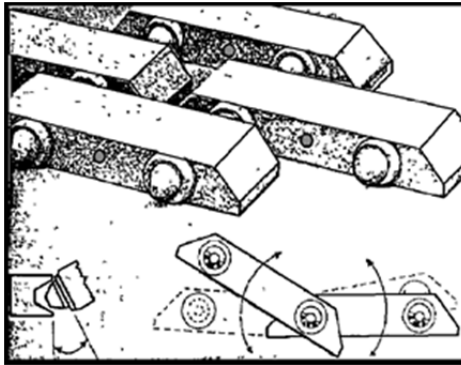


Рис. 2.15. Схема з'єднання елементів БКУ

Розміри бетонного блоку – $500 \times 200 \times 120$ мм; об'єм бетону – $0,02 \text{ м}^3$; маса – $25 \dots 30$ кг.

Кріплення виконується комбінованим способом: на мокрий укіс килим укладається за допомогою крана (рис. 2.16); у верхній частині кріплення влаштовується анкер. Анкер може бути представлений у вигляді бетонних блоків або монолітного залізобетону.



Рис. 2.16. Монтаж універсального бетонного гнучкого мату

При берегоукріпленні універсальними гнучкими матами виконуються наступні технологічні процеси:

- влаштування зворотного фільтру з геотекстилю;
- збирання блоків в килим;
- армування килима;
- прикріплення зворотного фільтру (геотекстилю) до нижньої частини килима;
- укладання килимового покриття на схил вантажопідйомним краном з використанням спеціальних траверс;
- розробка траншеї під анкер;
- влаштування анкера;
- зворотна засипка анкера;
- засипка вічок килимового покриття щебенем.

Дуже ефективним, хоча і теж порівняно витратним є спосіб кріплення габійними конструкціями – габійними ящиками або габійними матрацами (рис. 2.17).

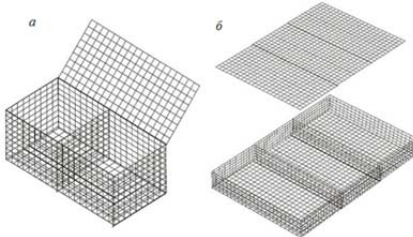


Рис. 2.17. Сітки габійних конструкцій:

- a* – габійний ящик;
- б* – габійний матрац

Габіонний ящик чи каркас з крученої або плетеної металевої сітки (рис. 2.18, а) з заповненням каменем, щебенем або галькою (рис. 2.18, б).

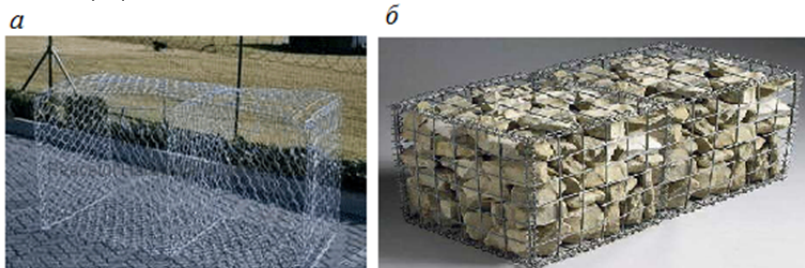


Рис. 2.18. Габіонний ящик: а – каркас габіонного ящика;
б – габіонний ящик, заповнений каменням

Каркаси габіонних ящиків виготовлюються у заводських умовах з металевої сітки подвійного кручення з шестикутними комірками (8×10 см). Вони поділені на секції з допомогою діафрагм, що встановлюються в середині габіонів через кожен метр по довжині. Дротяна сітка, що використовується для габіонів виготовлюється зі сталевого дроту щільного оцинкування з додатковим покриттям оболонкою з ПВХ.

Габіони й габіонні матраци відправляються із заводу спеціально складеними й з'єднаними у в'язки. Транспортування каркасів габіонних ящиків і матраців здійснюється спеціальними автомобілями (рис.2.19).



Рис. 2.19. Спеціалізований автомобіль для транспортування габіонних сіток

Для заповнення габіонів застосовується будь-який кам'яний матеріал, що складається із кругляка, гальки, кар'єрного каменю, який відповідає функціональним вимогам, пропонованим до споруди з габіонів.

Рекомендується використати матеріал: з великою питомою вагою (не менш $17,00 \text{ кН/м}^3$) і пористістю 0.30...0.40; морозотривкий (з маркою за морозовитривалістю вище МР 350); міцний; не розмивний водою; з гарною твердістю.

Середній розмір кам'яного матеріалу і висота габіонів для захисту укосів берегів від розмивання у разі відсутності вітрових хвиль приймаються залежно від швидкості водного потоку.

Таблиця 2.3

Тип габіону	Висота габіону, м	Середній розмір каменя, мм	Гранична швидкість потоку, м/с
Матрацний	0,15–0,17	85	3,5
		110	4,2
	0,23–0,25	85	3,6
		120	4,5
	0,30	100	4,2
		125	5,0
Коробчастий	0,5–1,0	150	5,8
		190	6,4

Залежно від робочих умов, заповнення виконується вручну або за допомогою механічних засобів, що значно швидше, а значить економніше.

Після закінчення робіт із заповнення переходять до закриття габіонів, опускаючи кришку й виконуючи прошивання уздовж крайок.

Кріплення берегів і русел річок, малих водотоків із захистом укосів від схилової ерозії розмиву може виконуватися різними комбінаціями укладання габіонних ящиків і габіонних матраців (рис. 2.20, 2.21).

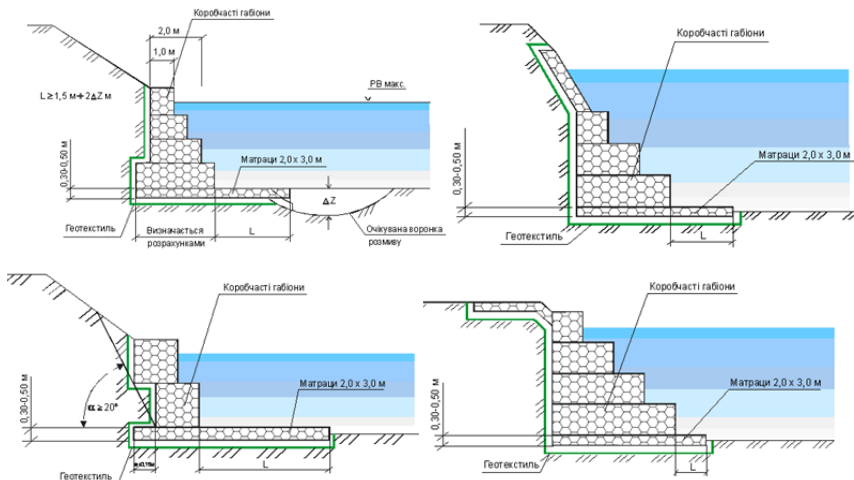


Рис. 2.20. Кріплення берегів і русел річок, малих водотоків із захистом укосів від схилової ерозії розмиву, розроблені ВАТ «УКРВОДПРОЕКТ»

Габіонні споруди відносяться до класу гнучких і сприймають можливі осідання ґрунту, реагуючи на це незначними прогинами.

При цьому габіон не руйнується і продовжує виконувати свою функцію. Пориста структура габіону надає спорудам відмінні дренажні властивості. Висока проникність габіонних споруд виключає можливість виникнення одного з основних факторів нестабільності конструкцій-гідростатичних навантажень. Виключається також розрив зв'язку ґрунтових та поверхневих вод, відповідно практично відсутній винос часток породи під підґрунтям таких берегоукріплювальних споруд.



Рис. 2.21. Кріплення берегів стінками з габіонних конструкцій

Габіонні конструкції у вигляді габіонних матраців, так звані матраци Рено, використовують як для улаштування основ під підпорні стінки з габіонів так і для безпосереднього кріплення укосів та берегів рік (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Кріплення берегів річки матрацами Рено

Технологія кріплення укосів габіонами передбачає виконання ряду технологічних операцій.

До будівельного майданчика пакети перевозяться автомобільним транспортом, розвантажуються автомобільним краном і укладаються у штабелі уздовж укосу (рис. 5.23).



Рис. 2.23. Схема розвантаження пакетів габіонів

На будівельних майданчиках, складені габіони відкриваються й збираються, випрямляються стінки й головні частини, виконується прошивання вертикальних крайок і можливих діафрагм спеціальним дротом. Прошивання звичайно виконується, пропускаючи дрід через

кожні дві ланки.

Після проведення зборки декількох габіонів, що прошиті за формою коробки й з'єднанні у групи, переходять до їх укладання, з'єднуючи між собою за групами, з міцним прошиванням уздовж всіх контактних крайок (рис. 2.24, 2.25).

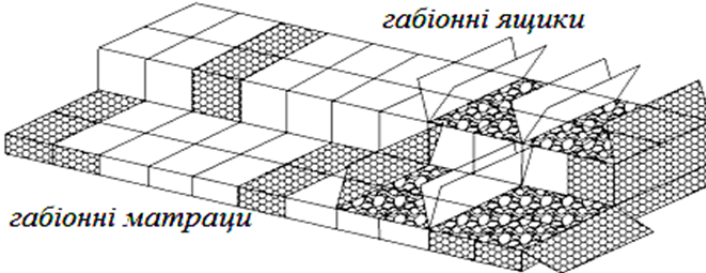


Рис. 5.24. Схема з'єднання габіонів за групами

Заповнення здійснюється за допомогою кар'єрного каменю, що має розміри перевищуючі ланку сітки, так щоб одержати мінімум порожнеч.

Для монтажу конструкцій габіонів рекомендується використовувати наступний інструмент: плоскогубці (з довгими губами), монтирки або маленький лом, спеціальний інструмент (типу "степлер") для притягання і ув'язки кришки габіону.

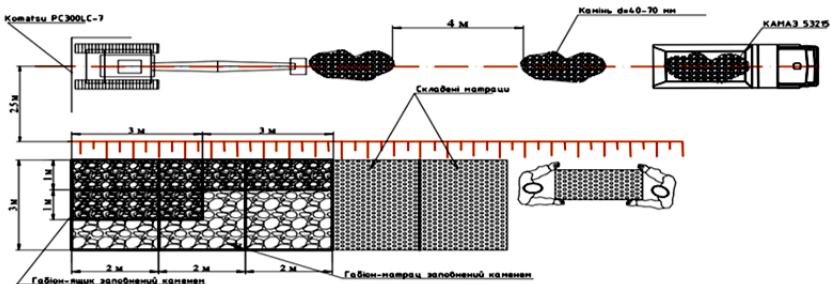


Рис. 2.25. Схема кріплення укосу габіонами

Також для кріплення берегів використовуються залізобетонні пали (рис. 2.26) або сталеві шпунти Ларсена.



Рис. 2.26. Кріплення берегу залізобетонними паями

Розміри поперечного перетину палів: 30×30 см; 35×35 см; 40×40 см. Довжина палів 12-16 метрів.

Занурення палів у ґрунт здійснюється різними способами (рис. 2.27)

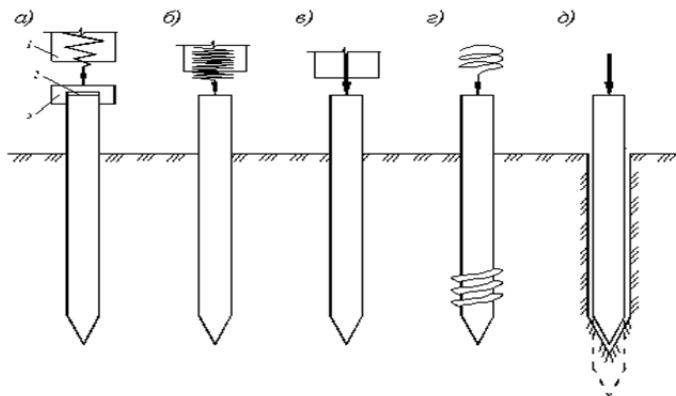


Рис. 2.27. Способи занурення палів:

а – забиванням; б – віброзануренням; в – вдавлюванням;
г – загвинчуванням; д – зануренням в лідер (в дуже щільних ґрунтах, промерзлих ґрунтах); 1 – молот; 2 – металевий оголовок; 3 – дерев'яна або гумова прокладка (для пом'ягчення удару)

Для занурення палів способом забивання трубчасті або штангові дизель-молоти, які обладнуються на копрах палейних установок (рис. 2.28, 2.29).

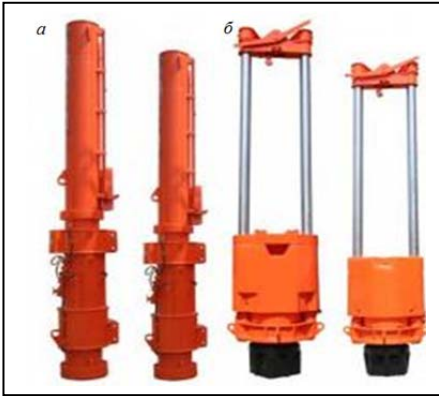


Рис. 2.28. Дизель-молоти:
 а – трубчастий;
 б – штанговий



Рис. 2.29. Самохідні палейні установки: а – на тракторі; б – на автомобілі

Для виконання робіт із занурення палів ударним способом копер підбирається за необхідною висотою підйому за формулою (рис. 2.30)

$$H_k = h_n + h_m + h_x + h_z, \quad (2.2)$$

де h_n – довжина паля, м; h_m – довжина молота, м; h_x – довжина вільного ходу рухомих частин молота, м; h_z – запас по висоті для

розміщення вантажопідійомних пристроїв копра, приймається 0,5-1,0 м.

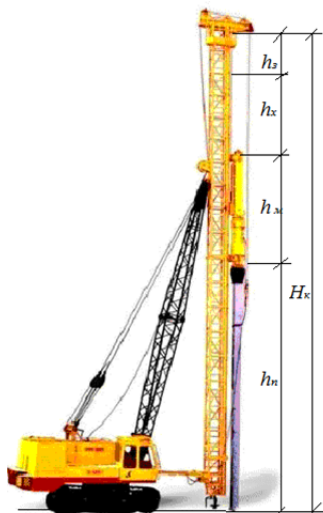


Рис. 2.30. Схема для визначення висоти підйому копра

Для занурення палів віброзануренням, вдавленням, загвинчуванням використовують відповідні установки (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Обладнання для занурення палей: а – установка вібраційного занурення; б – палевдавлювальна установка; в – установка для загвинчування палей

Шпунти Ларсена – довгі (до 34 м), але вузькі (до 0,8 м) металічні профілі (рис. 2.32) з замками (шпунтами), що дозволяють



Рис. 2.32. Шпунти Ларсена

з'єднувати один профіль з іншим вертикально для створення металевої стінки у ґрунті (рис. 2.33).



Рис. 5.33. Захисна стінка з шпунтів Ларсена

Однак металеві шпунти з часом піддаються корозії і стінки руйнуються. Тому з середини 90-х років ведучими будівельними концернами була розроблена система шпунтин з полівінілхлориду (ПВХ) (рис. 2.34).



Рис. 2.34. Шпунтина з полівінілхлориду

Термін служби шпунтових стінок (рис. 2.35) з ПВХ мінімум 30 років, вони не потребують не яких додаткових протикорозійних заходів і витримують великі навантаження.



Рис. 2.35. Стінка з ПВХ шпунтин

Стінки з вищеназваних конструкцій зводяться за технологією занурення будь-яких паль з використанням копрових установок обладнаних дизель-молотами, віброзанурювачами, тощо (рис. 2.36).



Рис. 2.36. Занурення шпунтини

У останні роки найбільш ефективною альтернативою давно відомим технологіям кріплення берегів та схилів є застосування геосинтетиків, зокрема георешіток. Георешітка представляє собою (рис. 2.37) стільникову конструкцію з поліетиленових стрічок завтовшки 1,5 мм, що скріплені між собою в шаховому порядку зварними високоміцними швами.



Рис. 2.37. Георешітка

Георешітка при розтягуванні в робочій площині утворює горизонтально і вертикально стійкий каркас, який призначений для фіксації наповнювача: ґрунт (рис. 2.38), пісок, щебінь (рис. 2.39), бетон (рис. 2.40), тощо.

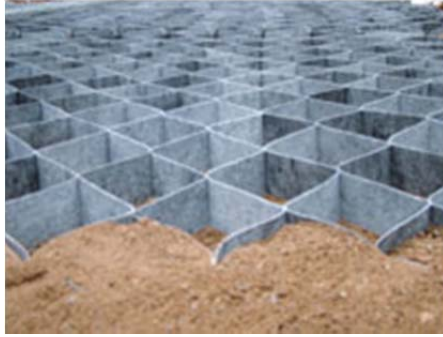


Рис. 2.38. Заповнення комірок георешітки ґрунтом



Рис. 5.39. Заповнення георешітки щебенем

Застосування георешітки є способом армування ґрунту, що супроводжується утворенням на його поверхні плит товщиною, яка рівна висоті георешітки: 100 мм, 150 мм, 200 мм. Георешітка обмежує зсувні деформації і укріплює ґрунти, створюючи єдину структурну масу, що витримує великий тиск.

Широке використання георешіток обумовлене високими фізико-механічними властивостями: міцністю, низькою матеріаломісткістю, стійкістю до дії погодно-кліматичних і гідрогеологічних чинників, довговічністю і екологічною безпекою.



Рис. 2.40. Заповнення георешітки бетоном

Кріплення георешіток на поверхнях схилів виконують за допомогою Г-подібних анкерів (рис. 2.41) завдовжки 0,6-1,2 м, виготовлених із сталі або високоміцних пластикових матеріалів.



Рис. 2.41. Пластмасові армовані анкери

Анкери встановлюються по контуру кожної георешітки для забезпечення її правильного розтягування у вигляді прямокутника.

Між георешітками і поверхнею ґрунтового укосу (у випадках заповнення каркаса щебенем або ґрунтом) вкладають розділовий і дренажний прошарок з нетканого геотекстилю щільністю 200-400 г/м (рис. 2.42).



Рис. 2.42. Укладання георешітки на шар геотекстилю

У деяких випадках для захисту берегів від розмиву можливе використання геоматраців (рис. 2.43) або геобегів (рис. 2.44)



Рис. 2.43. Кріплення укосу геоматрацями

Для виготовлення геоматраців використовують поліефірні або поліпропіленові тканини з підвищеною світлостійкістю товщиною 1,7 мм. Геоматраци заповнюються пульпою з місцевих матеріалів. Заповнення здійснюється через спеціальні клапани, через які і видаляється зайва вода.

Геобег являє собою великогабаритну текстильну ємність, що виготовлена з високоміцного синтетичного матеріалу, заповнену мінеральною сировиною.



Рис. 2.44. Кріплення берега м'якими контейнерами «Геобег»

2.1.2. Споруди та заходи, що попереджують водну ерозію ґрунтів

Ерозія – руйнування і змив водою часток ґрунту. Вона проявляється у змиванні верхнього шару ґрунту, викликаного дрібними розсіяними струменями талих і зливових вод. У результаті ерозійної діяльності утворюються яри (рис. 2.45).



Рис. 2.45. Загальний вигляд яру

Під ярами щорічно зникають десятки тисяч гектарів орних земель.

Яри розвиваються у пухких породах, лесових ґрунтах і лесовидних суглинках, у суглинках і глинах, що при замочуванні втрачають зв'язність. У піщаних ґрунтах яри розвиваються рідко, тому що пісок поглинає воду і не створює умов для розмиву ґрунту.

Розвиток яру продовжується, поки його верхня частина не дійде до вододілу, а в низовій частині розмив дна не досягне горизонту водоймища, що є базисом ерозії яру. На схилах ярів розвиваються зсуви, обвали й осипи, що сприяють росту ярів у ширину.

У процесі розвитку ярів є чотири стадії (рис. 2.46):

1 – стадія вимоїни чи вибою. На крутій ділянці схилу утворюється вимоїна чи вибій трикутного поперечного перерізу;

2 – стадія врзання яру вершиною. На цій стадії відбувається поглиблення вибою, зменшення поздовжнього ухилу дна. На вершині створюється обрив висотою 5-10 м. Вибій розширюється і стає в поперечному перерізі трапецеїдальним. До кінця другої стадії

в нижній частині яру формується плавний поздовжній профіль – транзитне русло. В усті яру відкладається конус виносу;



Рис. 5.46. Стадії розвитку яру:

а – стадія вимоїни чи вибою; б – стадія врізання яру вершиною;
в – стадія формування профілю рівноваги; г – стадія загасання

3 – стадія формування “профілю рівноваги”. Відбувається подальше зростання яру убік вододілу, в результаті підмивання й осипу схилів розширюється його поперечний переріз. Щорічний приріст довжини яру може досягати 10-15 м. Бічними тальвегами починають утворюватися яри, що відгалужуються, – відвершки. Яр розвивається, поки не досягне ґрунтових шарів, що не піддаються розмиву;

4 – стадія загасання, перетворення яру в „балку”. Глибинна ерозія і підмивання схилів поступово загасають, яр перестає зростати. Схили його приймають стійкий обрис і заростають травою. Яр перетворюється в балку.

Вибір заходів боротьби з ярами залежить не тільки від функціонального використання території, але і від того, де знаходиться яр. Захист проводять як у самому яру, так і на прилеглий території.

Протиерозійні заходи повинні передбачати припинення площинного змиву ґрунтів, стабілізацію ярових схилів, припинення росту вершин та відвершків, зниження активного розмивання тальвегів ярів, а в окремих випадках і ліквідування ярів.

Заходи боротьби з ярами можуть здійснюватися за двома напрямками: агролісомеліорація; влаштування штучних споруд.

Заходи агролісомеліорації слід передбачати в комплексі з іншими протиерозійними заходами для запобігання ерозії і раціонального використання приярових територій.

Заходи агролісомеліорації включають:

- поверхневий водовідвід, зарівнювання промоїн, влаштування поздовжніх огорож типу „пліт”;
- прибалкові і приярові лісонасадження у нижніх частинах схилів й біля брівок балок і ярів;
- вітрозахисні, снігозатримувальні і водопоглинальні лісонасадження на відкритих територіях, що прилягають до схилів;
- декоративно-захисні насадження дерев і чагарників (рис. 2.47);



Рис. 2.47. Декоративно-захисне лісонасадження

- берегозахисні деревно-чагарникові насадження на берегах рік та навколо водоймищ;
- посів багаторічних трав або обдернування.

Посів багаторічних трав без інших допоміжних засобів захисту допускається на схилах (укосах) крутістю до 35° , а при більшій крутості (до 45°) – з просоченням ґрунту в'язучими матеріалами. Насадження дерев допускається на схилах (укосах) крутизною до 15° .

При крутості схилів більше ніж 25° до 35° рекомендується робити їх більш пологими або терасувати за допомогою проміжних бERM (рис. 2.48).



Рис. 2.48. Терасування схилів ярів

Влаштування штучних протиерозійних гідротехнічних споруд є одним із ефективних інженерних заходів боротьби з ярами (рис. 5.49). До таких споруд належать: водотримуючі споруди; водонаправляючі споруди; донні споруди; штучні русла тощо.

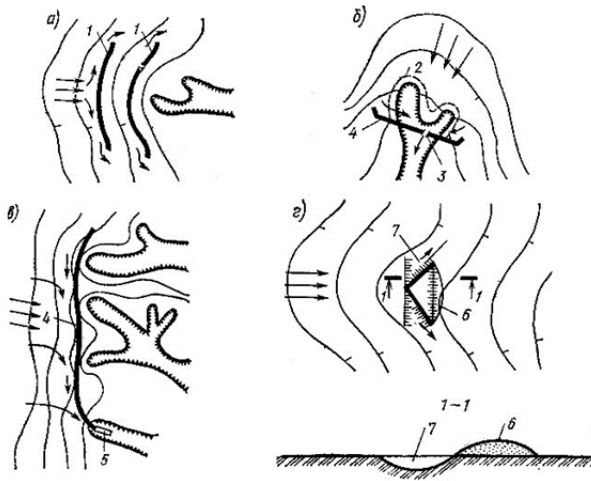


Рис. 2.49. Протиерозійні гідротехнічні споруди:
 а, б – водотримуючі вали; в – водовідвідні вали-канави;
 г – розпилювачі стоку; 1 – водотримуючий чи водовідвідний вал;
 2 – межаположування схилу; 3 – донний водовипуск; 4 – водовідвідний вал; 5 – водоскидна споруда; 6 – розпилювач (земляний вал);
 7 – лоток (виймка)

До водоутримуючих споруд відносяться: вали-канали, тераси, вали-тераси. Їхнє завдання – затримання поверхневого стоку.

Водоутримуючі вали застосовують на схилах крутістю до 10° вище вершин ярів. Об'єм ставків та площу їх водозбору обмежують залежно від ухилів схилів і інженерно-геологічних умов. Тераси застосовують на схилах крутістю від 7° до 35° . Для відведення поверхневого стоку у зливовідводи полотно терас повинно мати поздовжній ухил не більше ніж 3° .

До водонаправляючих споруд належать: водонаправляючі вали, вали-розпилювачі. Їхнє завдання регулювати водні потоки шляхом зміни їх напрямку та розпилення.

Для забезпечення безпечного і організованого скиду вод на дно ярів призначені водоскидні споруди: швидкотоки, перепади і водоскиди (рис. 2.50, 2.51). Водоскиди діляться на шахтні, трубчасті та консольні.

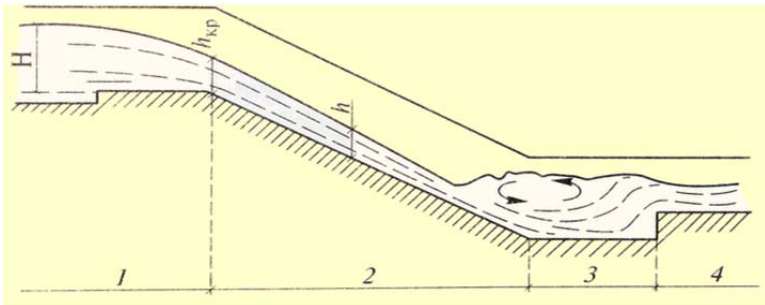


Рис. 2.50. Схема швидкотока: 1 – вхідна частина; 2 – лоток; 3 – водобійний колодязь; 4 – вихідна частина

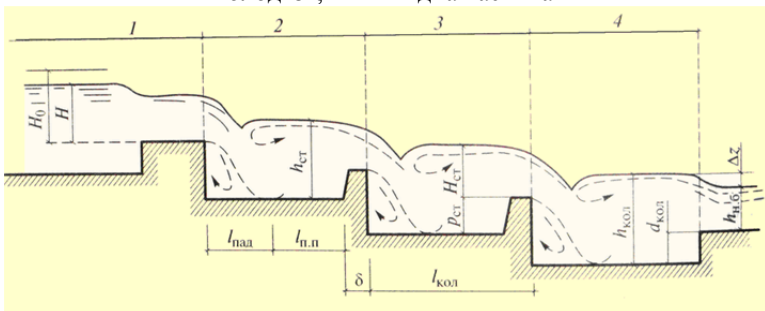


Рис. 2.51. Схема багатоступінчатого перепаду: 1 – вхідна частина; 2, 3 – перша і друга ступінь; 4 – водобійний колодязь

Для зменшення швидкостей потоку, підвищення шорсткості русла, затримання продуктів виносу в межах яру, розширення дна яру, припинення подальшого розмиву і поглиблення дна застосовують донні споруди: донні загати, донні перепади і пороги.

Якщо дно яру за водоскидною спорудою має великий уклон, у нижній частині яру рекомендовано влаштовувати габйонні загати і перемички (рис. 2.52).

Берегові примикання загат мають врізатися у корінний ґрунт укосів яру на глибину понад 2 м, під основою влаштовують „глиняний замок” завглибшки понад 0,6 м. Водонепроникність габйонних споруд слід забезпечувати укладанням водонепроникної геомембрани завтовшки 1,0-1,5 мм з полімерної плівки ПВХ або ПВД по напірному фронту і під габйонами.

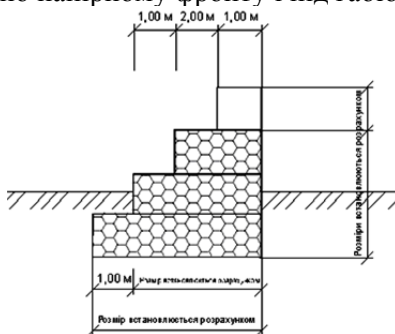


Рис. 2.52. Схема загати із габйонних блоків

Штучні русла яружно-протиерозійних споруд влаштовують переважно прямокутного, трапецеїдального і параболічного перерізів (рис. 2.53).

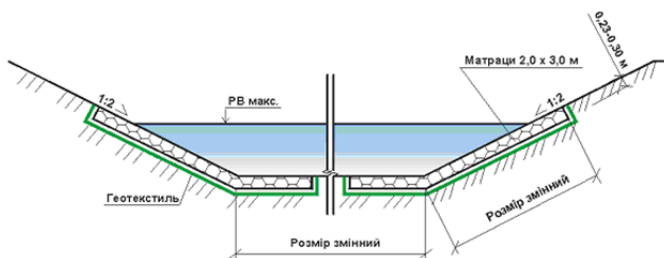


Рис. 2.53. Схема кріплення штучного русла габйонними матрацами

Протиерозійні стави-відстійники завершують комплекс гідротехнічних заходів щодо захисту земель від водної ерозії й мають забезпечувати очищення поверхневих вод, що стікають з полів, від продуктів ерозії та відходів сільськогосподарських ферм.

Протиерозійні стави слід влаштовувати у верхів'ях, а також посередині великих ярів та балок (рис. 2.54). Ємність ставів має забезпечувати затримання продуктів виносу протягом періоду, що становить не менше як 2-3 роки.

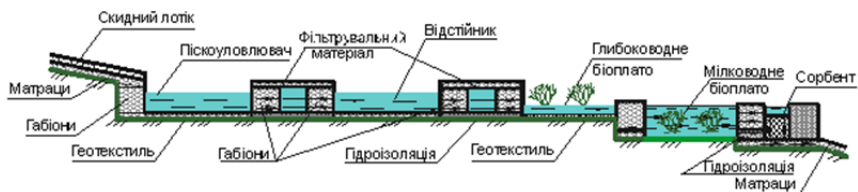


Рис. 2.54. Схема протиерозійного ставу

2.1.3. Протизсувні заходи

Важливими заходами, що попереджують руйнування схилів є протизсувні заходи.

Зсув — відрив мас гірських порід і сповзання вниз схилом під дією сили тяжіння. Зсуви виникають в результаті порушення природної рівноваги залягання верств гірських порід з розривом їх суцільності і переміщенням у горизонтальному або близькому до нього напрямку. Вони часті на схилах долин або річкових берегів, в горах, на берегах морів. Найчастіше зсуви виникають на схилах, складених водотривкими і водоносними породами, що чергуються. Зсуви можуть виникати під час горотворення, внаслідок зволоження ґрунту, а також діяльності людини (техногенні — при гірничих та будівельних роботах тощо).

Очікувані зсуви визначаються попередніми розрахунками згідно з календарними планами розвитку гірничих робіт.

Причиною утворення зсувів є порушення рівноваги між силою тяжіння і утримуючими силами, найпоширенішими причинами якого у свою чергу є:

- збільшення крутизни схилу в результаті підмиву водою;

- ослаблення міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні осіданнями і підземними водами;
- дія сейсмічних поштовхів;
- будівельна і господарська діяльність.

Зазвичай зсув має форму півкілця, утворюючи пониження в середині(рис.2.55)

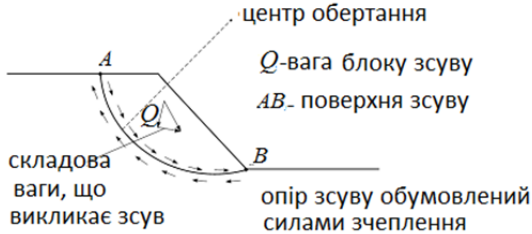


Рис. 2.55. Схема зсуву

Зсуви шкодять сільськогосподарським угіддям, підприємствам, населеним пунктам. Розрізняють такі стадії розвитку зсуву:

- **прихована** — від початку мікрозсуву до появи видимих ознак формування зсуву (тріщин на земній поверхні, випирання порід в основі борту кар'єру тощо); швидкість посування наприкінці прихованої стадії 1-10 мм/доб;
- **початкова** — з моменту появи видимих ознак до переходу в сталу чи активну стадію;
- **стала** — період, в який посування характеризується постійною швидкістю; проявляється на пологих бортах лежачого боку, може зупинитися до переходу в активну стадію;
- **активна** — період, коли швидкість переміщення безперервно збільшується;
- **затухання** — період, коли швидкість посування зсунутих мас зменшується до повної їх зупинки.

Вторинними переміщеннями називають активізацію раніше спостережуваних деформацій (головним чином зсувів), що виникає в результаті зовнішніх впливів (вплив підземних вод, випадання атмосферних опадів, танення снігів, збирання частини зсунених мас, зовнішнього перевантаження і ін.), що нерідко супроводжується залученням у рух мас гірських порід, раніше не порушених руйнівними деформаціями (рис. 2.56).



Рис. 2.56. Наслідки зсуву ґрунту

Для боротьби зі зсувами застосовуються різноманітні заходи:

I. Заходи зі збереження стану рівноваги схилів:

- збереження рослинності-заборона вирубати ліс, чагарники, знімати дернину, влаштовувати городи;
- обмеження будівництва – повна заборона будівництва, обмеження за типами споруд, за їх масою;
- обмеження проведення земляних робіт – розробки виїмок, котлованів, заборона влаштовувати в активній зоні відвали ґрунту, породи;
- обмеження динамічних впливів на схили – заборона руху транспорту, механізмів та робіт, що супроводжуються вібрацією, використання вибухів, тощо.

II. Влаштування берегозахисних споруд.

III. Обмеження впливу поверхневих та ґрунтових вод:

- поверхневі заходи – нагорні канали, тампонаж тріщин (глиною, цементним розчином), осушувальні канали;
- дренуючі споруди – дренаж повздовжній або поперечний, дренуючі шахти, поглинаючі колодязі, свердловини водовідливу;
- ізоляційні заходи – влаштування цементацийних, бітумних завіс, поліетиленових екранів, силікатизація, глинизація, тощо.

III. Механічне кріплення схилу:

- стовпи-шпонки, палі-шпонки (з/б, набивні, металеві, дерев'яні) (рис. 2.57);

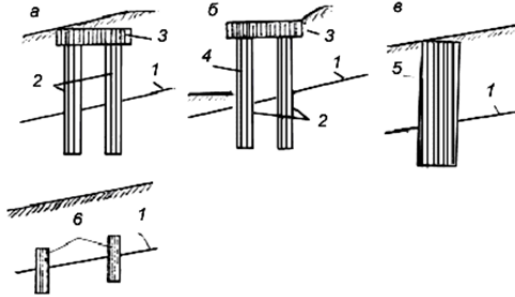


Рис. 2.57. Схема пальових та стовбчастих утримуючих конструкцій :
a, б – пальові конструкції; *в* – залізобетонні стовпи; 2 – палі-шпонки;
 1 – імовірна поверхня зсуву; 2 – залізобетонні палі; 3 – монолітний
 залізобетонний ростверк; 4 – облицювальна залізобетонна плита;
 5 – залізобетонний стовп; 6 – паля-шпонка

- шпунтові стінки;
- анкерні улаштування (рис. 2.58).

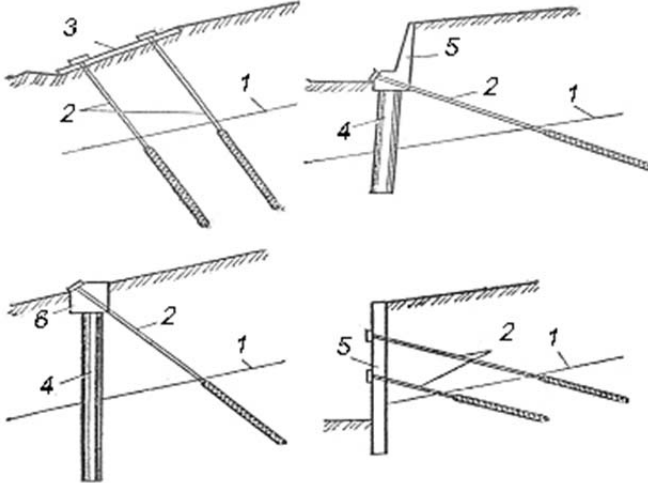


Рис. 2.58. Схема анкерних улаштувань:
 1 – вірогідна поверхня зсуву; 2 – анкерне улаштування;
 3 – залізобетонна плита; 4 – залізобетонна паля; 5 – підпірна стінка;
 6 – залізобетонний ростверк

Анкери виготовлюються, як правило, зі сталеві арматури (штанг), що закріплюються в'язучими матеріалами, або введенням у попередньо пробурені свердловини труб, з наступним заповнення цементним розчином, внутрішнього і затрубного простору.

Влаштування анкерних кріплень було, однак, обмежено у зв'язку з великою трудомісткістю і відсутністю спеціалізованої техніки для виконання цих робіт особливо на крутих та високих схилах.

У даний час, з розвитком технологій, у світовій практиці для кріплення слабостійких укосів почали використовувати гвинтові анкери, що самозанурюються (рис. 2.59).



Рис. 2.59. Гвинтовий анкер

Особливістю такого типу анкерів є суміщення операцій буріння свердловини і встановлення анкера. Гвинтова поверхня трубчастих тяг забезпечує надійний міцний контакт анкера з цементною оболонкою його кореневої частини (рис. 2.60).

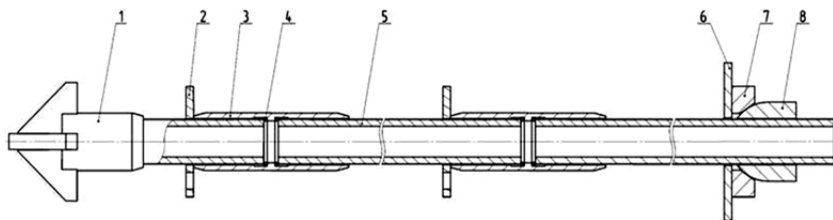


Рис. 2.60. Схема гвинтового анкера

- 1 – бурова головка; 2 – центратор; 3 – з'єднувальна муфта;
- 4 – ущільнення; 5 – штанга гвинтова; 6 – плита опорна; 7 – шайба;
- 8 – гайка сферична

На кінці такого анкера встановлюється бурова головка у вигляді двох- або трьохлопатевого долота з надміцного покриття. Анкерні штанги з накатаним на них профілем випускаються довжиною 1, 2, 3 м і з'єднуються з допомогою муфт, що дає можливість виконувати кріплення довжиною до 30 м.

З допомогою гвинтових анкерів можна влаштовувати самостійне кріплення нестійких укосів, або використовувати їх як тяги для підпірних стінок (рис. 2.61).



Рис. 2.61. Анкерування підпірної стінки гвинтовими анкерами

Зрозуміло, що повною мірою скористатися всіма перевагами даної конструкції анкерів не можливо було б без відповідної техніки для їх занурення (рис. 2.62).



Рис. 2.62. Установка направлено буріння

Для влаштування анкерного кріплення на схилах висотою до 3 м можна використовувати мобільні установки направлено буріння.

Для схилів середньої висоти від 3 до 15 м застосовують бурові установки, що агрегуються з екскаватором (рис. 2.63).



Рис. 2.63. Бурова установка закріплена на стрілі екскаватора

Однак в практиці природоохоронного будівництва зустрічаються випадки, коли висота і крутизна укосів не дозволяє використати вищенаведені механізми.



Рис. 5.64. Бурова установка змонтована на роботі – альпіністи

Італійськими вченими, з використанням розробок Європейської космічної програми, був створений робот-альпініст Roboclimber (рис. 2.64), який несе на собі бурову установку і дає можливість пересуватися схилами будь якої висоти і крутизни.

Використання гвинтових анкерних кріплень дає можливість армувати зсувонебезпечний схил та зв'язати його з зоною сталих порід.

IV. Виположування та терасування схилів (рис. 2.65).

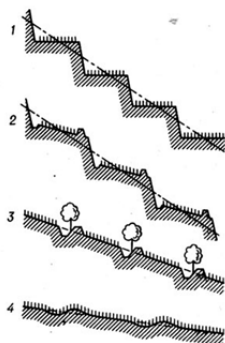


Рис. 2.65. Різні способи покращання рельєфу схилів:

- 1 – горизонтальні тераси; 2 – похилі тераси з валиками китайського типу;
- 3 – обвалування круто-схильними валами;
- 4 – обвалування пологими валами

V. Підпірні споруди:

- підпірні стінки гравітаційні бетонні (рис. 2.66, 2.67), із

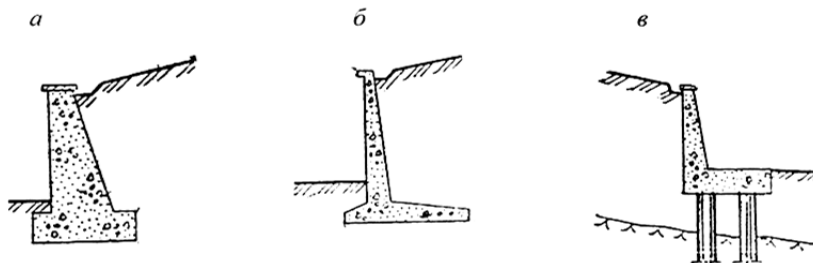


Рис. 2.66. Схема підпірних стінок на природній основі і на палях:
a – монолітна; *б* – збірна; *в* – на пальовому фундаменті



Рис. 2.67. Гравітаційна підпірна стінка з монолітного бетону

сталевого профілю (рис. 2.68); з габіонних конструкцій (рис. 2.69); георешіток (рис. 2.70).



Рис. 2.68. Підпірна стінка зі сталевого профілю



Рис. 2.69. Підпірна стінка з габіонних конструкцій



Рис. 2.70. Підпірна стінка з георешітки

VI. Використання рослинності:

- покриття суцільною дерниною;
- висаджування кущів (шипшина, жимолость, бобівник);
- висаджування лісу (дуб, липа, клен).

Організація стоку поверхневих вод забезпечує їх перехват з прилеглих територій і не допускає попадання в тіло зсуву. Поверхневі води перехоплюються лотками або закритими водостоксами та відводяться у водойму, обминаючи схил зсуву. За необхідністю, для відведення води відкритою системою через зсувний схил влаштовують укріпленні лотки, конструкція яких передбачає можливість деякої деформації.

При дренаванні зсувного схилу використовують два типи дренажів: головний, який перехоплює ґрунтові води вище схилу, і укїсний дренаж для осушення тіла зсуву.

Головний дренаж влаштовують вище зсувного схилу. Він перехоплює ґрунтові води та запобігає виносу частинок ґрунту, змочуванню поверхні ковзання і осушує тіло зсуву. Застосовується відкритий дренаж, горизонтальний трубчастий дренаж, а при значній потужності водоносного шару – дренаж галерейного типу (прохідний і напівпровідний). Укїсний дренаж представляє собою систему відкритих канав невеликої глибини, розташованих безпосередньо на схилі.

2.1.4. Протисельові заходи

Небезпечним природним явищем, що супроводжується виникненням грязьових потоків, є селі.

Селі – це стрімкі потужні потоки періодичної, короткочасної, найчастіше раптові дії тривалістю від 1 до 6 годин. Вони володіють руйнівною силою валу або кількох валів. Висота валу може сягати 2...6 і більше метрів. Селеві потоки виникають і діють переважно в гірських та передгірських районах. Найнебезпечнішими є високогірні селеві потоки, швидкість руху яких знаходиться в межах 2,5...3 м/с і може досягати 6 м/с. Радіус дії селевого потоку може знаходитись в межах 20...30 км.

Вміст твердого матеріалу в селевих потоках сягає 60...65% від загального об'єму потоку.

Селеві потоки здійснюють руйнуючу дію не тільки на населені пункти, але й на транспортні сполучення, руйнуючи залізничні і автомобільні дороги.

Для вирішення задач боротьби із селевими потоками здійснюють наступні заходи:

1. Організаційно-господарські заходи в селеносних районах:
 - а) охорона лісових угідь від вирубки і збереження деревочагарникової рослинності в районі селеутворення;
 - б) заборона розорювання, проведення земляних робіт на схилах, що викликають порушення поверхні;
 - в) заборона пасовищ і випасу тварин на схилах гір селеносних районів з метою збереження рослинності всіх видів.

2. Агролісомеліоративні заходи у водозбірних басейнах:
- а) інтенсивне озеленення басейнів, особливо у верхній (утворення потоку) і середній зоні (формування і руху потоку);
 - б) організація стоку поверхневих вод у водозбірному басейні;
 - в) відвід ґрунтових вод на схилах гір;
 - г) терасування схилів з метою зниження швидкості стікання по них води і запобігання ерозії ґрунту (рис. 2.71):

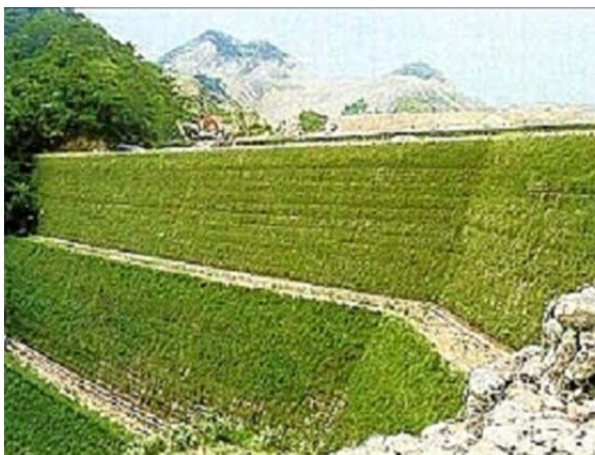


Рис. 2.71. Використання рослинності для закріплення схилу

3. Гідротехнічні інженерні заходи боротьби з селевими потоками:
- а) перехоплення потоку і регулювання його руху шляхом затримання потоку в спеціальних водосховищах;
 - б) перехват потоку і відведення його в сторону від природного русла шляхом створення нового штучного русла;
 - в) зменшення швидкості руху селевого потоку шляхом зниження поздовжнього ухилу за допомогою різних споруд;
 - г) затримка і осадження кам'яного матеріалу, і відповідно, освітлення потоку;
 - д) регуляційні заходи по руслу потоку з метою запобігання розмиву dna і відновлення русла, а також укріплення dna і схилів (рис. 2.72).



Рис. 2.72. Гідротехнічні протисельові споруди

2.2. Будівництво протипаводкових і протиповіневих захисних споруд

2.2.1. Класифікація та типи протипаводкових і протиповіневих захисних споруд

Боротьба з паводками має багатовікову історію.

Катастрофічні повені є однією з найважливіших проблем в Україні. Спостереження і аналіз даних багаторічних досліджень свідчать, що виникнення повеней настає в результаті взаємодії цілого ряду природних та антропогенних чинників.

Найважливішими серед них є гідрометеорологічні (інтенсивні і тривалі дощі на всій площі водозборів, характер надходження води до русел річок тощо), які в поєднанні з особливостями поверхні водозборів (крутизна і величина схилів, незначна глибина залягання материнських порід, розчленованість рельєфу) відіграють домінуючу роль у створенні умов для катастрофічних природних явищ, в тому числі й паводків.

Протипаводкові та протиповіневі заходи поділяються на чотири групи:

- попереджувальні, пов'язані з налагоджуванням системи моніторингу, оповіщення населення та його евакуації;
- адаптаційні, пов'язані з перенесенням житлових і господарських будівель за межі зони затоплення, будівництво будинків на палях, трансформація сільськогосподарських угідь (виросування культур, що витримують короткострокове затоплення);
- інженерно-технічні, такі як підвищення відміток території, берегоукріплення, збільшення пропускної здатності русла,

обвалування дамбами, будівництво протипаводкових водосховищ;
 - ландшафтні, направлені на зміну умов формування паводкового стоку на водозбірній території річок (наприклад, влаштування лісосмуг, водоохоронних зон, ставків-накопичувачів.

Найбільша віддача у захисті населених пунктів отримується від комплексного впровадження протипаводкових та протиповіневих заходів, у тому числі інженерно-технічних заходів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Переваги і недоліки інженерно-технічних заходів захисту населених пунктів

Найменування заходу	Переваги	Недоліки
Підвищення відміток території	Створення незатоплюваної ділянки необхідного розміру.	<ul style="list-style-type: none"> • Складність застосування на забудованих територіях. • Висока вартість. • Необхідність дотримання норм осушення на створеній території.
Влаштування протипаводкового водосховища	Можливість комплексного використання водосховища.	<ul style="list-style-type: none"> • Створює додаткове затоплення і підтоплення території. • Складна гідротехнічна споруда.
Влаштування додаткового русла	Знімається небезпека затоплення земель без виведення їх із господарського використання.	<ul style="list-style-type: none"> • Великий обсяг робіт і складність подолання понижених ділянок рельєфу. • Обмежені умови застосування.
Збільшення пропускної здатності русла	Мінімальне відчуження земельних ділянок.	<ul style="list-style-type: none"> • Порушення гідрологічної рівноваги русла. • Погіршення гідрохімічного режиму річки в період виконання робіт.

продовження табл. 2.4

Випрямлення русла річки	Збільшення площ земельних ділянок для використання.	<ul style="list-style-type: none">• Ліквідація біогеоценозу на ділянці випрямлення річки.• Низька ефективність збільшення пропускної здатності русла.
Обвалування території	Відносно низька вартість.	<ul style="list-style-type: none">• Необхідність створення системи відводу води.• Погіршення естетичного виду ландшафту.• небезпека аварій при великій довжині дамби.

1. Підвищення відміток поверхні землі виконують залежно від важливості забудови, наприклад, розширення території міста для створення житлової зони. В м. Києві житловий масив Оболонь побудований на території з штучним підвищенням відміток поверхні землі шляхом наміву ґрунту (рис. 2.73).



Рис. 2.73. Підвищенням відміток поверхні землі шляхом наміву

2. Влаштування протипаводкових водосховищ, які дозволяють частково або повністю зняти небезпеку затоплення земель, але створює умови додаткового затоплення в межах водосховища

(рис. 2.74). Протипаводкове водосховище влаштовується перед зоною затоплення, в якій розташовані будівлі і споруди.

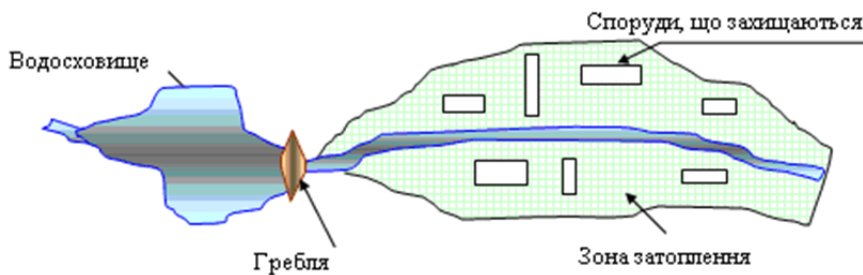


Рис. 2.74. Схема розташування протипаводкового водосховища

3. Влаштування додаткового русла дозволяє відвести частину витрат води з річки в штучне русло. Цей захід дозволяє повністю запобігти затопленню земель (рис. 2.75).



Рис. 2.75. Схема влаштування додаткового русла

4. Збільшення пропускної здатності русла досягається шляхом розширення русла і збільшення його глибини (рис. 2.76).

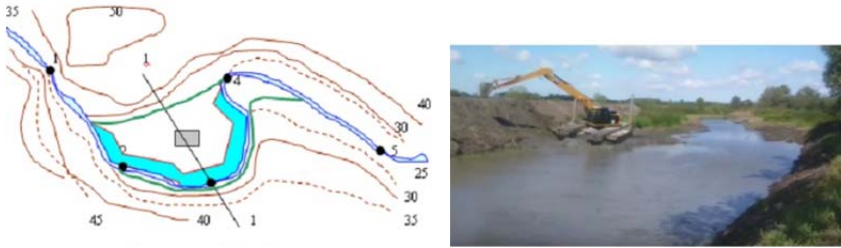


Рис. 2.76. Розширення і поглиблення річки

5. Випрямлення русла річки також дозволяє збільшити пропускну здатність за рахунок збільшення похилу дна річки (рис. 2.77, 2.78).



Рис. 2.77. Схема випрямлення річки



Рис. 2.78. Видяк ділянки річки до і після випрямлення

6. Найбільш розповсюджений вид захисту від повеней і паводків населених пунктів, промислових зон, зон рекреації та сільгоспугідь – це обвалування території водозахисними дамбами (рис. 2.79, 2.80), будівництво яких на території України було розпочато ще у 19 сторіччі.



Рис. 2.79. Захисна дамба на р. Тиса

Технологія будівництва зазначених споруд подібна до технології зведення будь-яких якісних насипів і наведена в розділі 4.



Рис. 2.80. Протипаводкові дамби на р. Тисмениця

2.2.2. Матеріали і конструкції для влаштування протипаводкових споруд

Разом із капітальними спорудами і роботами для боротьби з паводками можуть використовуватися мобільні і такі, що швидко зводяться, захисні конструкції.

Зазвичай захист промислових об'єктів і населених пунктів від паводків і повеней здійснюється за допомогою мішків з піском. Для укладання захисної дамби з таких мішків необхідні ручна праця і великі матеріальні витрати, а також чимало часу, що не завжди дає можливість оперативно відреагувати на загрозу затоплення (рис. 2.81).



Рис. 2.81. Захисні дамби з мішків наповнених піском або ґрунтом

Для захисту житлових будинків та земельних сільськогосподарських ділянок від паводків, повені може використовуватися модульна розбірна протипаводкова дамба (рис. 2.82), що являє собою систему панелей довжиною 1,5-2 м, які кріпляться до поверхні землі металевими анкерами і підкосом.

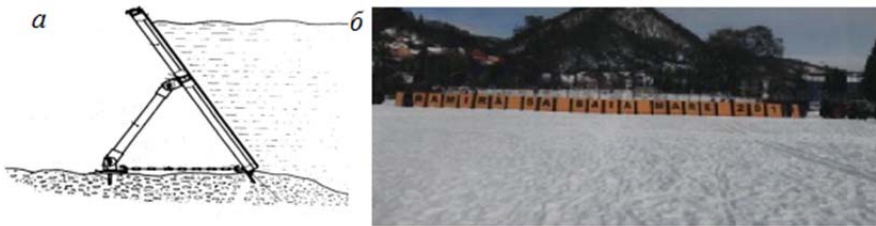


Рис. 2.82. Модульна розбірна протипаводкова дамба: а – схема модульної дамби; б – захист об'єкта модульною дамбою

Такі конструкції можна оперативно доставити до небезпечної зони стихійного лиха. Вони не шкодять навколишньому середовищу, легко обслуговуються і можуть багаторазово використовуватися (термін користування більше 10 років).

Також в практиці боротьби з повенями використовують заслони – бар'єри, що швидко монтуються. В місцях з потенціальною загрозою затоплення встановлюють стаціонарні опорні стійки між якими вразі необхідності вставляються металеві або залізобетонні панелі (рис. 2.83, 2.84).



Рис. 2.83. Бар'єр у Кремсі-на-Дунаї в Австрії

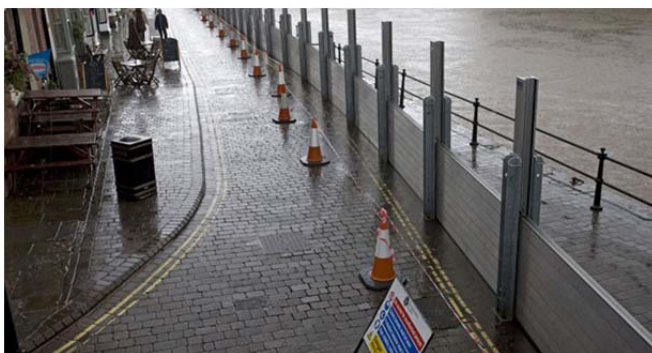


Рис. 2.84. Захист від повені мобільним бар'єром у Великобританії

Також доволі інтенсивно в останній час впроваджуються гнучкі конструкції з геотекстилю, композитних матеріалів тощо, що швидко заповнюються тим чи іншим природним заповнювачем.

Тимчасові або постійні захисні дамби створюються з водоналивних рукавів (рис. 2.85), геотуб, які являють собою простий циліндр, діаметр якого може досягати 2750 мм.



Рис. 2.85. Водоналивна протипаводкова дамба

Заповнення об'єму конструкції геотуба проводиться місцевим ґрунтом шляхом гідравлічного нагнітання пульпи земснарядом або пульповим насосом (рис. 2.86) через впускні рукави, розташовані на певній відстані один від одного по всій довжині (рис. 2.87).

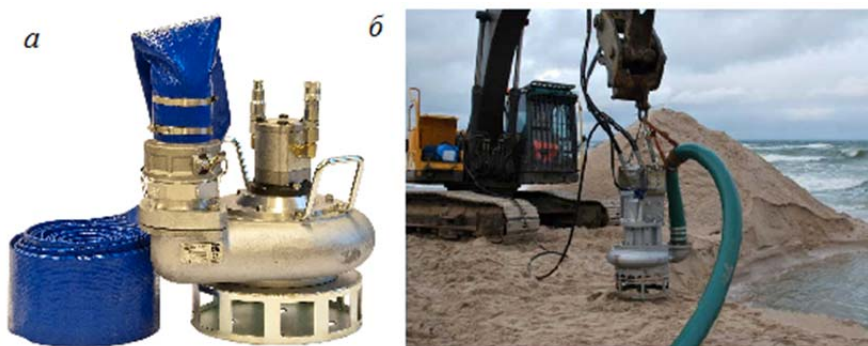


Рис. 2.86. Пульповий насос: а – загальний вигляд; б – пульповий насос, підвішений до стріли екскаватора

Геотуб безперешкодно відводить воду, залишаючи усередині себе пісок і тверді фракції, які ущільнюються і швидко висихають.

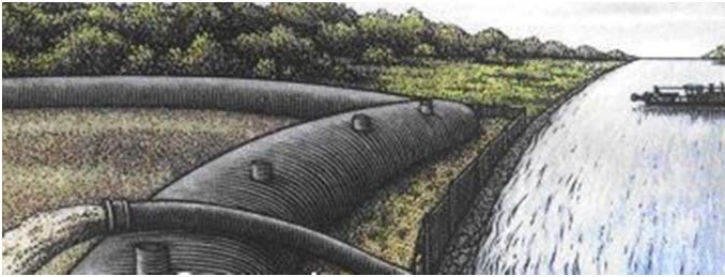


Рис. 2.87. Впускні рукави для заповнення геотуба пульпою

Геотуби виготовляються довжиною до 100 м і можуть містити до $50 \text{ м}^3/\text{м}$ сухого ґрунту (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Геометричні параметри за типовими розмірами геотуб

Параметр	Одиниця виміру	Значення параметра							
Довжина обводу	м	4,3	8,6	12,9	17,2	21,6	25,9	30,2	34,5
Висота	м	1,2	1,9	2,3	3,0	3,2	3,4	3,5	3,9
Ширина	м	1,5	3,3	5,5	7,1	9,3	11,2	13,4	15,4
Місткість	$\text{м}^3/\text{м}$	1,5	5,3	10,2	18,0	25,2	33,5	41,1	45,7
Довжина	м	5...100							

Основною функцією геотуби в гідротехнічних конструкціях є виконання ролі еластичної опалубки високої міцності. У встановленому вигляді геотуб являє собою гравітаційну споруду, що застосовується за цільовим призначенням: гребля, дамба, берегоукріплення тощо.



Рис. 2.88. Застосування геотуб в гідротехнічному будівництві:
а – гребля; б – захисна дамба

Але слід зауважити, що для влаштування бар'єрів, спорудження дамб наведеними вище способами необхідний певний час і трудові ресурси, а оскільки прориви або переливи останніми роками відбуваюся в основному вночі, то часу катастрофічно не вистачає. В таких випадках вкрай необхідні захисні конструкції, які в автоматичному режимі нарощують водозахисну відмітку дамби обвалування.

Вченими НУВГП запропонована конструкція автоматичного улаштування (рис. 2.89) для підвищення відмітки верха дамби (автоматичний коробчастий лінійний шандор), принцип дії якого полягає у наступному:

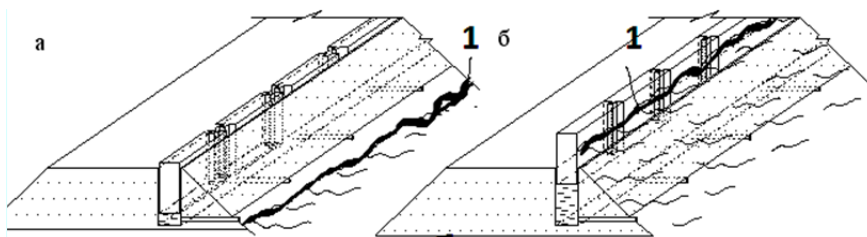


Рис. 2.89. Схема роботи автоматичного шандора

а – при нормальному рівні води у річці; б – при раптовому піднятті рівня води; 1 – рівень води

в бровці дамби ближчої до верхового укосу влаштовується жолоб, що з'єднується з руслом водотоку системою труб. У жолоб встановлюються полі коробки, які мають позитивну плавучість. Короби з'єднуються між собою рухливим фальцевим з'єднанням.

У разі раптового підвищення рівня води у річці, за законом сполучених посудин вона почне поступати у жолоб, а пустотілі коробки будуть автоматично спливати і тим самим збільшувати непереливну висоту дамби.

2.3. Будівництво споруд захисту підземних вод та захисту водотоків і водойм від забруднення і засмічування

2.3.1. Джерела забруднення поверхневих та підземних вод і заходи боротьби з ним

Одна з найважливіших і найбільш складних проблем охорони довкілля – захист підземних і поверхневих вод від забруднення. Основними джерелами, що спричиняють забруднення підземних і поверхневих вод є (рис. 2.90):

- потрапляння у відкриті водойми разом з поверхневими водами у вигляді завислих і розчинених речовин продуктів ерозії ґрунтів, добрив, залишків пестицидів та інших хімікатів;
- потрапляння у підземні води на зрошуваних землях разом з дренажними водами розчинених речовин;
- потрапляння у підземні води завислих та розчинених речовин із відстійників та каналізації;
- потрапляння у підземні води та відкриті водойми розчинених речовин із звалищ, сміттєзбірників і промислових об'єктів.

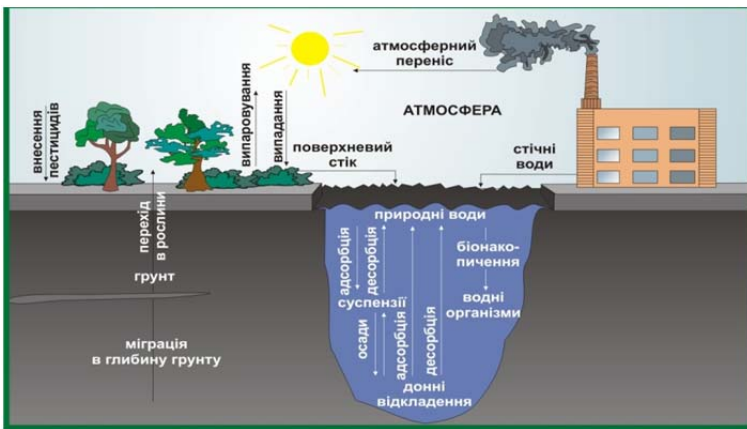


Рис. 2.90. Схема джерел забруднення підземних і поверхневих вод

2.3.2. Захист підземних вод від забруднення

Для захисту підземних і поверхневих вод від забруднення передбачаються екозахисні заходи:

- розвиток безвідходних і безводних технологій; впровадження систем оборотного водопостачання;
- очищення стічних вод (промислових, комунально-побутових та ін);
- закачування стічних вод у глибокі водоносні горизонти;
- очищення та знезараження поверхневих вод, що використовуються для водопостачання та інших цілей.

Також як захисний захід від забруднення застосовують протифільтраційні завіси і екрани.

Ці протифільтраційні улаштування призначені:

- завіси – для охорони підземних та поверхневих вод від вичерпання та забруднення техногенними стоками промислових та сільськогосподарських (тваринницьких) підприємств; захисту території від підтоплення ґрунтовими водами, що спричиняє заболочення і засолення ґрунтів; зниження фільтрації крізь земляні греблі та дамби;

- екрани – для зменшення живлення підземних вод при витоках із наземних і підземних резервуарів за відсутності або в разі глибокого залягання водонепроникного шару ґрунту.

Доволі розповсюдженим способом будівництва протифільтраційних завіс (ПФЗ) є спосіб „стіна в ґрунті” (рис. 2.91).

ПФЗ виконується шляхом укладання в траншею під глинистий розчин протифільтраційного матеріалу: глини, глинистої або глиноцементної пасти, полімерних плівок, бетону. Коефіцієнт фільтрації ПФЗ становить 0,01-0,0001 м/добу. ПФЗ можуть бути глибиною до 50 м, шириною – 0,3-1,0 м, довжина не обмежується.

Зведення протифільтраційної завіси способом „стіна в ґрунті” починається із влаштування по осі одноковшеvim екскаватором форшахти – траншеї шириною 0,3-1,0 м і глибиною 0,5 м., яка заповнюється тяжким глиняним розчином із бентонітових або звичайних тонкодисперсних глин щільністю 1,04...1,16 т/м³.

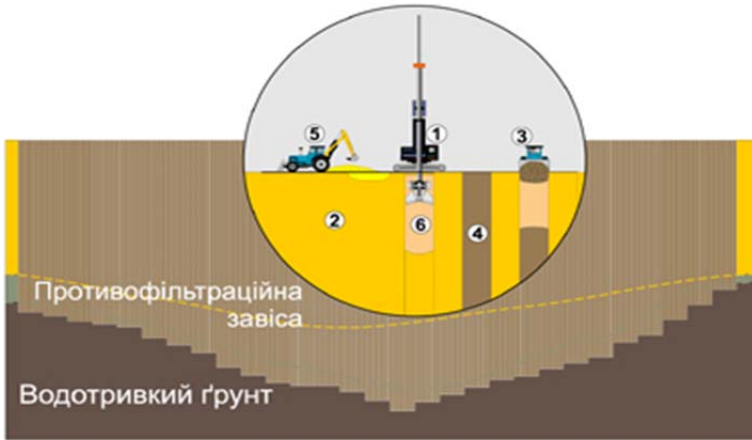


Рис. 2.91. Схема влаштування протифільтраційної завіси методом „стіна в ґрунті”: 1 – гідрогрейфер на телескопічній штанзі; 2 – гребля, дамба, масив ґрунту; 3 – засипка завіси; 4 – захватка протифільтраційної завіси; 5 – розробка форшахти; 6 – глиняний розчин

Розробка ґрунту в траншеї здійснюється гідрогрейфером на телескопічній штанзі (рис. 2.92) під захистом глиняного розчину.

Глиняний розчин запобігає обрушенню стінок траншеї при її розробці гідрогрейфером.



Рис. 2.92. Штанговий екскаватор-гідрогрейфер

У разі влаштування протифільтраційної завіси із монолітного залізобетону, то наступним кроком стане монтаж арматурних каркасів. Спорудження стіни в ґрунті передбачає бетонування, яке здійснюється методом вертикально переміщуваної труби з одночасним витісненням глинистого розчину. Траншеї можуть розроблятися на всю довжину або окремими ділянками.

Улаштування горизонтального протифільтраційного екрана на глибині до 5 м під існуючими сховищами, будівлями і спорудами передбачає захист підземних вод та ґрунтів навколо споруд (сховищах) для зберігання токсичних, радіоактивних та інших, небезпечних для населення відходів (рис. 2.93).

Технологію улаштування такого протифільтраційного екрана розроблено Державним підприємством Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (ДП НДІБВ).

Такі екрани покликані запобігти розповсюдженню забрудненого вмісту під спорудою внаслідок дії атмосферних опадів і ґрунтових вод. За допомогою вказаної технології можна без надмірних витрат виключити негативний вплив на навколишнє середовище.

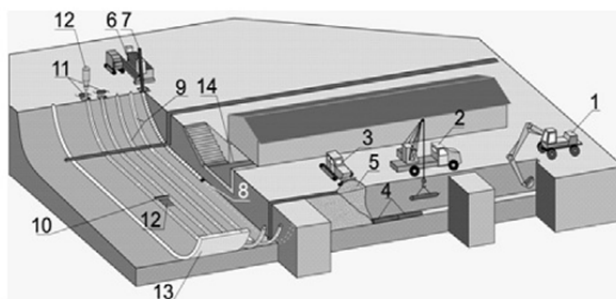


Рис. 2.93. Схема улаштування горизонтального протифільтраційного екрану: 1–екскаватор; 2–автомобільний кран; 3 – бульдозер; 4 – дренажна труба; 5 – щебінь для дренажу; 6 – установка направлено буріння; 7 – бурова штанга; 8 – бурова голівка; 9 – горизонтальна свердловина; 10 – робочий орган (канатна пила); 11 – корба; 12 – протифільтраційний матеріал; 13 – ГПЕ; 14 – сховище

Улаштування горизонтального протифільтраційного екрану виконується на базі технології горизонтального направлено буріння з використанням бурової установки ГНБ.

Технологія створення горизонтального протифільтраційного екрана передбачає наступні етапи виконання робіт:

I – Розробка дренажної траншеї здійснюється однокішчевим екскаватором з робчим обладнанням зворотна лопата на глибину, яка визначається глибиною влаштування протифільтраційного екрана;

II – Укладання дренажно-відхиляючої труби;

III – Засипка дренажної траншеї щебенем;

IV – Виконання керованого проколу під дренажно-відхиляючою трубою;

V – Витягування бурових штанг з одночасним затягуванням канатної пилки;

VI – Сполучення вільних кінців канатів сусідніх проколів канатною пилкою;

VII – Розробка незайманого ґрунту з одночасним заповненням порожнини протифільтраційним матеріалом.

Для зменшення втрат води з меліоративних каналів зрошувальних систем створюють протифільтраційні екрани (див. розділ 1).

2.3.3.Інженерний захист територій і споруд від підтоплення

Процес підтоплення залежно від його розвитку по території може мати об'єктний (локальний) характер (окремі будівлі, споруди і ділянки), розповсюджуватися на квартали і райони, охоплювати великі території (регіони).

Інженерний захист від підтоплення регламентується ДБН В.1.1-24:2009 „Споруди і заходи для захисту від підтоплення, вимоги до них“ та ДБН В.1.1-25:2009 „Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення“.

Залежно від джерел живлення виділяють природне підтоплення (болота, заплави річок тощо) та три основних типи антропогенного підтоплення: містобудівний, гідротехнічний та іригаційний.

Містобудівний тип слід визначати за прогнозом на основі врахування дії внутрішніх міських джерел підтоплення.

Гідротехнічний тип слід визначати за прогнозом розповсюдження підпору підземних вод на основі гідродинамічних розрахунків при розрахунковому рівні води у водному об'єкті (річка, водосховище).

Іригаційний тип слід визначати прогнозом розповсюдження куполу підпору підземних вод на основі гідродинамічних і водно-балансових розрахунків з урахуванням режиму зрошування.

При інженерному захисті територій та споруд від підтоплення використовуються запобіжні заходи та захисні споруди. Запобіжні заходи спрямовані на усунення причин підтоплення. До них відносяться:

- штучне підвищення планувальних відміток території;
- ущільнення ґрунту до нормативної щільності при засипанні котлованів та траншей;
- регулювання поверхового стоку;
- регулювання підземного стоку (дренажі, протифільтраційні завіси та екрани);
- гідроізоляція підземних частин споруд, комунікацій (рис. 2.94).



Рис. 2.94. Гідроізоляція підземних частин будівель і споруд:

- а – обклеювальна рулонна;
- б – ізоляційний матеріал;
- в – фарбувальна;
- г – мастична

Гідроізоляцію (зовнішню і внутрішню) слід застосовувати для захисту підземних частин будівель і споруд від капілярного зволоження та процесів термовологопереносу, а також при захисті від негативного впливу підземних вод.

Захисні гідроізолюючі покриття фундаментів, заглиблених споруд і комунікацій використовуються для протидії прониканню ґрунтових вод у підвали, тунелі та інші заглиблені об'єкти. Захисні покриття влаштовують, як правило, на зовнішній поверхні споруди із використанням полімерних фарб, пластмас, асфальту, колоїдно-цементного розчину, органо-мінеральних розчинів, поліетиленової плівки тощо.

Захист від підтоплення повинен включати:

- локальний захист будинків, споруд, ґрунтів основ і захист забудованої території в цілому;
- водовідведення поверхневого стоку;
- очищення (за необхідності) вод, що скидаються (дренажні, поверхневі, стічні);

Локальна система інженерного захисту повинна бути спрямована на захист окремих будівель і споруд. Вона включає дренажі (кільцевий, променевий, пристінний, пластовий, систематичний, вентиляційний, супутній тощо), відведення поверхневого стоку, протифільтраційні завіси та екрани.

У локальній системі інженерного захисту від підтоплення залежно від гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов і типу забудови слід застосовувати дренажі:

- кільцеві (контурні) – для перехоплення підземних вод при змішаному їх живленні, а також для захисту окремих об'єктів або ділянок території; їх розташовують за зовнішнім контуром майданчиків, будівель і споруд (рис. 2.95).

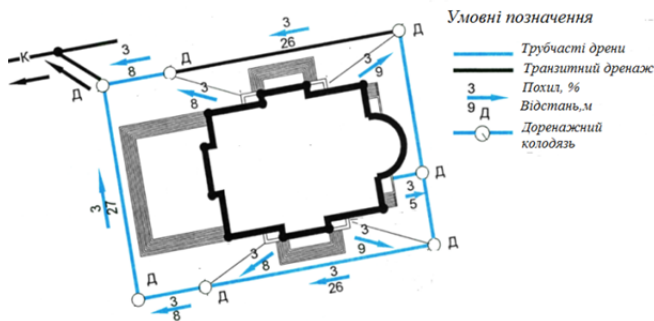


Рис. 2.95. План кільцевого дренажу по контуру будівлі

Кільцевий дренаж влаштовується по контуру будівлі на відстані 3-5 м від зовнішньої сторони фундаменту (рис. 2.96).



Рис. 2.96. Кільцевий дренаж

- пристінні – при влаштуванні безпосередньо із зовнішнього боку об'єкта, що захищається; вони можуть розглядатися як елемент огорожувальних конструкцій (рис. 2.97);



Рис. 2.97. Пристінний дренаж

- пластові (фільтруючі постелі) – для захисту заглиблених конструкцій і приміщень за наявності в їх основі достатнього за потужністю пласта маловодопроникних ґрунтів, а також для перехоплення і відведення витоків вод із споруд з „мокрим” технологічним процесом; їх розташовують безпосередньо під

будинками і спорудами (цей дренаж слід обов'язково застосовувати незалежно від глибини його закладання; він повинен поєднуватися із пристінним дренажем) (рис. 2.98);

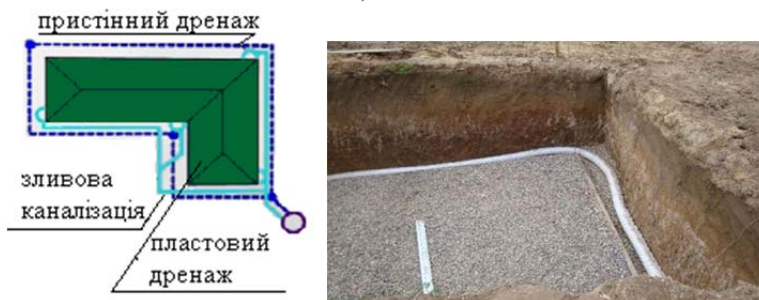


Рис. 2.98. План-схема пластового дренажу

Пластовий дренаж влаштовується із шару піску на дні котловану під будівлею чи спорудою. Поперечний напрям шару піску прорізується призмами із щебеню або гравію. Такі призми мають мати ширину не менше 20 см і товщину не менше 30 см, а відстань між ними складати 6...12 м. Призми також закладаються в середину поперечних фундаментів будівлі чи споруди.

Якщо виникає проблема великого притоку води то пластовий дренаж влаштовується із двох шарів: нижнього – піщаного і верхнього – із щебеню чи гравію.

З'єднання пластового дренажу з трубчастим здійснюється за допомогою кільцевого, пристінного чи супутнього дренажу.

До захисних споруд, що захищають території від підтоплення належить зливової каналізація (рис. 2.99).



Рис. 2.99. Елементи зливової каналізації

Злилова каналізація повинна бути елементом територіального інженерного захисту від підтоплення і проектуватися у складі загальної системи інженерного захисту або окремо.

Зазвичай зливову каналізацію влаштовують паралельно дренажній системі, дотримуючись такого ж самого ухилу укладання труб. Якщо дренажні труби залягають глибоко, то зливову каналізацію можна прокласти над дренажем, попередньо ретельно ущільнив ґрунт в траншеї. Трубопровід для зливової каналізації закритого типу укладають на подушку із щебеню або піску.

Дощова вода транспортується зливовою каналізацією в колодязь-відстійник, у якому мул випадає в осад, а освітлена вода скидається у водовідвідний канал (рис. 2.100).



Рис. 2.100. Загальний вигляд колодязя-відстійника

На стадії будівельно-монтажних робіт на зливостічних комунікаціях особлива увага приділяється:

- дотриманню проектних ухилів (укладання безнапірних трубопроводів із зворотнім ухилом є недопустимим);
- ретельній герметизації стиків трубопроводів та введів їх у колодязі, герметизації самих колодязів;
- забезпеченню ретельної підготовки основ трубопроводів і водонакопичувальних споруд;
- забезпеченню ретельного зворотного засипання траншей, уникненню пошкоджень укладених трубопроводів.

З метою фільтрації дощової води зливової каналізації, а також водовідведення очищеної стічної води використовуються дренажні блоки (рис. 2.101, а).

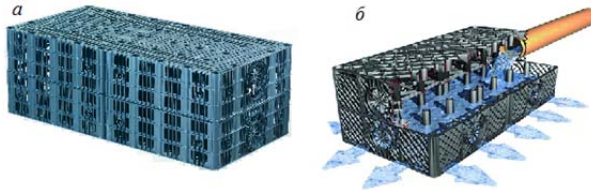


Рис. 2.101. Дренажний блок G300: а – загальний вигляд; б – принцип дії

Влаштування зливової мережі з використанням дренажних блоків здійснюється в траншеї при максимальній глибині укладання блока 2 м і відстані до ґрунтових вод не менше 1 м.

На дно розробленої траншеї укладають неткане полотно (геотекстиль) з перекриттям полотен 50 см. Блоки встановлюють на геотекстиль і з'єднують між собою спеціальними конвекторами. До блоків під'єднують труби зливової каналізації із заглибленням в модуль приблизно 20 см (рис. 2.101, б). Перед засипанням траншеї всі блоки мають бути обгорнуті нетканим полотном з перекриттям кінців модулів щонайменше на 50 см. Заключним етапом є засипання траншеї мінеральним ґрунтом з пошаровим його ущільненням.

Питання для самоконтролю

1. В наслідку яких процесів виникає розмив берегів?
2. Назвіть способи кріплення річкових берегів.
3. Що таке габіон, матрац Рено?
4. Чим заповнюються габіонні конструкції?
5. Що собою представляє георешітка?
6. Чим заповнюються комірки георешітки?
7. Для чого призначені водозахисні дамби?
8. Які існують способи нарощування відмітки водозахисних дамб?
9. Що таке зсув ґрунту?
10. Які існують стадії розвитку зсуву?
11. Які заходи приймаються для обмеження зсуву?
12. Які споруди відносяться до підпираючі?
13. Які основні джерела забруднення підземних вод?
14. Які протифільтраційні заходи використовують для захисту підземних вод від забруднення?
15. Які види дренажу використовують для захисту будівель від підтоплення?

РОЗДІЛ ІІІ. БУДІВНИЦТВО ГІДРОТЕХНІЧНИХ, ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА ПОРТОВИХ СПОРУД

3.1. Внутришньооб'єктний транспорт

3.1.1. Автомобільний транспорт

Найбільш широке використання гідротехнічному будівництві має автомобільний транспорт, який є одним з важливіших елементів практично усіх технологічних процесів будівництва. Велика маневреність і гнучкість транспортних схем, швидкість доставки вантажів до необхідного місця роблять цей вид транспорту в складних умовах гідротехнічного будівництва практично незамінним.

У свою чергу специфіка, різноманітність і великі обсяги робіт, важкі дорожні умови та інші обставини мають суттєвий вплив на характер формування автомобільного парку та організацію транспортного господарства.

В гідротехнічному будівництві використовуються практично автомобілі усіх типів. Для перевезення земельно-скельних порід, сипучих та кускових матеріалів використовують автосамоскиди вантажністю від 2,5 до 80 т (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Автосамоскиди різної вантажопідйомності

Також використовують малогабаритні автомобілі-думпери, що характеризуються великою маневреністю (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Автосамоскиди-думпери

Для перевезення об'ємних або довгомірних вантажів використовують бортові автомобілі або автомобілі-тягачі з причепами або напівпричепами. Дуже важкі і габаритні вантажі транспортуються на причепах важковозах (трейлерах) (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Автомобільний транспорт, що використовується при будівництві гідротехнічних споруд: а – бортові автомобілі; б – напівпричеми різного призначення; в – великовантажні трейлери

Використовуються також спеціалізовані автомобілі і причеми: автобетоновози, панелевози тощо.

Потреба в автомобільному транспорті для технологічних процесів визначається інтенсивністю робіт або продуктивністю ведучого механізму в даному процесі: на земельно-скельних роботах – продуктивністю екскаватора, на бетонних роботах–інтенсивністю укладання бетонної суміші в блок і відстані перевезення.

Для забезпечення руху автотранспорту в межах будівельного майданчика, а також для сполучення з підприємствами, що постачають необхідні матеріали та вироби влаштовують внутрішньогосподарські дороги.

Залежно від терміну використання, характеру вантажів, що будуть транспортуватися, внутрішньогосподарські шляхи можуть мати різне дорожнє покриття: бетонне, асфальтобетонне, із збірних залізобетонних плит, гравійне.

3.1.2. Залізничний транспорт

Залізничний транспорт використовується у гідротехнічному будівництві у якості технологічного для подачі кам'яних та піщано-гравійних матеріалів з кар'єрів до дробильно-сортувальних та бетонних підприємств будівництва (рис. 3.4), для подачі бетонної

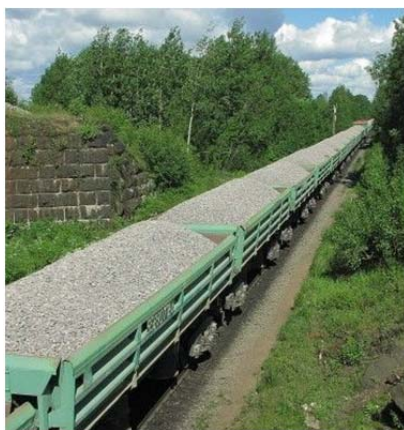


Рис. 3.4. Доставка щебеню залізничним транспортом

суміші від бетонного заводу у котловани бетонних споруд, для перевезення арматурних та металевих конструкцій, опалубки, закладних частин, гідромеханічного, гідросилового та електротехнічного обладнання, для відвезення гірської породи при проходці тунелів, подачі бетонної суміші, залізобетонних елементів при облицюванні тунелів.

Залежно від ширини залізничних колій залізничний транспорт поділяють на ширококоліїний (нормальної колії) з шириною 1524 мм і вузькоколіїний, з шириною колії 750 мм, який використовується переважно при підземних виробках (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Вузькоколіїний залізничний транспорт на підземних виробках

В якості рухомого складу залізничного транспорту використовують вагони різних типів. Обладнання, металеві, залізобетонні і арматурні конструкції перевозять на відкритих платформах вантажністю 20-120 т (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Залізничні вагони-платформи

Для перевезення важкого обладнання застосовують багатовісні платформи вантажопідйомністю до 300 т (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Багатовісна великовантажна платформа

Сипучі матеріали транспортують на платформах-думпках, що саморозвантажуються (рис. 3.8).



Рис. 3.8 Платформа-думпкар

Вантажі та матеріали, що потребують захисту від атмосферних впливів перевозять у критих вагонах вантажністю 20-60 т (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Криті залізничні вагони

Цемент транспортують вагонами-хоперами вантажністю до 60 т (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Вагон-хопер

3.1.3. Водний транспорт

Водний транспорт у гідротехнічному будівництві використовується для постачання заповнювачів з кар'єрів, для підводного відсипання кам'яних матеріалів у тіло греблі, при кріпленні основи руслової ділянки прорану перед перекриттям, для перевезення обладнання, особливо великогабаритного, для сполучення берегів ріки тощо. До складу водного транспорту у гідротехнічному будівництві належать як судна з власною тягою – катери, буксири (рис. 3.11), теплоходи, самохідні баржі, так і несамохідні баржі, які буксируються катерами або буксирами.



Рис. 3.11. Річні буксири та катери

Для технологічних перевезень використовують суховантажні баржі-майданчики (палубні безтрюмні) для перевезення вантажів тільки на палубі (рис. 3.12), трюмні відкриті для перевезення масових навалочних вантажів (рис. 3.13). Найбільше використання у якості технологічного транспорту в гідротехнічному будівництві знаходять баржі, що саморозвантажуються (рис. 3.14), які використовують для відсипання ґрунту і каміння під воду.



Рис. 3.12. Баржі – майданчики



Рис. 3.13. Трюмна баржа



Рис. 3.14. Баржі, що саморозвантажуються

Для здійснення вантажно-розвантажувальних операцій будують берегові причальні споруди. Найбільш розповсюдженими типами тимчасових причальних улаштувань є плавучі причали (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Плавучі причали

Плавучі причали з'єднують з берегом перекидними містками або спеціальними естакадами. Ряжеві причали (рис. 3.16) являють собою ряжеву стінку заповнену каменем або пісько-гравійною сумішшю.

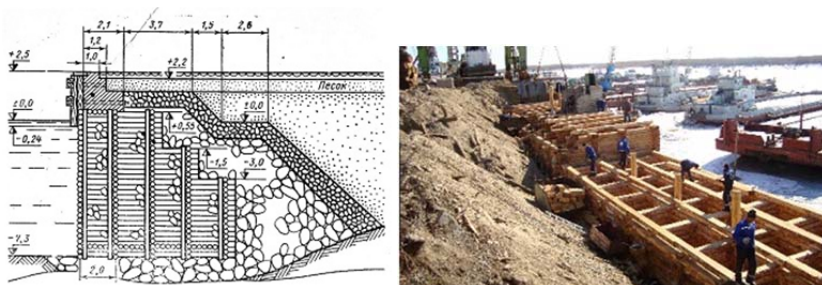


Рис. 3.16. Причальна споруда ряжевої конструкції

Для сполучення берегів часто застосовують поромні переправи. Пором, зазвичай, є судно з декількома з'єднаними між собою понтонами або баржею, де закріплена вантажна платформа.

На несудохідних річках пересування порома, зазвичай, здійснюється за допомогою троса, закріпленого кінцями на протилежних берегах (рис. 3.17). На великих судноплавних річках застосовують самохідні пороми, що буксируються катером або самохідні баржі-майданчики. На поромах перевозять людей, автомобілі, будівельні машини і механізми.



Рис. 3.17. Паромна переправа

3.14. Підвісні канатні дороги

Підвісна канатна дорога (рис. 3.18) – це транспортний пристрій, що складається з закріплених на опорах сталевих канатів якими пересуваються підвісні ємності.

Вони знаходять найбільше застосування при складному рельєфі, їх робота мало залежить від кліматичних, топографічних і інженерно-геологічних умов і не потребує великої кількості обслуговуючого персоналу. Канатні дороги використовують для транспортування каменя, піску, гравію і щебеню; вони забезпечують доставку матеріалів найкоротшим шляхом, не вимагають будівництва мостів, естакад, практично не вимагають смуги відчуження, є достатньо економічними.

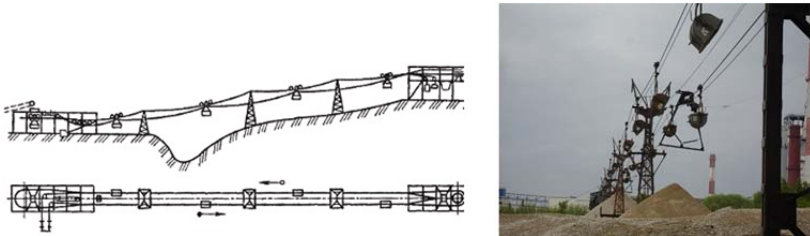


Рис. 3.18. Підвісна канатна дорога

3.1.5. Конвеєрний транспорт

Конвеєрний транспорт характеризується високою продуктивністю, та низькою собівартістю транспортування, можливістю повної автоматизації транспортних процесів. Стрічкові конвеєри використовуються в основному для транспортування дрібних сипких матеріалів: піску, гравію, щебеню, іноді бетонної суміші (рис. 3.19). Останніми роками стрічкові конвеєри з шириною стрічки до 2 м почали застосовуватися при зведенні дамб з ґрунтових матеріалів для транспортування ґрунтів, що відсипаються.

Продуктивність крупних стрічкових конвеєрних ліній, побудованих останніми роками, досягає 10-15 тис. т/год, дальність транспортування матеріалу до 15-20 км, швидкість руху стрічки 2,5-5 м/с.



Рис. 3.19. Стрічкові конвеєри

Стрічкові конвеєри при температурі зовнішнього повітря від -10 до $+30^{\circ}\text{C}$ зазвичай влаштовують відкритими, при інших режимах захищають металевими або пластмасовими кожухами, а іноді споруджують опалювальні галереї.

Конвеєрні поїзди (рис. 3.20) являють собою систему одновісних або двовісних вагонеток, що безперервно рухаються по рейках. Вагонетки виготовлюються без торцевих стінок у вигляді лотків і створюють безперервне вантажонесуче полотно. Стики між вагонетками перекриваються відрізками конвеєрної стрічки. Конвеєрні поїзди відносяться до високопродуктивного виду безперервного транспорту і можуть бути використані для транспортування вантажів на достатньо великі відстані в умовах нерівної місцевості з швидкістю 7-25 км/год.

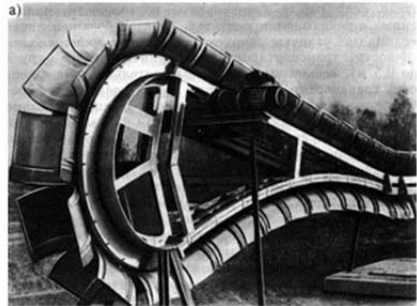
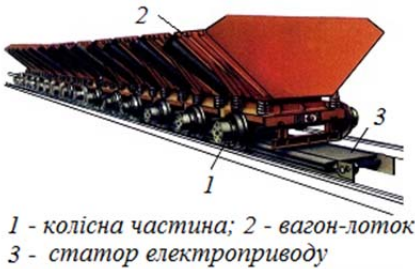


Рис. 3.20. Конвеєрний поїзд

Питання для самоконтролю

1. Які основні види транспорту використовуються при будівництві гідротехнічних споруд?
2. Види залізничних вагонів, що використовуються при транспортуванні будівельних матеріалів та обладнання.
3. Назвіть основні водні транспортні засоби.
4. З якою метою в гідротехнічному будівництві використовуються канатні дороги?
5. Основні переваги конвеєрного транспорту.

3.2. Бетонні і залізобетонні роботи в гідротехнічному будівництві

3.2.1. Особливості бетонних робіт при зведенні гідротехнічних споруд. Гідротехнічний бетон

Бетонні і залізобетонні роботи це комплекс технологічних процесів, після виконання яких створюються бетонні споруди заданих розмірів та конфігурацій, що мають високу надійність та довговічність під час роботи в умовах дії водного потоку, поперемінного заморожування та відтаювання і інших природно-кліматичних та виробничих факторів.

Бетонні роботи у гідротехнічному будівництві займають дуже важливе місце.

В комплекс бетонних робіт входять наступні процеси: готування бетонної суміші, транспортування її до місця укладання, встановлення опалубки та арматури, укладання бетонної суміші, догляд за свіжоукладеним бетоном. Кожна з цих складових комплексу робіт являє собою складний технологічний процес.

Особливості виконання бетонних робіт залежать від об'єктів, що споруджуються та конструкцій бетонних споруд, що зводяться.

Споруди, що зводяться на водогосподарських системах дуже різноманітні за розмірами та призначенням (шлюзи-регулятори, водовипуски, дюкери, акведуки, насосні станції, греблі, мости тощо).

Об'єм бетону, що вкладається коливається від десятих часток кубічного метру до десятків тисяч кубічних метрів.

Розкиданість гідротехнічних споруд на великих територіях меліоративних систем часто перешкоджає застосуванню традиційних технологій їх зведення способом монолітного

бетонування, тому дрібні споруди, як правило, зводять з збірного залізобетону.

При будівництві крупних гідровузлів, об'єктів гідроенергетики, портових споруд, навпаки, особливістю є великі обсяги бетонних робіт (досягають кількох млн м³), сконцентрованість їх на майданчиках обмежених розмірів, масивність конструкцій бетонних споруд.

Технологія виконання бетонних робіт характеризується різнобічністю технологічних процесів. Це пояснюється наявністю самостійних потоків робіт: виготовлення опалубки, арматури, приготування бетонної суміші, транспортування і вкладання бетону або монтаж споруд із залізобетонних елементів.

Перераховані потоки повинні бути ув'язані в часі і за потужністю необхідного устаткування. Матеріали для приготування бетону і продукція їх переробки багаторазово переміщується на будівельному майданчику на короткі відстані.

Залежно від способу влаштування розрізняють монолітні, збірні та збірно-монолітні бетонні і залізобетонні конструкції.

Монолітні конструкції влаштовують безпосередньо, встановлюючи в проектне положення арматуру і вкладаючи бетонну суміш в спеціально підготовлені форми – опалубку.

Збірні конструкції, що виготовлені на заводах залізобетонних виробів, встановлюють безпосередньо на будівельному майданчику.

Збірно-монолітні конструкції влаштовують безпосередньо на будівництві із збірних елементів, які з'єднуються в єдине ціле монолітними ділянками.

Залізобетонні конструкції залежно від способу армування можуть бути з ненапруженою і напруженою арматурою.

Влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій - це складний процес, що складається із заготівельних, транспортних та монтажних-укладальних процесів.

Заготівельні процеси включають виготовлення опалубки, заготовлення арматури, приготування бетонної суміші.

Транспортні процеси включають доставляння з місць виготовлення до будівельного майданчика опалубки, рихтувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, бетонної суміші та устаткування.

Монтажно-укладальні роботи виконують безпосередньо на будівельному майданчику і включають встановлення опалубки та арматури в проектне положення, подачу бетонної суміші, її вкладання та ущільнення, догляд за бетоном, зняття опалубки з конструкцій та їх оздоблення.

В процесі влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд виконуються опалубні, арматурні та бетонні роботи.

Для будівництва гідротехнічних споруд застосовують спеціальний гідротехнічний бетон щільністю 2200-2500 кг/м³.

Гідротехнічний бетон – це бетон, який працює в спорудах, що постійно або періодично знаходяться у водному середовищі, та піддаються вилуговуванню, періодичному заморозуванню, ударам хвиль, дії тертя наносів.

При проектуванні масивних гідротехнічних споруд враховують необхідність економії матеріалів для їх зведення.

Для зменшення витрат цементу, наприклад, тіло масивної бетонної греблі розбивають на зони, використовуючи для кожної з них, залежно від умов роботи, свою марку бетону.

Залежно від умов роботи при проектуванні споруд, гідротехнічний бетон поділяють:

- на класи за міцністю на стиск: B5, B7,5, B10, B12,5, B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B55, B60 (Мпа);

- на класи за міцністю на розтяг: B0,8, B1,2, B1,6, B2, B2,4, B2,8, B3.2;

- на марки за морозостійкістю: F50, F75, F100, F159, F200, F300, F400, F500, F600; (кількість циклів заморозування та відтавання);

- на марки за водонепроникністю: W2, W4, W6, W8, W10, W12, W16, W18, W20; (число відповідає величині гідравлічного тиску в Мпа, при якому через зразок бетону не просочується вода).

Бетони гідротехнічних споруд додатково повинні бути стійкими проти агресивної дії хімічних елементів, що розчинені у воді, мати кавітаційну стійкість (опірність матеріалу в часі впливу швидкісного потоку рідини в зоні пониженого тиску), тріщиностійкість під час тепловиділення при тужавінні бетону.

Термін твердіння (вік), коли бетон стане відповідати його проектним класам та маркам, приймається для річкових, гідромеліоративних та гідротехнічних споруд за міцністю та

водонепроникністю – 180 діб, за морозостійкістю – 28 діб, для збірних з/б конструкцій – 28 діб.

3.2.2. Складові бетонної суміші

Для приготування бетонної суміші необхідні матеріали, що постачаються з інших підприємств (цемент, добавки), а також місцеві матеріали (пісок, щебінь, гравій, вода). Всі матеріали за якістю повинні відповідати вимогам державних стандартів.

Щебінь і гравій повинен бути сортований за розмірами частинок на фракції: 5...20; 20...40; 40...70; 70...120 (150) мм. Міцність матеріалу щебеню і гравію повинна бути вище заданої марки бетону у 1,5...2 рази. Вміст домішок глинистих і пилюватих частинок не повинен перевищувати 1...2% за масою.

Пісок для бетону повинен мати розміри частинок 0,15...5 мм. Вміст частинок розмірами менше 0,15 мм обмежується 2...3%.

Вода для приготування бетонної суміші та догляду за бетоном не повинна мати механічних домішок, а розчинних з'єднань містити не більше 5 г/л. Загальний вміст сульфатів у воді не повинен перевищувати 2,7 г/л, а рН повинно бути не менше 4.

Марка цементу повинна перевищувати задану марку (міцність) бетону:

В	10	15	20	250	30	40	50	60
$R_{ц}$	200	200...300	400	500	500	500...600	500...600	600

Марку бетону призначають при проектуванні бетонних конструкцій з врахуванням розрахункових навантажень, умов роботи, наприклад: для підводних частин споруд – пуцоланові або шлакопортландцементи;

- для зони перемінного рівня води – портландцементи;
- при сульфатній агресивності – сульфатостійкі цементи;
- для внутрішніх зон масивних споруд – низькотермічні цементи.

Склад бетону підбирають у будівельній лабораторії з урахуванням властивостей місцевих матеріалів і умов виконання робіт.

Для зменшення негативних явищ та отримання бетону з певними властивостями в бетонну суміш в процесі виготовлення вводять відповідні добавки: пластифікуючі, протиморозні, інгібіторні тощо.

Орієнтовне дозування складових частин на 1м ³ бетону:		
щебінь або гравій	-	0,95 м ³ ;
пісок	-	0,45 м ³ ;
цемент	-	180..400 кг;
вода (при В/Ц=0,6)	-	0,12..0,25 м ³ .

Від кількості води у складі бетонної суміші залежать її пластичні властивості, пластичність бетону вимірюється величиною осідання стандартного конусу в см (рис. 3.21).

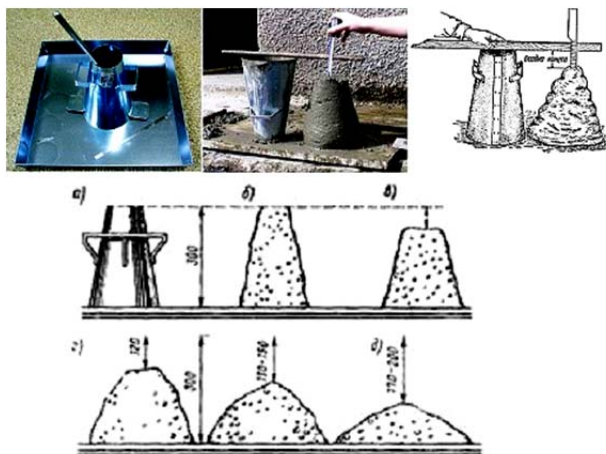


Рис. 3.21. Визначення рухливості бетонної суміші з допомогою стандартного конусу
 а – зовнішній вигляд; б – жорстка суміш; в – малорухома суміш;
 г – рухома суміш; д – лита суміш

Останніми роками широко використовують литі бетони, які хоч і потребують збільшених витрат цементу, але дають можливість повністю механізувати процес вкладання бетону (бетононасоси) та відмовитися від їх ущільнення.

3.2.3. Влаштування опалубки

Опалубка – це форма, в яку вкладають бетонну суміш для одержання бетонних чи залізобетонних конструкцій заданих розмірів, форми і положення в просторі. В опалубні форми

вкладають бетонну суміш, де вона тужавіє до досягнення бетоном потрібної міцності. Вимоги до опалубки:

- внутрішні розміри мають відповідати проектним розмірам конструкції;
- якість внутрішньої площини повинна відповідати якості зовнішньої поверхні конструкції;
- мати достатню міцність і жорсткість;
- мінімальні витрати на її влаштування.

Опалубку розпізнають за такими ознаками:

- за кількістю циклів використання – опалубка неінвентарна (застосована тільки один раз) та інвентарна (багатооборотна);
- за матеріалами, що використовуються для її виготовлення – із дерева, металу, синтетичних матеріалів, матеріалів на основі цементних в'язучих та комбінована;
- за конструктивними особливостями – індивідуальна, незнімна, розбірно-переставна, блочна, ковзна, котюча, пневматична.

Дерев'яну опалубку виготовляють із пиломатеріалів, водостійкої фанери та деревних плит (ДСП, ДВП). Оборотноість дерев'яної опалубки складає 10...20 разів.

Металеву опалубку виготовляють із прокатних та гнутих ефективних профілів з палубою із металевого листа завтовшки 2...3мм. Оборотноість опалубки може досягти 100...300 разів.

Опалубку з використанням синтетичних матеріалів виготовляють із склопластику, поліетилену, ПВХ. Оборотноість опалубки із синтетичних матеріалів досягає 20... 100 разів.

Опалубку на основі цементних в'язучих виготовляють із залізобетону, армоцементу, склоцементу, склофібробетону. Такі опалубки використовують як незнімні.

Комбінована опалубка складається із різних матеріалів. В ній елементи каркасу, підтримуючі конструкції та елементи кріплення виготовлено із сталі, а палуба і опалубні щити - із водостійкої фанери чи синтетичних матеріалів. Така опалубка, зберігаючи основні позитивні властивості металевої, має порівняно з нею і значні переваги - вона дешевша і легша.

Індивідуальну опалубку застосовують для спорудження конструкцій складних, неповторних форм.

Незнімна опалубка складається із формоутворюючих елементів (плит, оболонок, блоків), кріплень та підтримуючих елементів. Після

бетонування формують елементи з монолітної конструкції не знімають і вони утворюють з нею єдине ціле.

Розбірно-переставна опалубка складається із окремих щитів, підтримуючих елементів та кріплень (рис. 3.22).

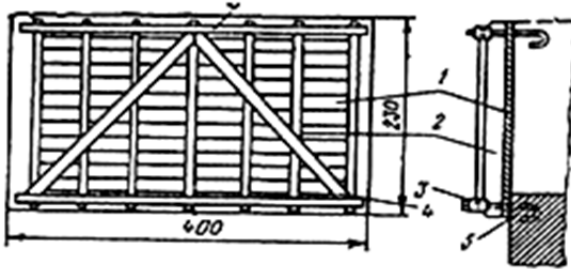


Рис. 3.22. Щит збірно-розбірної опалубки:

1 – палуба; 2 – ребра жорсткості; 3, 4 – діагональні і горизонтальні схватки; 5 – анкера

Щит опалубки складається із робочої поверхні (палуби), ребер жорсткості, системи горизонтальних і діагональних схваток, які забезпечують жорсткість конструкції вцілому.

На висоті опалубні щити підтримуються риштуванням із інвентарних стояків та прогонів. Розрізняють два види розбірно-переставної опалубки – дрібнощитову (при висоті меншій 0,5 м) та великощитову (при висоті більшій 0,5 м) (рис. 3.23).



Рис. 3.23. Збірно-розбірна щитова опалубка

Кріплення щитів опалубки буває: зовнішнє – не зв'язане з блоками бетонування і внутрішнє, яке закладається в забетоновані блоки.

Зовнішнє кріплення досить просте і зручне для невисоких блоків бетонування (до 2...3 м).

При більшій висоті блока бетонування для забезпечення достатньої міцності і жорсткості конструкції опалубки необхідно застосовувати складну систему кріплення, яка складається із стояків, прогонів, укосів. Тому при бетонування блоків висотою 3...6 м застосовують внутрішнє кріплення за допомогою металевих стяжок, розтяжок, анкерних гвинтів і петель (рис. 3.24).

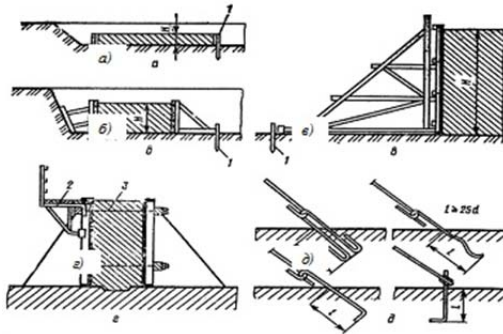


Рис. 3.24. Способи кріплення вертикальної опалубки

Блочна опалубка (рис. 3.25)– це опалубна форма, яку монтують і демонтують у суцільному вигляді; застосовується для бетонування однотипних конструкцій (основ під колони, колон, балок).



Рис. 3.25. Блочна опалубка

Ковзна опалубка (рис. 3.26) відрізняється від інших видів опалубки тим, що при переміщенні по висоті вона не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підйомних пристроїв.

Таку опалубку використовують для бетонування висотних споруд з незмінною за висотою формою плану (бики, силосні башти, елеватори, будинки).



Рис. 3.26. Ковзна опалубка

Котюча опалубка (рис. 3.27)– це опалубна форма з механічним пристроєм для її відривання, опускання та стулювання, встановлена на візках, що переміщуються по колії.



Рис. 3.27. Котюча опалубка

Цю опалубку використовують для бетонування лінійно протяжних споруд постійного перерізу по довжині (тунелів, траншейних складів, стінових конструкцій).

Пневматичну опалубку (рис. 3.28) застосовують для бетонування купольних та склепінчастих покриттів із залізобетонних оболонок завтовшки 30... 100 мм.



Рис. 3.28. Пневматична опалубка

Вибір опалубки проводять з урахуванням її відповідності споруджуваним конструкціям та економічної ефективності її застосування. При цьому перевагу віддають технологічним факторам, через те що вони визначають можливість застосування опалубки і умови забезпечення якості споруджуваної конструкції.

Вибір опалубки проводять з урахуванням її відповідності споруджуваним конструкціям та економічної ефективності її застосування. При цьому перевагу віддають технологічним факторам через те, що вони визначають можливість застосування опалубки і умови забезпечення якості споруджуваної конструкції.

3.2.4. Арматурні роботи

Арматура – це сталеві круглі стержні, прокатні профілі, дріт, а також вироби з них, які розмішують у бетоні для сприйняття розтягуючих і знакозмінних сил.

Відповідно до ДСТУ 3760:2006 „Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій” арматура для залізобетонних конструкцій класифікується за класом арматурного прокату та технологією виготовлення (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Класи арматурного прокату, марки сталі та спосіб виготовлення

Клас арматурного прокату	Марки сталі	Спосіб виготовлення прокату	Діаметри прокату
A240C	Ст3сп, Ст3пс, Ст3кп	гарячекатаний	5,5-40
A400C	Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс, Ст5сп, Ст5пс, 25Г2С, 35ГС	термомеханічно зміцнений гарячекатаний	6-40
A500C	Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс, Ст3Гпс 25Г2С	термомеханічно зміцнений	6-16 18-22 25-40
A600	20ГС	термомеханічно зміцнений	10-32
A600С	25Г2С, 35ГС		
A600К	08Г2С, 10ГС2		
A800	20ГС, 20ГС2, 08Г2С, 10ГС2		6-40
A800К	35ГС		
A800СК	20ХГС2		
A1000	25Г2С, 20ХГС2		6-40

Арматура поділяється на такі види:

- за профілем прокату: гладкого (рис. 3.29) та періодичного профілю (рис. 3.30).



Рис. 3.29. Гладка арматура



Рис. 3.30. Армура періодичного профілю

- за призначенням: робоча (сприймає основні зусилля розтягу), розподільча (розподіляє навантаження між стержнями робочої армури), монтажна (для збирання арматурних каркасів);
- за способом встановлення: одинарна, арматурні сітки, каркаси.

Арматурні роботи складаються з таких процесів: заготовляння армури; збирання арматурних сіток (рис. 3.31) і каркасів (рис. 3.32) шляхом з'єднання окремих стержнів; встановлення армури в опалубку з наданням їй проектного положення.

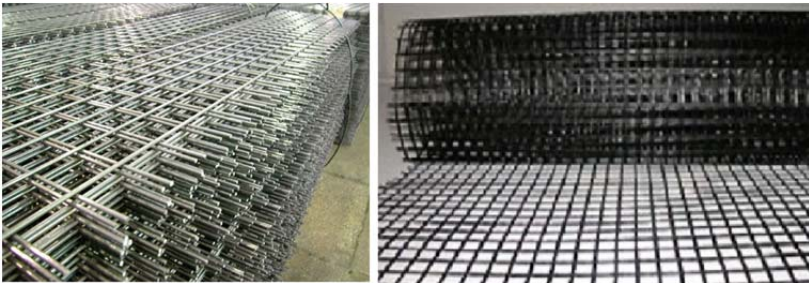


Рис. 3.31. Арматурні сітки

Заготовляння армури та виготовлення арматурних каркасів виконується централізовано в арматурних цехах заводів залізобетонних конструкцій або в арматурних майстернях будівельних організацій.

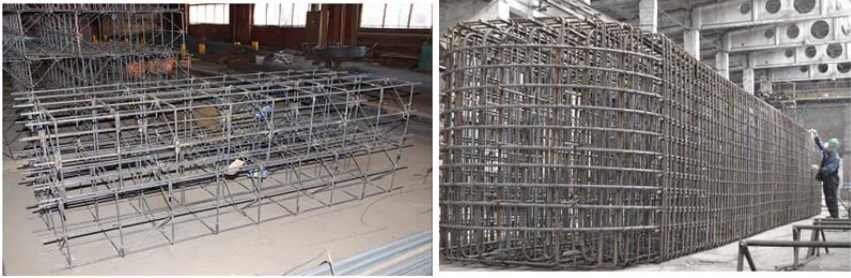


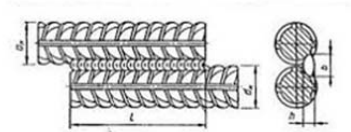
Рис. 3.32. Арматурні каркаси

Заготовлення арматури із стержнів складається з таких операцій: виправлення і очищення стержнів, зварювання стиків для нарощування довжини (рис. 3.33), перерізування і згинання стержнів. Заготовлення арматури з дроту складається з розмотування і виправлення, перерізування і згинання стержнів.

Виготовлення в заводських умовах арматурних каркасів і сіток повністю механізовано і виконується на спеціальному обладнанні. Арматуру для попередньо напружених залізобетонних конструкцій виготовляють у вигляді пучків або канатів з високоміцного сталевого дроту.



встик



внапуск

Рис. 3.33. Електрозварювання стержнів арматури

Готові арматурні каркаси фундаментів, колон і балок вкладають у відповідні опалубки, а зварені сітки на опалубку перекриттів і в опалубку стін. Вкладені в проектне положення сітки і каркаси з'єднують між собою електрозварюванням (рис. 3.33) або ванним способом (рис. 3.34), з'єднують з допомогою муфт (рис. 3.35).



Рис. 3.34. Зварювання арматурних стержнів ванним способом

чи зв'язуванням (рис. 3.36), збираючи впритул робочі стержні або перепускаючи каркаси і сітки внапуск на довжину 30...50 діаметрів стержня.



Рис. 3.35. З'єднання арматури з допомогою муфт

Якщо на будову арматура надходить у вигляді окремих стержнів, їх з'єднують в каркаси і сітки на робочому місці. Місця перетину стержнів зварюють або перев'язують в'язальним дротом, діаметр якого 0,8... 1 мм.



Рис. 3.36. З'єднання арматури в'язальним дротом

3.2.5. Готування бетонної суміші

Бетонну суміш готують, як правило, централізовано на спеціальних заводах, а якщо обсяги робіт невеликі – на приоб’єктних бетонозмішувальних установках. При приготуванні бетонної суміші виконуються наступні операції: дозування складових, завантаження їх в змішувач і змішування, вивантаження готової суміші у витратний бункер. За характером виконання операції змішування бетонної суміші розпізнають бетонозмішувачі циклічної і безперервної дії. За способом змішування бетонозмішувачі можуть бути гравітаційного і вимушеного змішування. Залежно від рельєфу місцевості і прийнятої технологічної схеми бетонозмішувальні установки можуть бути одно- і двоступеневими.

Бетонну суміш на бетонозмішувальних заводах виготовляють за одноступеневою технологічною схемою (рис. 3.37).

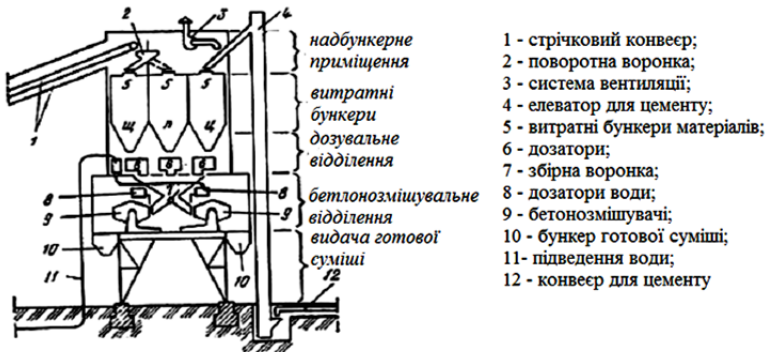
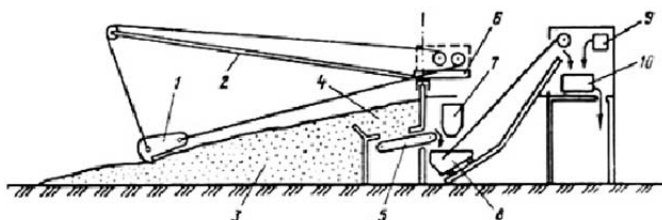


Рис. 3.37. Одноступенева бетонозмішувальна установка

На будівельному майданчику бетонну суміш готують за двоступеневою схемою (рис. 3.38).

Спочатку заповнювачі подаються у витратні бункери, а потім опускаються вниз у візок-дозатор. Дозовані складові вивантажують в скіповий підйомник і подають в бетонозмішувач, що розташований на другому поверсі. Готову суміш видають із витратного бункера.



- 1 - ківш канатно-скреперної установки; 2 - стріла; 3 - компоненти бетонної суміші; 4 - витратний бункер матеріалів; 5 - стрічковий дозатор; 6 - поворотна рама з приводом для скреперного ковша; 7 - дозатор цементу; 8 - скіповий підйомник; 9 - дозатор води; 10 - бетонозмішувач



Рис.3.38. Двоступенева бетонозмішувальна установка

Приб'єктні бетонозмішувальні установки, як правило, виконуються в мобільному варіанті (рис. 3.39)

Бетонну суміш готують відповідно до заданих показників на основі розрахунків і підбраного в лабораторії складу - марки бетону, жорсткості, рухомості бетонної суміші та зручності вкладання. Розмір заповнювачів в бетонній суміші для армованих конструкцій

не повинен перевищувати $2/3$ мінімальної відстані між стержнями арматури і $1/3$ мінімального розміру конструкції.

Провідним є процес приготування бетонної суміші-перемішування, який здійснюють в бетонозмішувачах. Основний робочий параметр бетонозмішувачів циклічної дії це місткість їх барабанів.



Рис. 3.39. Мобільні бетонозмішувальні установки

Місткість барабана за завантаженням характеризує сумарний об'єм матеріалів, необхідний на один заміс. Завантажувальна місткість барабанів складає 25-30% їх геометричної місткості.

Внаслідок ущільнення вихідних матеріалів при перемішуванні з заповненням всіх порожнин дрібними частками піску та цементу об'єм готової бетонної суміші буде менше сумарного об'єму вихідних матеріалів.

Рівномірність перемішування бетонної суміші визначається тривалістю процесу, яку призначають залежно від місткості барабана та заданої жорсткості бетонної суміші.

Зі зменшенням тривалості перемішування різко знижується кінцева міцність бетону.

Тривалість перемішування малорухливих бетонних сумішей збільшують на 30%.

Тривалість перемішування залежно від виду бетонної суміші, її рухомості, типу змішувача становить 50.. .240 с.

3.2.6. Транспортування бетонної суміші

Спосіб транспортування бетонної суміші від місця її приготування до місця вкладання залежить від часу початку твердіння цементу, відстані перевезення, обсягу робіт і висоти

транспортування до робочого місця. Основні вимоги - збереження якості бетонної суміші. Тривалість транспортування не повинна перевищувати термін початку твердіння бетону.

Для перевезення бетонної суміші від місця її виготовлення до будівельного майданчика у даний час використовуються автобетонозмішувачі (міксери) (рис. 3.40).



Рис. 3.40. Автобетонозмішувачі

Провідні фірми випускають цілу лінійку міксерів з місткістю барабанів від 1 до 15 м³. На невеликі відстані до 5-20 км в міксер завантажується готова бетонна суміш, під час транспортування барабан має обертатися, щоб не допустити дезінтеграції бетонної суміші. На відстані, що перевищують 20 км у автобетонозмішувач завантажують у сухому вигляді компоненти бетонної суміші на одне замішування. Перемішуються компоненти бетонної суміші з додаванням води під час руху автобетонозмішувача протягом 3...5 останніх хвилин.

У виключних випадках для транспортування бетонної суміші можна використовувати самоскиди, спеціально підготовлені для цієї операції (нарошені борти, ущільнені щілини) або бортові автомобілі, в кузов яких завантажується ємність з бетоном (цебер).

У межах будівельного майданчика бетонну суміш до місць укладання транспортують вантажопідйомними кранами в спеціальних місткостях – цебрах (рис. 3.41), або стрічковими конвеєрами;



Рис.3.41. Цебри для переміщення бетонної суміші

бетононасосами (рис. 3.42.); віброжолобами чи вібротками (рис. 3.43).



Рис. 3.42. Подача бетонної суміші бетононасосами



Рис. 3.43. Подача бетонної суміші віброжолобами

Переміщення бетону в цебрах здійснюється з використанням підйомних кранів.

Підйомні крани вибирають за необхідною вантажопідйомністю, вильотом стріли і висотою підйому гака. Для цього використовують вантажні характеристики кранів.

Вантажопідйомність крана повинна бути більшою маси цебри з бетонною сумішшю.

3.2.7. Схеми зведення бетонних споруд.

Схеми зведення масивних бетонних споруд залежать від їх типу, топографічних та інженерно-геологічних умов створу гідровузла або іншої гідротехнічної споруди, типу основних бетоноукладальних механізмів, схеми пропуску будівельних витрат та організації транспортного руху у котловані.

В якості ведучих бетоноукладальних механізмів у гідротехнічному будівництві використовують наступні вантажопідйомні механізми:

Баштові крани типу КБГС (рис. 3.44) спеціально спроектовані для гідротехнічного будівництва, залежно від загально будівельних баштових кранів вони на розраховані більш важкі режими роботи, мають більшу швидкість переміщення вантажів.



Рис. 3.44. Баштові крани типу КБГС

Конструкція порталу дає можливість забезпечувати проїзд під ним автомобільного та залізничного транспорту, що дозволяє встановлювати крани цього типу безпосередньо на споруді, що зводиться або на транспортній естакаді. Крани типу КБГС обладнані поворотною нерухомою балочною стрілою довжиною до 40 м, вантажопідйомністю від 10 до 50 т.

Гусеничні стрілові крани (рис. 3.45) використовують, в основному, при будівництві невеликих, як в плані так і за висотою, бетонних споруд, а також при укладанні бетону у початковий період будівництва до вводу у дію основних засобів механізації бетонних робіт.



Рис. 3.45. Гусеничні стрілові крани

Кабельні крани (рис. 3.46) складаються з двох берегових опор, системи тросів між ними, вантажного візка. В ГТБ застосовують кабельні крани з пролітом від 200 до 1100 м з вантажністю від 10 до 50 т.

Залежно від основних бетоноукладальних механізмів, що застосовуються для подачі бетонної суміші в блоки бетонування використовують наступні основні схеми зведення бетонних споруд:

1. З розміщенням бетоноукладальних кранів на відмітці dna котловану, який застосовують при порівняно невисоких спорудах (до 35-40 м), що зводяться на рівнинних ріках. Для механізації подачі бетонної суміші за цією схемою, як правило, використовують баштові крани типу КБГС. Їх розташовують з верхової і низової сторін споруди, що зводиться (рис. 3.47).

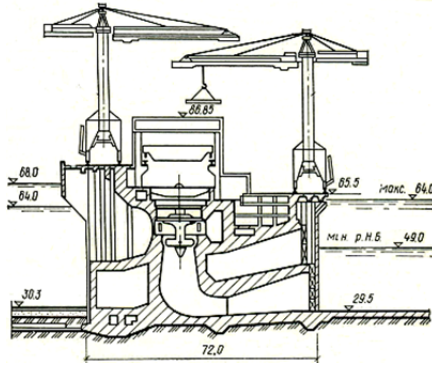


Рис. 3.48. Розташування баштових кранів після затоплення котловану

2. Зведення бетонних споруд з розміщенням основних бетоноукладальних кранів на бетоновозних естакадах використовують при значній висоті бетонних споруд (більше 35 м), коли крани з відміток дна котловану не можуть забезпечити зведення споруд як за висотою та і шириною.

Бетоновозні естакади при такій схемі влаштовують у тілі бетонної споруди, що зводиться, як правило, вздовж її осі (рис. 3.49).

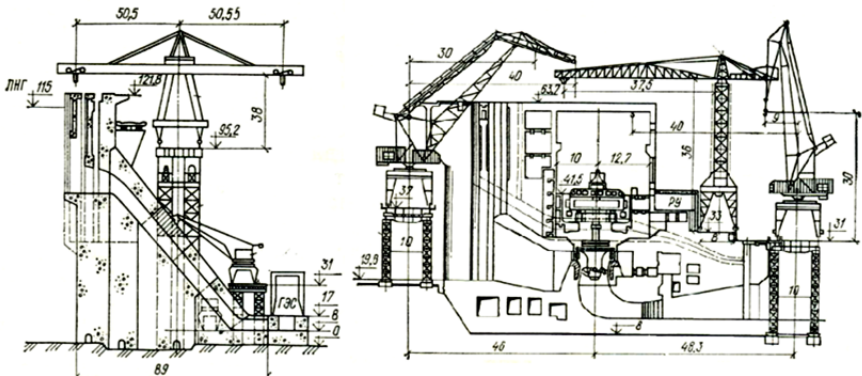


Рис. 3.49. Схема зведення споруди з розміщенням кранів на бетоновозних естакадах

3. Зведення бетонних споруд з розташуванням бетоноукладальних кранів безпосередньо на споруді передбачає використання самопідйомних баштових кранів, що перемонтовуються по мірі зведення споруди з блоку на блок і з відмітки на відмітку (рис.9.30).

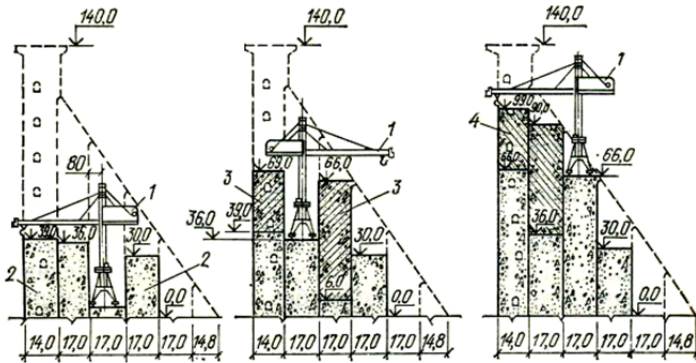


Рис. 3.50. Розташування кранів на споруді

4. Зведення бетонних споруд з використанням кабельних кранів найбільш розповсюджено при будівництві високих бетонних гребель в каньйонах, гірській місцевості (рис. 3.51).

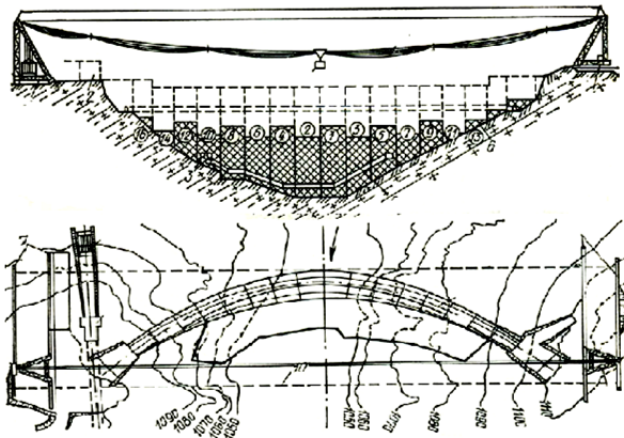


Рис. 3.51. Зведення бетонної споруди з використанням кабельних кранів

Існують і інші схеми зведення масивних споруд з монолітного бетону з використанням засобів горизонтального транспортування бетонної суміші.

3.2.8. Укладання бетонної суміші

Процес укладання бетонної суміші складається з наступних операцій: приймання суміші, її розрівнювання та ущільнення.

Під час укладання бетону необхідно дотримуватися таких правил:

- недопустимо розшарування та розпадання бетонної суміші, які виникають при скиданні її з великої висоти, розрівнюванні та додаткових перекиданнях;

- висока міцність бетонної конструкції досягається правильним укладанням та якісним ущільненням бетонної суміші;

- під час тужавлення бетонної суміші необхідно передбачати рівномірне відведення тепла від всього масиву бетонного блоку для уникнення термічних напруг та утворення тріщин;

- за укладеним бетоном потрібен догляд, який забезпечує необхідний температурний та вологістний режим; необхідно оберігати бетон від передчасних навантажень, дотримуватися рекомендованих термінів зняття опалубки;

- для забезпечення монолітності конструкції в зонах контакту з раніше укладеним бетоном виконується підготовка його поверхні перед укладанням бетонної суміші в наступний блок;

- для попередження нерівномірного осідання споруди влаштовуються осадові шви;

- для попередження температурних деформацій частин споруди необхідно передбачати температурні шви, які частіше всього суміщають з осадовими.

Укладають бетонну суміш безперервно на весь об'єм конструкції чи в межах окремих ділянок (блоків, ярусів).

Масивні споруди розділяють на блоки бетонування, що спричиняється необхідністю попередження виникнення усадових тріщин та обмеження площі бетонування залежно від продуктивності бетоноукладальних механізмів та часу зчеплення цементу.

Будівельний блок (рис. 3.52) – це частина конструктивного блоку або споруди, яку бетонують за одним разом без перерви в укладанні бетонної суміші.

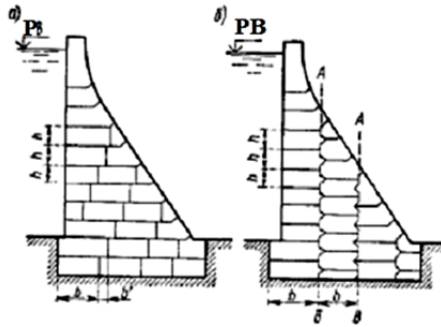


Рис. 3.52. Розрізання бетонної греблі на будівельні блоки бетонування а – ярусна схема; б – стовпчаста схема

Розміри та місцеположення блоків призначають з урахуванням конструктивного вирішення масиву та його армування.

Об'єм будівельного блоку за умови безперервності укладання не повинен перевищувати тієї кількості бетону, яку може видати бетонозмішувальна установка до перерви в її роботі.

Висоту будівельних блоків обмежують, виходячи з наступних міркувань: можливість якісного встановлення опалубки, недопущення передчасних навантажень на нижче лежачі шари бетону, які не набрали достатньої міцності. Як правило, найбільшу висоту будівельних блоків масивних споруд, виходячи з досвіду виробництва, приймають в межах 1,5-4,0 м.

Для кращого сполучення бетону двох суміжних блоків в будівельних швах влаштовують штраби.

Перед бетонуванням блоку готують поверхню підмурка або поверхню раніше укладеного бетону, встановлюють закладні деталі, готують поверхню опалубки.

З поверхні раніше укладеного бетону знімається цементна плівка такими способами: насічкою відбійними молотками (а), обдирання поверхні бетону обертовими щітками (б), обробка струменем води або піску з піскоструменевого апарату(в) (рис. 3.53).

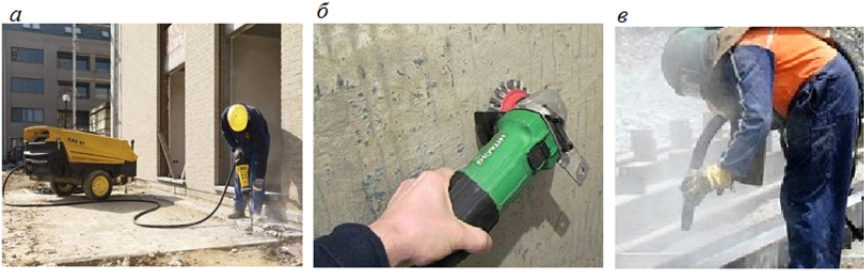


Рис. 3.53. Зняття цементної півки

Після зняття півки поверхня бетону добре промивається. Усі сухі поверхні, на які буде укладатися бетонна суміш, безпосередньо перед укладанням необхідно зволожити водою з розрахунку бл/м^2 , щоби не допустити обезвожування свіжого бетону.

Бетонна суміш, яка подається в блок має бути розподілена на площі блоку рівномірним шаром.

З метою уникнення розшарування бетонної суміші забороняється перекидання її лопатами та скидання з висоти більше ніж 1,5 м. Для розподілу бетонної суміші по блоку та збереження її від дезінтеграції використовують: металеві поворотні лотки (рис. 3.54, а), вібротки, металеві або гумові хоботи (з висоти 2-10 м) (рис. 3.54, б), віброхоботи (10-80 м), бетононасоси. На великих спорудах використовують мінібетонорозрівнювачі з відвалом бульдозерного типу (рис. 3.54, в).



Рис. 3.54. Роподіл бетонної суміші у блоці бетонування:
а – вібротоком; б – віброхоботом; в – мінірозрівнювачем

Одним з найважливіших показників бетону, що забезпечує міцність та водонепроникність конструкції є його висока щільність.

Штучне ущільнення бетонної суміші при її укладанні це одна з відповідальніших операцій при виконанні бетонних робіт. Способи та засоби ущільнення, що застосовуються в практиці водогосподарського будівництва залежать від консистенції суміші, форми блоків та насиченості арматурою.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється вібруванням, вакуумуванням, центрифугуванням та пресуванням.

Найбільш розповсюджений в умовах будівельного майданчику є спосіб вібрування. Під впливом вібрації зменшуються сили тертя та зчеплення між частками бетонної суміші, вона стає більш рухливою і під дією власної ваги ущільнюється.

Вібратори поділяються на електромеханічні, гідравлічні та пневматичні. Найбільш розповсюджені – електромеханічні. За способом передачі коливань на бетонну суміш вони поділяються на поверхневі, внутрішні (з гнучким валом), глибинні (вібрострижні, віброулави).

Поверхневі вібратори у вигляді вібромайданчиків (рис.3.55) та віброрейок (рис. 3.56) використовують для ущільнення лінійно протяжних армованих та неармованих конструкції невеликої товщини, яка не перевищує глибини переробки даним вібратором (плити, облицювання каналів, дорожні покриття тощо).



Рис. 3.55. Вібромайданчики



Рис. 3.56. Віброрейки

Внутрішні вібратори з гнучким валом (рис. 3.57) застосовують при густому армуванні блока.



Рис. 3.57. Внутрішні вібратори з гнучким валом

Глибинними вібраторами ущільнюють бетонну суміш в масивних слабо армованих конструкціях (рис. 3.58).



Рис. 3.58. Ущільнення бетонної суміші глибинним вібратором

При бетонуванні масивних неармованих споруд застосовують вібропакети, групи вібраторів, об'єднаних однією рамою, які переставляються краном або навішуються на малогабаритний трактор (рис. 3.59).



Рис. 3.59. Ущільнення бетонної суміші вібропакетами

Ущільнення ведуть до повного осідання суміші, припинення виділення бульбашок повітря та появи на поверхні цементного молочка. На одній позиції вібратор має працювати в межах 20-40 сек.

Гранична товщина шару, що ущільнюється глибинними вібраторами не повинна перевищувати довжину робочої частини вібратора більш чим на 25%.

Заборонено передавати коливальні рухи від вібраторів до бетону через арматурні конструкції, так як це може спричинити порушення кріплення зварювання стрижнів арматури та погіршує зчеплення її з бетоном.

Вакуумування, центрифугування, пресування не являються масовими способами ущільнення і застосовуються тільки при виготовленні збірних залізобетонних виробів у заводських умовах.

Специфічним способом укладання та ущільнення бетонної суміші є метод торкретування, сутність якого полягає в тому, що за допомогою стисненого повітря сухі компоненти з бункеру цемент-гартати гнучким шлангом подаються до ствола-змішувача. Окремим шлангом до того ж ствола під тиском подається вода. Суміш, що створюється у змішувачу, під високим тиском викидається зі ствола на поверхню, що бетонується, пошарово

накладається на неї та ущільнюється під дією тиску струменю бетонної суміші (рис. 3.60).



Рис. 3.60. Укладання бетону способом торкретування

Торкрет-бетон використовують для облицювання гідротехнічних тунелів, водоскидів тощо, він має велику міцність, але і високу вартість у зв'язку з великими витратами цементу.

Свіжовкладений бетон до набору початкової міцності, упродовж 10-12 годин повинен бути захищений від ходіння та проїзду по ньому, а також від вібрації працюючих будівельних машин.

В перші дні після укладання бетон повинен знаходитися у теплому та вологому середовищі. Найкраща температура для тужавіння бетону 15-20° С. При температурах вище за 15° С бетон необхідно зволожувати (рис. 3.61). Поливання починають у звичайних умовах через 10-12 год, а в спекотну погоду – через 2-4 год після укладання, протягом 3-14 діб з інтервалом 3-8 год.



Рис. 3.61. Поливання свіжовкладеного бетону

Від сонця бетон захищають рулонними матеріалами, плівками (рис. 3.62).

Догляд за бетоном значно спрощується при покритті його вологозахисними плівками. Для цього на поверхню свіжовкладеного бетону наноситься 1-2 шари бітумної емульсії, лаку Етиноль, полімерні суспензії тощо.



Рис. 3.62. Захист поверхні бетону поліетиленовою плівкою

3.2.9. Виконання бетонних робіт у зимових умовах

За мінусових температур замерзання води в бетоні, який тужавіє, призводить до виникнення внутрішніх сил, що порушують кристалічні новоутворення. Під час відтавання і подальшого твердіння ці новоутворення не відновлюються. Крім того порушується зчеплення з частками заповнювача і арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність і довговічність.

Якщо бетон до замерзання набирає потрібну початкову міцність, то зазначені вище процеси не впливають на нього негативно. Мінімальна міцність, за якої замерзання бетону не є небезпечним, називається критичною. Критична міцність залежить від класу бетону, виду конструкцій та умов її експлуатації і становить від 30 до 100%.

Для забезпечення умов, при яких бетон набуває критичної міцності, застосовують спеціальні методи приготування, укладання і витримування бетону. Готуючи бетонну суміш зимою, температуру підвищують до 35-40° С підігріванням води до 90° С і заповнювачів до 60° С. Бетонну суміш транспортують без перевантажень. Місця

вантаження і розвантаження суміші захищають від вітру, засоби подавання в конструкції утеплюють.

Бетонування слід виконувати безперервно, високими темпами, при цьому раніше укладений шар бетону слід перекрити до того, як у ньому температура стане нижче за передбачену.

Витримування бетону виконують за допомогою різних методів.

Метод термоса застосовують при бетонуванні масивних бетонних і залізобетонних конструкцій, модуль поверхні яких у разі укладання суміші на портландцементі не перевищує -6 , а на швидко твердіючому портландцементі -10 .

За цим методом бетонну суміш з температурою $35-40^{\circ}\text{C}$ укладають в утеплену опалубку. Завдяки теплу від бетону і теплу, що виділяється при гідратації цементу бетон набуває критичної міцності раніше, ніж температура оточуючого раніше вложеного бетону знижується до 0°C .

Різновидами цього методу є термос з застосуванням хімічних добавок, які прискорюють твердіння бетону і дають змогу поширити використання цього методу на конструкції з великим модулем поверхні.

Якщо метод термосу неефективний, застосовують метод термообробки бетону. Електропрогрівання бетону засновано на використанні тепла, що виділяється в бетоні під час проходження крізь нього електричного струму. Найпоширенішими є електродне і індукційне прогрівання (рис. 3.63)



Рис. 3.63. Прогрівання бетону електричними гріючими матами

3.2.10. Підводне бетонування

Підводним бетонуванням називають укладання бетонної суміші під водою без виконання водовідливних робіт. Основні методи підводного бетонування: метод вертикально переміщуваної труби і метод „висхідного” розчину.

Метод вертикально переміщуваної труби (рис. 3.64) застосовують при глибині до 50 м і за необхідності високої міцності і монолітності підводної споруди.

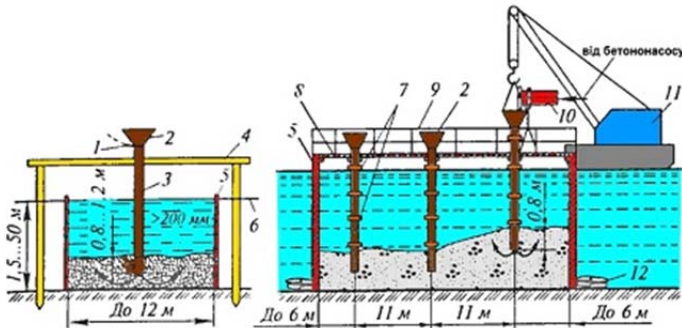


Рис. 3.64. Схема виконання підводного бетонування за методом вертикально переміщуваної труби

- 1 – затвор воронки; 2 – завантажувальна воронка; 3 – труба подачі бетону;
4 – робочий майданчик; 5 – опалубка по контуру конструкції, що бетонується; 6 – рівень води; 7 – ланки труб; 8 – допоміжне кріплення опалубки; 9 – огорожа; 10 – бетоновод; 11 – плавучий кран; 12 – кам'янощобенева відсіпка

Для виконання робіт над спорудою, яка має бетонуватися на палях влаштовують робочий майданчик. На майданчику влаштовують траверсу, до якої підвішують трубу діаметром 200 мм.

Робоча корба повинна забезпечувати вертикальний підйом труби з точністю 30...50 мм і можливість її миттєвого опускання на 30...40 см.

На початку бетонування трубу опускають до дна з мінімальним зазором. В середину труби вводять пакет із мішковини, а через загрузочну воронку подають бетонну суміш, під тиском якої низ опускається до основи труби і витісняє з неї воду. Бетонування без підйому труби продовжують до тих пір, поки бетонна суміш, заповнивши весь простір блоку, що бетонується не піднімається

вище кінця труби на 0,8...1,5 м. Потім не перериваючи подачі бетонної суміші, трубу піднімають з таким розрахунком, щоб нижній її кінець постійно розташовувався не менше ніж на 0,8 м нижче поверхні бетону. Максимальний радіус дії труби – 6 м.

Блок бетонують до рівня, який перевищує проектну відмітку, рівню 2% його висоти, але не менше як на 100 мм, з наступним видаленням слабого верхнього шару.

Метод висхідного розчину буває безнапірним і напірним (рис.3.65). Бетонування методом ВР із заливанням без великого каменю цементно-піщаним розчином слід застосовувати при укладанні під водою бетону на глибинах до 20 м для отримання міцності бетону, що відповідає міцності бутової кладки; те ж, з щебеню на тих же глибинах для зведення конструкцій з бетону класу до В25 і при глибинах бетонування від 20 до 50 м. При посиленні конструкцій рекомендується застосовувати заливання щебеневого заповнювача цементним розчином без піску.

При безнапірному способі в бетонованому блоці влаштовують шахти з ґратчастими стінками, всередину шахт вставляють труби діаметром 37-100 мм, зібрані з ділянок завдовжки до 1 м. Порожнину блоку заповнюють щебенем, гравієм, кам'яним накидом крупністю 150-400 мм і зверху через трубу подають цементний розчин складу від 1:1 до 1:2.

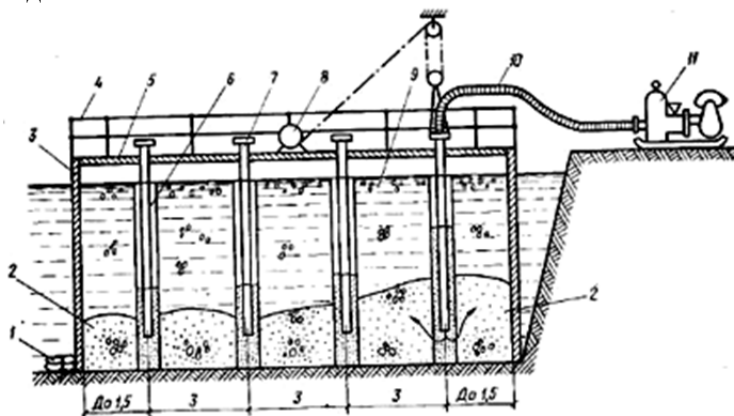


Рис. 3.65. Підводне бетонування методом висхідного розчину
 1 – кам'яно-щебінчаста відсіпка; 2 – розчин; 3 – шпунтове огородження (опалубка); 4 – огорожа; 5 – настил; 6 – шахта; 7 – труба; 8 – корба;
 9 – вода; 10 – рукав; 11 – бетононасос

Розтікання розчину здійснюється за рахунок тиску його стовпа в шахті. Піднімаючись, цементний розчин повинен вільно розтікатись, заповнюючи всі порожнини. Тому для приготування розчину застосовують дрібний пісок крупністю зерен не більше 2,5 мм. Рухливість розчину повинна бути 12...15 см. Радіус дії кожної труби 2...3 м. Заглиблювати труби в розчин необхідно на глибину не менше 0,8 м. У міру підвищення рівня розчину труби піднімають, демонтуючи їх верхні ланки. Рівень розчину доводять на 100...200 мм вище проектної позначки. При цьому способі витрата цементу в два рази більше, ніж при способі вертикально переміщеної труби.

Питання для самоконтролю

1. Які процеси входять до комплексу бетонних робіт?
2. Що таке бетон?
3. Що таке залізобетон?
4. Особливості гідротехнічного бетону.
5. На які марки та класи поділяється бетон?
6. Матеріали необхідні для виготовлення бетонної суміші.
7. Чим виміряється пластичність бетонної суміші?
8. Що таке опалубка?
9. З яких матеріалів виготовлюється опалубка?
10. Які типи опалубки використовуються в будівництві?
11. Що таке арматура?
12. Назвіть типи арматурних конструкцій.
13. Назвіть способи з'єднання арматури в арматурні конструкції.
14. Як готується бетонна суміш?
15. Назвіть способи транспортування бетонної суміші.
16. Які вантажопідйомні механізми для подачі бетонної суміші використовуються при зведенні масивних бетонних гідротехнічних споруд?
17. Що включає в себе процес укладання бетонної суміші?
18. Чим знімається цементна плівка з поверхні раніше укладеного бетону?
19. Які пристрої використовуються для розподілення бетонної суміші?
20. Що таке торкретбетон?
21. Які існують способи зимового бетонування?
22. Назвіть способи підводного бетонування.

3.3. Підземні роботи при зведенні гідротехнічних споруд

3.3.1. Загальні положення

В практиці гідротехнічного будівництва, зокрема при будівництві ГЕС в гірській місцевості виникає потреба в розміщенні складових елементів гідровузлів в товщі гірських порід. Наприклад, при будівництві Інгурі ГЕС (Грузія) були прокладені в скальних породах підвідний та відвідний тунелі, споруджені підземні камери для управління затворами, машинна зала (рис. 3.66). Також часто виникає необхідність виконання підземних робіт при будівництві інших гідротехнічних або водогосподарських об'єктів (будівництво транспортних тунелів під залізницями, автобанами, дюкерів тощо (рис. 3.67).



Рис. 3.66. Гідротехнічний тунель



Рис. 3.67. Транспортні тунелі:
а – залізничний тунель; б – судноплавний канал-тунель

Вибір технологій при будівництві підземних споруд залежить від інженерно-геологічних характеристик гірських порід, таких як фізико-механічні властивості, наявність тектонічних порушень по трасі майбутньої споруди, наявність підземних вод, геотермальні умови, газоносність, тощо.

Ці дані отримують під час проведення інженерно-геологічних вишукувань. Питання проектування і будівництва підземних виробіток регламентуються будівельними нормами, зокрема, (СНиП 2.06.09-94 Туннели гидротехнические (Тунелі гідротехнічні), ДБНВ.2.4-3:2010. Гідротехнічні споруди).

3.3.2. Спорудження тунелів гірським способом

Залежно від поперечного перетину (в проходці) всі гідротехнічні тунелі поділяються на малого (до 12 м²), середнього (13-59 м²) і великого перетину (60 м² і більше).

Будівництво підземних споруд (тунелі, шахтні стволи, камери), як правило, складається з двох основних етапів: проходка виробок з тимчасовим кріпленням і зведення у ній постійної конструкції. В свою чергу процес проходки складається з розробки породи на всій площі поперечного перетину на величину заходження з наступною установкою тимчасового кріплення, що оберігає склепіння і стіни виробки від обрушення.

Проходкою виробки називається технологічний процес руйнування гірської породи по трасі майбутньої підземної споруди. Величина просування вибою за один технологічний цикл має назву заходження.

Залежно від способу руйнування масиву породи розрізняють гірський і механізований способи розробки підземних виробок.

Гірський спосіб найбільш розповсюджений при проходці підземних виробок і включає в себе розпушування масиву породи за допомогою вибуху або відбійними молотками, влаштування тимчасового кріплення і постійного кріплення.

При механізованому способі проходки масив породи руйнується гірським комбайном, механізованим щитом, гідравлічним способом або сучасними нетрадиційними методами такими як :

- вільна передача теплового поля від генератора до гірської породи (електродуговий бур);

- вплив на породу високотемпературним струменем газів (кисневий спис, вогневе буріння, плазмотрон);

- впливом променевої енергії оптичної області, засноване на її поглинанні гірською породою и наступним переходом в теплову (біпараболіодний генератор, еліпсоїдний генератор);

- руйнування гірських порід з допомогою часток високої енергії (електронів, фотонів), засноване на тому, що при проходженні цими частинками гірської породи їх кінетична енергія в результаті гальмування переходить в теплову (бур на базі вакуумної електронно - променевої трубки, лазерний бур).

При руйнуванні порід вибухом застосовують наступні методи розкриття перетину:

Метод суцільного вибою передбачає розробку всього перетину тунелю за один прийом з наступним влаштуванням тимчасового кріплення в міцних слоботріщинуватих породах і в тріщинуватих та пластичних породах з спеціальним щитом-опалубкою (рис. 3.68) і тимчасовим кріпленням низькомарочним бетоном.

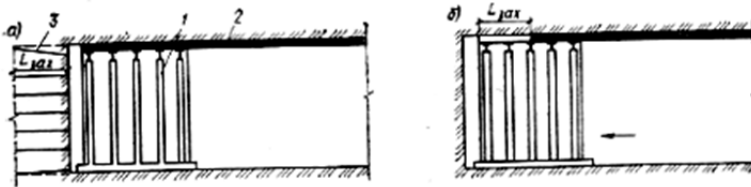


Рис. 3.68. Проходка тунелю методом суцільноговибою з використанням щита-опалубки:

а – розробка вибою; б – насування щита-опалубки на вибій; 1 – щит-опалубка; 2 – чорновий бетон; 3 – шпури

Уступний метод виконання тунельних робіт має найбільше розповсюдження при спорудженні крупних підземних виробіток тунелів з перетином більше 100 м^2 і висотою більше 10 м без обмеження довжини.

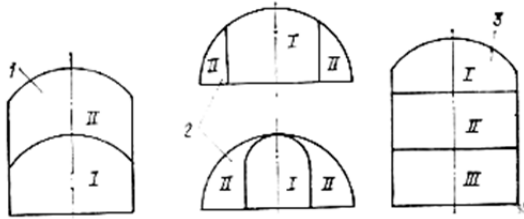


Рис. 3.69. Уступний метод виконання тунельних робіт:
 1 – метод верхнього уступу; 2 – метод бокового уступу; 3 – метод нижнього уступу; I-III – черговість розкриття перетину

При цьому методі поперечний перетин виробки поділяють на ділянки з наступною їх проходкою і бетонуванням. Цей метод передбачає 3 схеми розкриття перетину: верхнім (рис. 3.69), нижнім і боковим уступами.

Метод опертого склепіння (рис. 3.70) використовується в тунелях, що розробляються в дуже тріщинуватих породах.

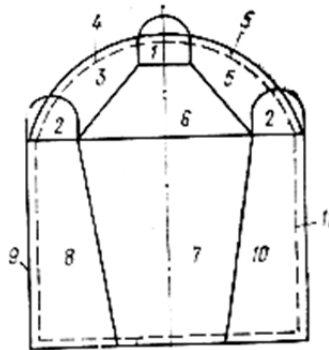


Рис. 3.70. Виконання тунельних робіт методом опертого склепіння:
 1-2 – черговість розкриття перетину тунелю

3.3.3. Виконання буро- вибухових робіт

При проходці тунелів гірським способом використовуються дрібношпуровий та свердловинний методи руйнування скельної породи. Бурінням шпурів створюється циліндрична порожнина для

розміщення у гірському масиві вибухової речовини. Шпури мають діаметр до 75 мм, довжину до 5 м.

Буріння шпурів у вибоях здійснюється з допомогою самохідних бурильних установок (рис. 3.70, 3.71).



Рис. 3.70. Самохіднітунельні бурильні установки

Самохідні бурильні установки випускаються на гусеничному або колісному ході. На раму установки встановлено гідравлічні маніпулятори з закріпленими на них важкими бурильними молотками. Ці установки дозволяють бурити шпури на глибину до 4 м зі швидкістю 450-600 мм в хвилину. Як буровий інструмент використовують круглі бурові штанги з внутрішніми отворами для подачі промивної води. Штанги комплектуються знімними коронками, армованими твердими сплавами.



Рис. 3.71. Буріння шпурів у вибої

При проходженні тунелів довжиною більше 1 км і висотою вибою більше 8 м використовують бурові рами (рис. 3.72), що являють собою просторову конструкцію, на якій у певному порядку встановлюються 6-12 важких бурильних молотів. Рами мають рейковий або колісний хід і виготовляються під конкретний об'єкт.

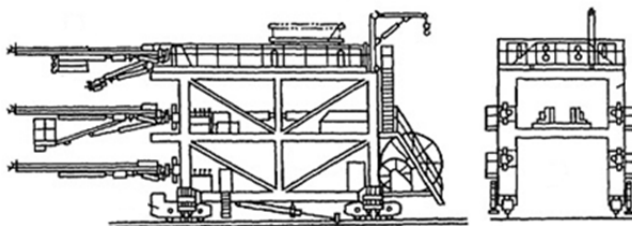


Рис. 3.72.Схема бурової рами

Ручні бурильні молотки (рис. 3.73) застосовують при проходженні тунелів малого перетину (до 12 м²), а також вертикальних гірських виробок (рис. 3.74).



Рис. 3.73. Ручний бурильний молоток (шпуробур)



Рис. 3.74 Буріння шпурів ручним інструментом

При проходці підземних виробок використовують вибухові речовини, що дозволені «Єдиними правилами безпеки при вибухових роботах» і виділяють під час вибуху мінімум отруйних газів.

Такими вибуховими речовинами є патронований скельний амоніт № 1 (рис. 3.75) для міцних порід, детоніт М для порід вище середньої міцності, амоніт № 6 для порід середньої та нижче середньої міцності, а також пластичні ВР типу акваніта № 16.



Рис. 3.75. Патронований амоніт

Активация вибухової речовини здійснюється з використанням електродетонаторів або детонуючого шнура.

Схема розташування шпурів у вибої з наведенням маси, конструкції зарядів і черговості їх детонації, що забезпечує одночасне просування вибою на одну заходку називається паспортом буро-вибухових робіт (рис. 3.76).

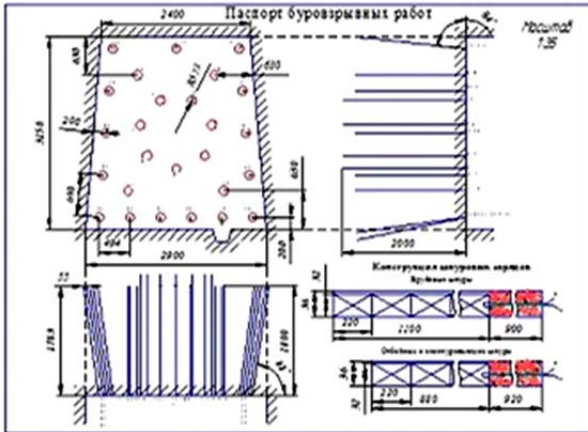


Рис. 3.76. Паспорт буровибухових робіт

3.3.4. Вантаження і транспортування породи

Під час вибуху у вибої утворюється навал породи. При правильно розрахованих параметрах буровибухових робіт висота навалу складає найчастіше 0,7-0,75 висоти виробки. Розпушену вибухом породу потрібно видаляти з перетину тунелю.

При проходці підземних гідротехнічних споруд перетином до 25-30 м² використовують вантажно-транспортні схеми з рейковим і безрейковим транспортом. У першому випадку розпушену вибухом породу вантажать у вагонетки спеціальними навантажувальними машинами на колісно-рейковому ході (рис. 3.77), у другому – навантажувальними машинами і екскаваторами на гусеничному ході або колісними тракторними навантажувачами (рис. 3.78).

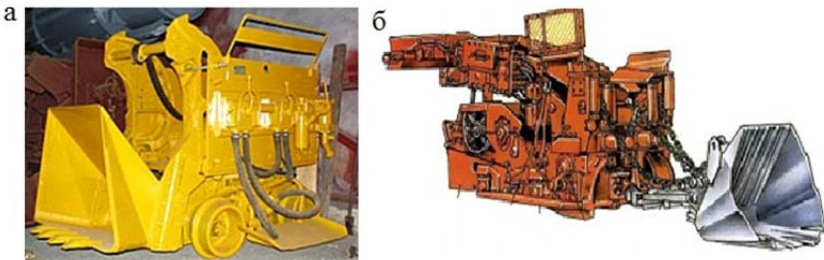


Рис. 3.77. Навантажувальні машини на рейковому ході:
а – з прямим навантаженням; б – з ступінчастим навантаженням



Рис. 3.78. Навантажувальні машини на колісному ході

В якості рухомого складу для вивезення розробленої породи використовують при рейковому способі вузькоколіїні вагонетки з різною системою вивантаження: неперекидні (рис.3.79), які на місці вивантаження розвантажуються за допомогою спеціального перекидача, перекидні (рис. 3.80) та з самовивантаженням місткістю 2,5-4 м³.



Рис. 3.79. Вагонетка з глухим кузовом і установка для їх перекидання

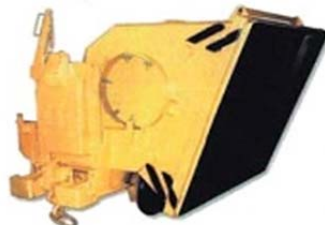


Рис. 3.80. Шахтні вагонетки з перекидним кузовом

Як локомотиви використовують, як правило, акумуляторні

електровози з зчіпною масою до 10 т (рис. 3.81). Швидкість руху 6-10 км/год.



Рис. 3.81. Акумуляторний шахтний електровоз

При безрейковій схемі вивезення породи здійснюється тунельними самоскидами різних модифікацій (рис. 3.82) для



Рис. 3.82. Тунельні самоскиди

вантаження на них породи використовують крім колісних навантажувачів також навантажувачі безперервної дії з нагортаючими лапами (рис. 3.83).



Рис. 3.83. Тунельний навантажувач породи безперервної дії

3.3.5. Влаштування тимчасового кріплення

Тимчасове кріплення призначено для захисту гірських виробок від проявів гірського тиску у вигляді відвалів, відшарувань та падіння кусків породи з покрівлі та стін і забезпечення безпечного виконання гірничо-будівельних робіт до зведення постійного кріплення.

У практиці підземного будівництва використовують різні види тимчасового кріплення.

Арочнеметалеве кріплення (рис. 3.84) виготовляють, як правило, безпосередньо на будівництві з криволінійною або полігональною верхньою частиною з сталевого прокату.



Рис. 3.84. Металеве арочне кріплення

Таке кріплення застосовується у тріщинуватих гірських породах з $f < 4$. Арки встановлюються на відстані не більше 1м одна від другої поблизу вибою. У повздовжньому напрямку арки з'єднуються металічними розпірками для утворення жорсткої конструкції. Для захисту виробки від падіння дрібних уламків породи між арками і породою розміщують тонкостінні залізобетонні плити або дошки (рис. 3.85).



Рис. 3.85. Захист з дощок між арками

Анкерне кріплення застосовується при проходженні виробок в породах з $f > 4$ і являє собою систему анкерів різної конструкції, що закладаються у шпури пробурені в породі по контуру виробки. Анкери встановлюються на відстані 1-1,6 м залежно від міцності порід. В підземному гідротехнічному будівництві використовуються металеві розпірні, набивні, полімербетонні і попередньо напружені анкери (рис. 3.86).

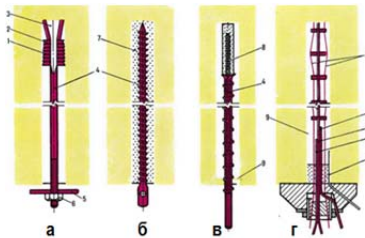


Рис. 3.86. Типи анкерів кріплення

Дрібні уламки породи затримуються металевою сіткою підвішеною до анкерів або покриттям з набризкбетону (рис. 3.87).

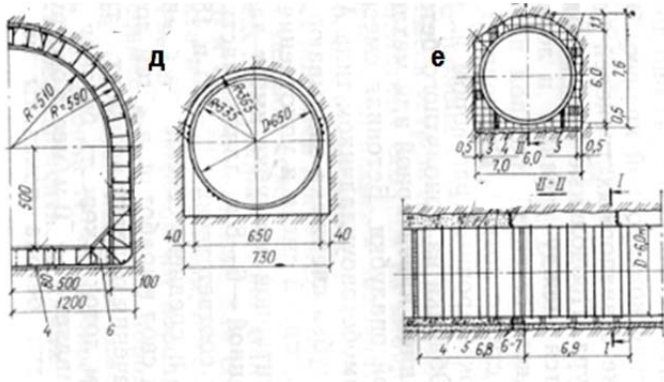


Рис. 3.88. Конструкції постійних облицювань тунелів:
 а – набризкбетоном; б – з анкерів і набризкбетону; в – монолітного бетону;
 г – монолітний бетон з цементацією; д – монолітне залізобетонне
 облицювання; е – комбіноване з зовнішнім бетонним кільцем і
 внутрішньою сталеву оболонкою

Облицювання з набризкбетону (торкретбетону) застосовують для кріплення склепін та стінок тунелю. Його наносять шарами товщиною від 5-7 до 15-20 см в поєднанні з анкерами і металеву сіткою за допомогою установки для влаштування набризкбетону (рис. 3.89).



Рис. 3.89. Установка для влаштування набризкбетону

Торкретування то є процес нанесення на поверхню під тиском стислого повітря кількох шарів цементно-піщаного розчину (торкрету), влаштування набризкбетону - нанесення бетонної суміші, як правило, литих бетонів (рис. 3.90).

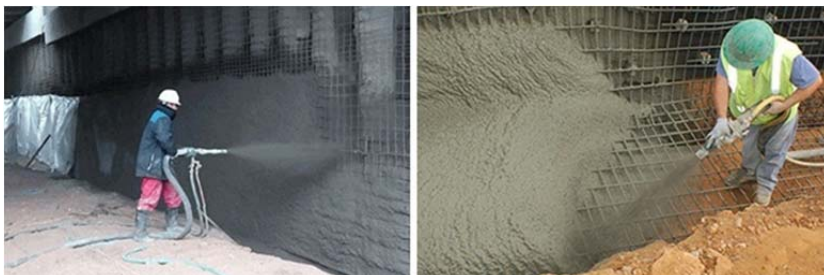


Рис. 3.90. Нанесення набризкбетону

Облицювання монолітним бетоном передбачає використання інвентарної механізованої опалубки (рис. 3.91).



Рис. 3.91. Механізована опалубка для облицювання тунелів

Бетонна суміш подається за опалубку бетононасосами. Опалубка має спеціальні вікна для подачі бетонної суміші і її вібрування. Після зведення монолітних облицювань виконується заповнювальна цементация для зароблення тріщин, зазорів між облицюванням та породою у наслідок усадки бетону, що забезпечує рівномірну передачу навантажень і сумісність роботи породи і облицювання.

Монолітні залізобетонні облицювання застосовуються переважно у напірних тунелях. Армура залізобетонних облицювань виготовлюється у вигляді каркасів і сіток. Армокаркаси виконуються повністю в тунелях малих перетинів або з окремих армоблоків, що з'єднуються на місці укладання (рис. 3.92). Технологія бетонування аналогічна облицюванню монолітним бетоном.

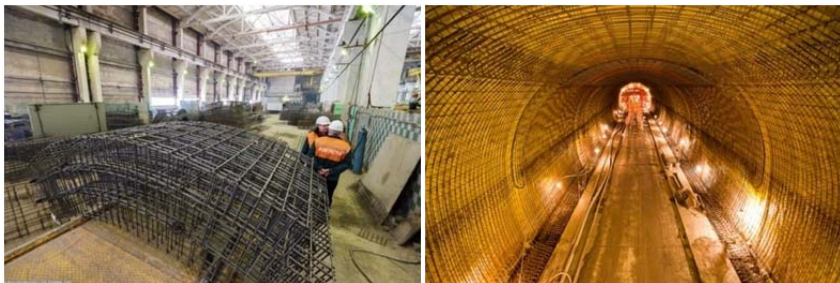


Рис. 3.92. Виготовлення і установка арматурних каркасів

У високонапірних тунелях, у виключних випадках за необхідністю забезпечення водонепроникності, використовується комбіноване облицювання, що складається з зовнішнього бетонного облицювання та внутрішньої сталеві оболонки. Оболонка виготовлюється зі сталевих листів товщиною від 10 до 40 мм (залежно від діаметру тунелю і величини напору) у вигляді обичайок довжиною 2,5-3 м. Після встановлення обичайок на місце, вони зварюються монтажними кільцевими швами з допомогою зварювального пристрою (рис. 3.93). Простір між обичайкою і контуром виробки заповнюється литим бетоном.



б



Рис. 3.93. Влаштування комбінованого облицювання:
а – виготовлення обичайок; б – зварювання обичайок в тунелі

Існують і інші конструкції облицювань тунелів, зокрема, з низькомодульного бетону, комбіновані облицювання з зовнішнім кільцем із збірних залізобетонних блоків, залізобетонних та чавунних тюбінгів (рис. 3.94).

а



б



Рис. 3.94. Кріплення тунелів тюбінгами:
а – чавунними; б – залізобетонними

3.3.7. Проходка тунелів з допомогою щитів і комбайнів

В слабких ($f=0,5-2$) породах, що утворюють значний гірський тиск на вибій, для спорудження тунелів використовують прохідницькі щити. Щитом називають пересувний агрегат, що є металевим кріпленням, під захистом якого здійснюється розробка породи і спорудження облицювання. За способом розробки породи

щити поділяються на немеханізовані (звичайні) (рис. 3.95) і механізовані (рис. 3.96).



Рис. 3.95. Звичайні прохідницькі щити

Звичайний щит представляє собою металеву конструкцію циліндричної форми, яка складається з ножевого опорного кільця, в якому розміщуються гідравлічні домкрати з допомогою, яких щит переміщується та підтримує склепіння і лоб вибою. Порода у вибої розробляється відбійними молотками і навантажується ківшевим навантажувачем.

До механізованих щитів відносять прохідницький агрегат, в якому процес відділення породи від масиву і її вантаження у транспорт механізовані. Такі щити застосовують у широкому діапазоні ґрунтів від водонасичених слабих порід до напівскельних порід середньої міцності. Робочий орган, зазвичай, обертової дії, оснащений різцями різної конструкції залежно від фізико-механічних властивостей породи, що руйнується, і ківшевим навантажувальним апаратом, який подає розроблену породу на конвеєр. Просування щита за один цикл складає 550-600мм.



Рис. 3.96. Механізовані прохідницькі щити

Механізована проходка тунелів також може здійснюватися прохідницькими комбайнами, які можуть бути використані для проходки горизонтальних, вертикальних і похилих виробок.

За принципом розробки породи комбайни поділяються на машини вибіркової дії (рис. 3.97) і з суцільним руйнуванням вибою (рис. 3.98).



Рис. 3.97. Прохідницькі комбайни вибіркової дії

Комбайни вибіркової дії руйнують породний масив робочим органом у вигляді фрези, який закріплюється на телескопічній стрілі. Стріла з робочим органом змонтована на ходовій платформі, що оснащена гусеницями. Прибирання розробленої породи здійснюється пристроєм з механічними лапами, що нагрібає її і подає на стрічковий транспортер. Комбайни цього типу можуть розробляти тунелі перетином до 30 м^2 зі швидкістю 110-120 м/міс.

Комбайни з суцільним руйнуванням вибою (роторного типу) призначені для проходки тунелів круглого перетину.



Рис. 3.98. Прохідницький комбайн роторного типу

Головна особливість комбайнів з суцільним руйнуванням вибою полягає в тому, що вони руйнують породу у вибої зразу на всій площі поперечного перетину. Руйнування породи відбувається при обертанні робочого органу, оснащеного шарошками з твердих сплавів. Вантаження породи здійснюється ківшевим пристроєм, розташованим на робочому органі, з подальшою подачею її на стрічковий транспортер. Продуктивність проходки до 250 м/міс.

Застосування механізованого способу руйнування породи на заміну традиційного буровибухового дає можливість збереження цілісності навколишнього природного масиву. Крім того, пройдені механізованим способом виробки круглого і напівкруглого перетину є більш стійкими до зовнішніх навантажень, що у ряді випадків дозволяє відмовитися від кріплення або значно зменшити його об'єм.

Питання для самоконтролю

1. Як класифікуються тунелі залежно від поперечного перетину?
2. Назвіть способи проходки підземних виробок.
3. Які методи розкриття перетину використовуються при руйнуванні порід вибухом?
4. Якими механізмами здійснюється буріння шпурів у вибоях?
5. Які вибухові речовини використовують при проходці підземних виробок?
6. Які механізми використовують для навантаження розробленої у вибої породи?
7. Які види тимчасового кріплення використовують для захисту підземних виробок?
8. Назвіть типи постійного кріплення підземних тунелів.
9. Які механізми використовуються для проходки тунелів?

3.4. Монтаж закладних частин та механічного обладнання на гідротехнічних спорудах

3.4.1. Загальні відомості

До комплексу монтажних робіт при будівництві гідротехнічних споруд відносяться: монтаж механічного, гідросилового та електротехнічного обладнання.

До механічного обладнання відносять: гідротехнічні затвори з опорно-ходовими і закладними частинами, сміттєзатримуючі ґрати, підйомно-транспортні машини і механізми, решітко-очисні машини, візки для перекочування затворів, трансформаторів тощо.

До металевих конструкцій відносяться: металеві трубопроводи, вирівнюючі резервуари, облицювання, тимчасові і постійні естакади, підкранові балки і кранові шляхи, службові, автодорожні і залізничні мости.

До гідросилового обладнання відносять: гідротурбіни з закладними частинами, включаючи направляючий агрегат, спіральну камеру і робоче колесо, гідрогенератор з закладними частинами, системами регулювання і маслонапірними установками.

До електротехнічного обладнання відносять: силові трансформатори, відкриті і закриті розподільчі пристрої, системи кабельних і шинних виводів.

Для монтажу технологічного обладнання застосовують різноманітні вантажопідйомні машини: самохідні монтажні крани (стрілові, мостові, козлові, баштові), на гусеничному, пневматичному або рейковому ході, монтажні стріли і вежі, порталні крани. Блоки великої маси часто монтуються спареними кранами.

Після доставки обладнання на базу, його перевіряють на комплектність, відповідність робочим кресленням. Негабаритне обладнання поступає на будівельний майданчик у вигляді окремих вузлів або елементів і до подачі на об'єкт здійснюється їх укрупнювальне збирання. Розміри і маса укрупнення конструкцій визначаються проектом виконання монтажних робіт і залежить від вантажопідйомності монтажного обладнання і транспортних засобів.

3.4.2. Монтаж закладних частин механічного обладнання

До комплексу робіт з монтажу закладних частин механічного обладнання входять: встановлення, вивірення і розкріплення

пазових конструкцій, порогів плоских і шандорних затворів, сміттєзатримуючих решіток, опорних шарнірів порогів, бокових направляючих і забральних балок сегментних затворів, підп'ятків і п'яткових пристроїв, упорних подушок і анкерів гальсбантів шлюзових воріт, закладних анкерів і направляючих конструкцій клапанних, вальцевих, дискових, кульових та інших затворів.

Монтаж пазових конструкцій плоских затворів здійснюється двома способами:

- в штрабах (рис. 3.99, а), коли пазові конструкції встановлюються після укладання основного бетону споруди, що зводиться в залишених для цього штрабах.

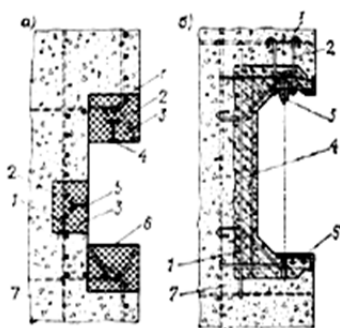


Рис. 3.99. Установка пазових конструкцій плоских затворів:

а – в штрабах; б – безштрабним методом

1 – выпуски арматури; 2 – штраби; 3 – бетонування штрабів;

4, 5, 6 – пазові конструкції; 7 – основний бетон

Встановлені в штраби пазові конструкції 4, 5, 6 розкріпляють до випусків арматури 1 і після вивірення здійснюють бетонування штрабів 3.

- безштрабним методом (рис. 3.99, б), при якому пазові конструкції встановлюються одночасно з монтажем арматури до укладання основного бетону. Закладні частини 3 і 5 зазвичай попередньо омонолічуються і у вигляді залізобетонних блоків 4 подаються до місця монтажу. Випуски арматури 1 омонолічених блоків закладних частин зварюються з арматурою основного блоку споруди після чого встановлюють опалубку і бетонують за один прийом.

Монтаж порогів плоских затворів (рис. 3.100) і сміттєзатримуючих решіток здійснюють з використанням монтажних столиків 3.

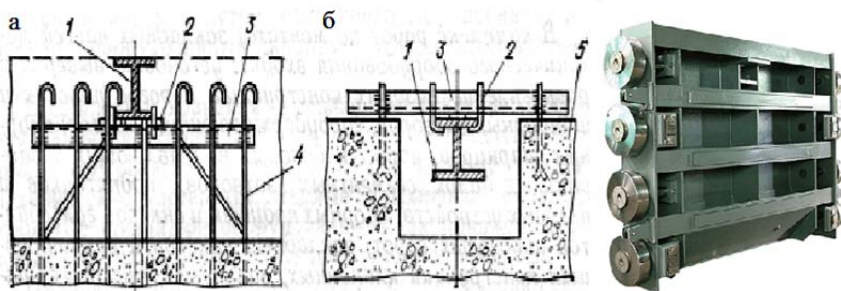


Рис. 3.100. Плоский затвор та схема молнтажу їх порогів:
а – безштрабним методом; б – в штрабах

При монтажі безштрабним методом поріг встановлюють на монтажний столик згори і приварюють до випусків арматури 4. При монтажі у штрабах поріг підв'юють до монтажного столику знизу. У цьому випадку він опирається на бетон споруди 5. Положення порогів вивіряють з початку в плані (по осях пазу) і у вивіреному положенні фіксаторами 2 прикріплюють до столиків. Потім нівеліром і рівнем вивіряють висотне положення та горизонтальність. Встановлені таким чином пороги приварюють до столиків.

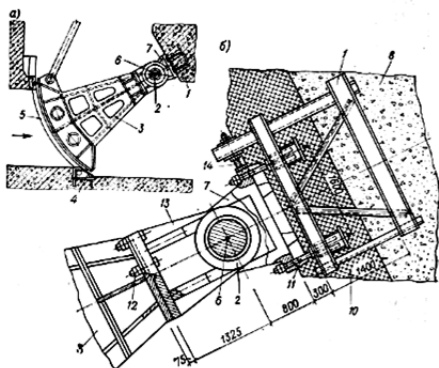


Рис. 3.101. Встановлення закладних частин сегментних затворів:
а – загальна схема встановлення закладних частин; б – схема монтажу опорних шарнірів

Монтаж закладних частин сегментних затворів (рис. 3.101, 3.102) і послідовність його здійснення залежить від ступеню готовності будівельної частини споруди.

Якщо до початку робіт затвор на будівельний майданчик доставлений, то монтаж закладних частин може здійснюватися у наступній послідовності. На початку встановлюють направляючі під бокові ущільнювачі 5 (схема а), поріг 4, потім монтують затвор 3 і в останню чергу, встановлюють опорні шарніри 2.

В інших випадках монтаж можна починати з установки опорних шарнірів 2 і закінчують встановленням направляючих під ущільнення 5 і порогу 4. При цьому у всіх випадках повинна бути закріплена і забетонowana монтажна рама 1, на якій розміщують нерухому частину опорного шарніру 7.



Рис. 3.102. Сегментні затвори

3.4.3. Монтаж затворів, решіток та воріт шлюзів

Монтаж плоских габаритних затворів. Затвори, розміри яких дозволяють їх транспортувати залізницею, відправляють з заводів у зібраному вигляді з встановленими опорно-ходовими пристроями та ущільнюючими елементами, які перед транспортуванням захищають від пошкодження.

Монтаж багатосекційних затворів, що складаються з секцій повністю зібраних на заводі починають з нижньої секції (рис. 3.103), яку опускають в паз і підвішують на підхватах, На нижню секцію встановлюють наступну і з'єднують їх зчепами.



Рис. 3.103. Зібрані секції плоского затвору

Далі обидві секції при піднімають краном відкидають захвати (рис. 3.104) і опускають глибше у паз, потім підвішують їх на підхвати за другий зчеп. Подібним способом з'єднують і інші секції.



Рис. 3.104. Монтажні захвати

До затоплення водосховища затвор три рази переміщують експлуатаційними механізмами на максимальний робочий хід і один раз піднімають у ремонтне положення для перевірки зазорів між рухомою конструкцією затвору і закладними частинами, а також роботу опорно-ходових частин штанг і підхватів.

Затвори, зазичай, монтують експлуатаційними кранами (рис. 3.105), якщо до початку будівництва вони не встановлені, то використовують будівельно-монтажні крани (рис. 3.106).



Рис. 3.105. Схема монтажу затвора експлуатаційним козловим краном



Рис. 3.106. Монтаж затвора будівельно-монтажним краном

Монтаж поверхневих сегментних затворів здійснюється із виготовлених на заводі частин невеликих сегментних затворів (рис. 3.107) шляхом укрупнення їх на монтажному майданчику і встановлення в проектне положення у зібраному вигляді.



Рис. 3.107. Деталі сегментного затвору у заводському цеху

Сегментні затвори великих розмірів збирають з елементів в проектне положення при наявності експлуатаційних кранів відповідної вантажопідйомності, що дозволяє встановити повністю зібраний затвор.

Монтаж затворів, зазвичай, здійснюють при забетонованих бичках і порозі затвору.

Як правило, сегментні затвори монтуються у наступній послідовності: з початку закріплюються опорні шарніри 3 (рис. 3.108, а), після цього козловим краном 1 встановлюють ноги 2 (рис. 3.109), фіксація яких у проектне положення здійснюється за допомогою монтажного пілона 4. Після розкріплення ніг монтують елементи пролітної частини 5 (рис. 3.108, б), (рис. 3.110).

Бетонування опорних частин затвору дозволяється тільки після вивірення його геометричних розмірів.

Якщо умови дозволяють монтувати опорні шарніри заздалегідь і є схема контрольних замірів з точними даними фактичних розмірів затвору, що складена під час його загального збирання, то опорні частини монтують і бетонують до монтажу інших частин затвору.

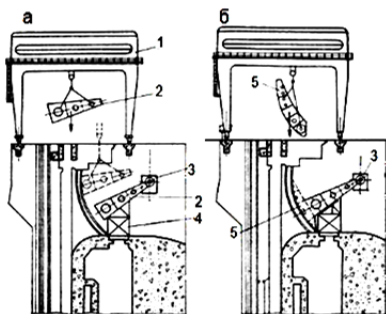


Рис. 3.108. Монтаж поверхневого сегментного затвору експлуатаційним козловим краном



Рис. 3.109. Змонтовані ноги сегментного затвору



Рис. 3.110. Монтаж пролітної частини сегментного затвору

Подальше збирання і вивірення затвору, при закріпленні його ніг одразу у проектне положення, значно спрощується, змонтований затвор можна швидше підготувати до опробування та експлуатації. Монтаж сміттєзатримуючих решіток (рис. 3.111) здійснюють у зібраному вигляді, попередньо укрупнив їх на базі монтажної організації або на будівельному майданчику. Опорно-ходові частини решіток підганяють до закладних частин аналогічно як і при монтажі пласких затворів.



Рис. 3.111. Сміттєзатримуючі решітки

Монтаж двостулкових воріт здійснюється, як правило, гусеничними стріловими кранами (рис. 3.112).

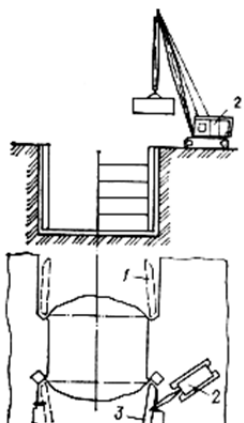


Рис. 3.112. Схема монтажу воріт шлюза

Залежно від готовності будівельної частини шлюзу гусеничні крани розташовують в камері між устоїв або на устої. Ворота 1,3 збирають, як правило, у вертикальному положенні в шафовій частині шлюзу так, щоби стулки були майже відкриті. При такому положенні звільняється місце для роботи монтажників між стулками воріт та стіною устою (рис. 3.113). Монтаж воріт здійснюється з окремих габаритних частин.



Рис. 3.113. Послідовність монтажу шлюзових воріт

Якщо є можливість, то стулки воріт збираються на заводі і водним транспортом доставляються до місця монтажу, де монтуються великовантажним плавучим краном (рис. 3.114).



Рис. 3.114. Монтаж стулки шлюзових воріт заводської зборки

3.4.4. Монтаж стаціонарних і рухомих механізмів

Монтаж стаціонарних механізмів починають з підготовки місця встановлення, винесення монтажних осей, розпалубки і очищення бетонних поверхонь фундаментів, очищення штрабів під анкерні

болти. Після цього здійснюють встановлення механізмів, вивірення їх положення в плані і по горизонталі. Монтаж здійснюють будівельними або змонтованими експлуатаційними кранами.

Монтаж козлових кранів здійснюють за допомогою гусеничних стрілових кранів і починають з улаштування підкранових шляхів, які мають бути укладені на міцну основу (рис. 3.115).

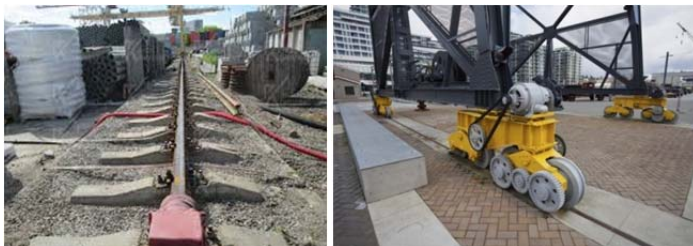


Рис. 3.115. Підкранові шляхи для козлового крану

Потім встановлюються ходові візки на рейки і розкріпляються у вертикальному положенні, щоби запобігти їх поздовжньому переміщенню, а колеса візків кріплять до рейок захватами. Після цього на візках встановлюють балансирні балки і з'єднують їх з віссю.

На закріплені візки встановлюють нижні ригелі, на яких монтується опори і після чого монтують верхні пролітні конструкції. Остаточо монтажні стики закріплюються після вивірення всієї геометричної схеми порталу.

На змонтований портал крану встановлюють раму вантажного візка, потім монтують монтажний візок (рис. 3.116).



Рис. 3.116. Вантажний візок

Заключною операцією при монтажі кранів є запасовка підйомних поліспастів (рис. 3.117) і їх випробування.



Рис. 3.117. Підйомні вантажні поліспасты

Мостові крани вантажопідйомністю до 50 т постачаються в комплекті: міст з механізмами пересування з двох половин і крановий візок (рис. 3.118).



Рис. 3.118. Мостовий кран в турбінній залі ГЕС

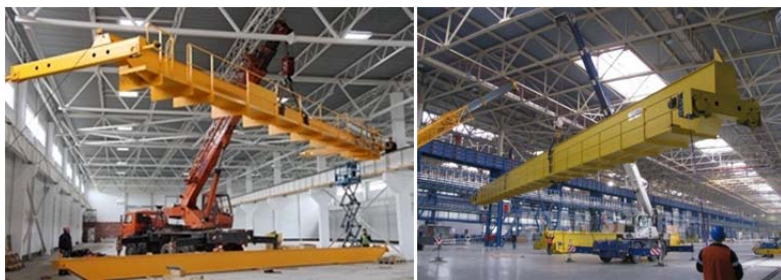


Рис. 3.119. Монтаж мостових кранів

Мостові крани монтуються за допомогою мобільних стрілових кранів або баштовими кранами (рис. 3.119). Якщо такі крани використати неможливо, то застосовують поліспасти, які закріплюють за перекриття (рис. 3.120).

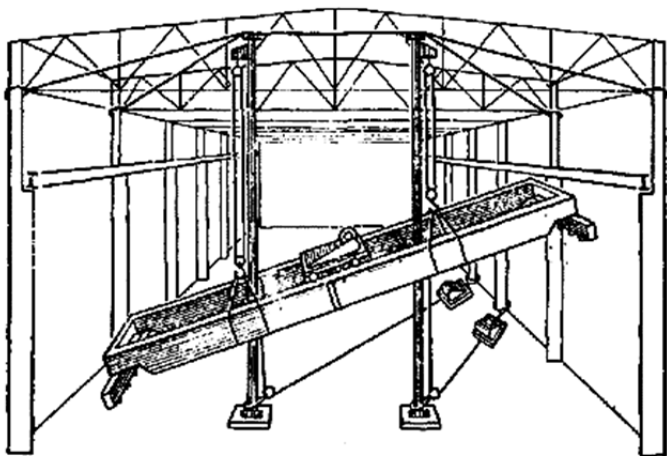


Рис. 3.120. Монтаж мостового крану за допомогою поліспастів

3.4.5. Монтаж металевих конструкцій

Негабаритні трубопроводи відвантажують з заводів окремими елементами у вигляді гнутих листів, обечаск з обробленими під зварювання крайками. Для збирання і зварювання влаштовують майданчик укрупнення поблизу будівлі ГЕС. На ньому ланки трубопроводу максимально збільшують, враховуючи можливості кранового обладнання.

Ланки негабаритних трубопроводів після укрупнення досягають за масою 50 т, а їх діаметри і довжини 7-10 м. В зоні стаціонарної ділянки гребель трубопроводи монтують кранами, що використовуються на загальнобудівельних роботах. На рис. 3.121 наведено схему монтажу турбінного трубопроводу діаметром 9 м, що укладається на низову грань греблі з наступним омонолічуванням бетоном.

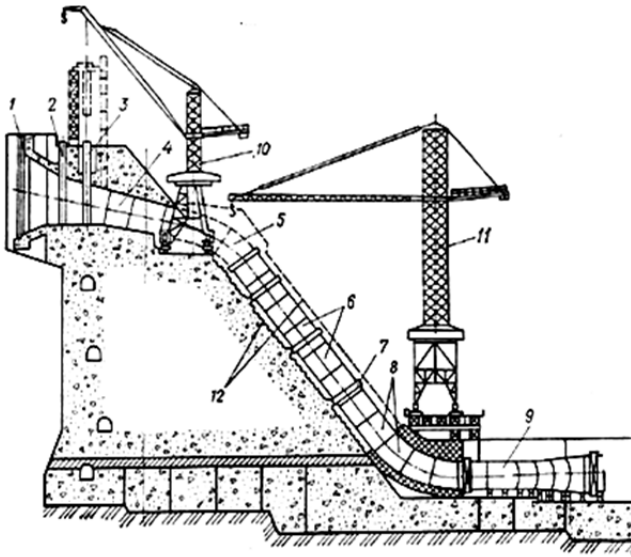


Рис. 3.121. Монтаж турбінного трубопроводу ГЕС

Монтаж нижньої ділянки трубопроводу - ланок прямої ділянки 6, нижнього коліна 8, розгалуження 9 і опорних кілець 7 виконується за допомогою баштового крану вантажністю 25 т, який встановлено на естакаду. Верхню ділянку трубопроводу 5 і перехідну камеру 4 монтують баштовим краном вантажністю 50т (рис. 3.122). Цим же краном монтуються закладні частини і сміттєзатримуючу решітку 1, ремонтний 2 і аварійний 3 затвори.

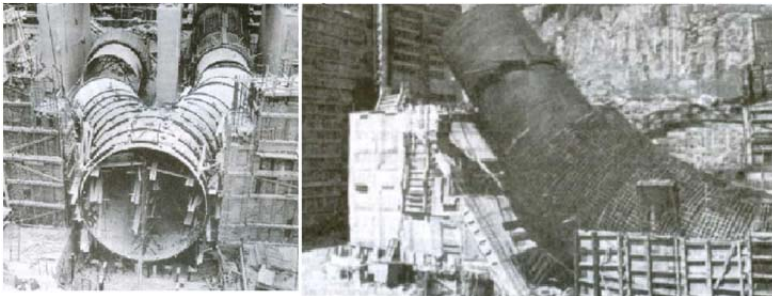


Рис. 3.122. Монтаж елементів турбінного трубопроводу

Монтаж вирівнювальних резервуарів (башт) (рис. 3.123) може здійснюватися двома способами. Перший - башту збирають і зварюють у горизонтальному положенні, розташовуючи нижній кінець біля місця її встановлення. Потім її усю піднімають з допомогою двох щогл. Другий спосіб - башту монтують крупними ланками з допомогою монтажних кранів. Монтаж починають зі збирання днища на допоміжних металевих конструкціях. Після зварювання монтажних стиків дна та першої ланки башти, а також після встановлення усіх анкерних болтів, вкладають бетон під днище до проектних відміток. Обичайки вирівнювальних башт стикують при монтажі через кільця жорсткості.



Рис. 3.123. Монтаж вирівнювальних резервуарів

3.4.6. Монтаж естакад і пролітних частин мостів

Монтаж бетоновозних естакад (рис. 3.124). Фундаменти естакади 8 влаштовують на відмітці підшви споруди з таким розрахунком, щоби об'єм бетону, вкладеного в них став складовою тіла греблі. Фундаменти 8 і берегові устої 3 в місцях підходу до основних споруд, а також частини естакади з ґрунтовими насипами залишаються у тілі земляної греблі.

Опори естакади кріплять до фундаменту анкерними болтами, які зручно встановлювати одночасно з монтажем пілонів 7 і заливати бетоном.

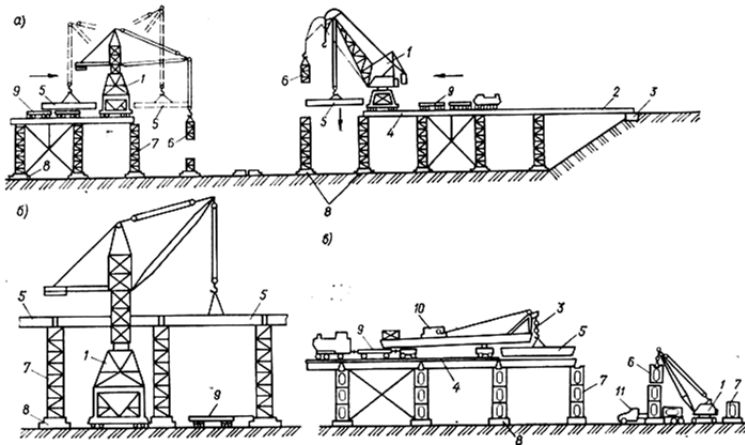


Рис. 3.124. Схеми монтажу естакад

Існують три основних способи монтажу бетоновозних естакад:

Монтаж піонерним способом (рис. 3.124 а) починають від берегового устою 3, що сполучає естакаду з берегом. Монтажний кран 1 при цьому пересувається змонтованою частиною естакади 2, встановлюючи перед собою чергові пілони 6 і пролітні конструкції 5. Після монтажу металоконструкцій чергового прольоту 5 естакади влаштовують дерев'яний настил для проїжджої частини і монтують кранові шляхи 4. Потому кран пересувається на цей проліт для монтажу конструкцій наступного прольоту.

Конструкції для наступного прольоту подаються на змонтовану ділянку естакади на залізничних платформах 9 або автомобільними тягачами з причепами 11.

Монтаж естакади можна здійснювати з однієї або двох сторін.

Монтаж з нижніх відміток (рис. 3.124, б) (рис. 3.125) полягає в тому, що металоконструкції естакади встановлюються краном 1, який переміщується паралельно неї на рівні фундаментів 8. Конструкції під монтажний механізм доставляють по дну котловану.



Рис. 3.125. Монтаж прольотних конструкцій з нижніх відміток

Монтаж пролітних конструкцій підкранових та автодорожніх мостів. Підкранові балки і пролітні конструкції мостів пролітом до 18 м поступають на будівництво з заводу – виробника, як правило, у зібраному вигляді. Прольоти, що перевищують цю довжину на заводі збираються повністю, перевіряються, а потім розбираються на складові елементи, які за розмірами відповідають умовам транспортування.

Потім сталеві прольотні конструкції збирають на суцільних підмостях (рис. 3.126) за допомогою монтажних кранів.



Рис. 3.126. Збирання пролітної конструкції на підмостях

Мости гідротехнічних споруд, що мають невелику довжину прольотів, монтуються експлуатаційними або будівельно-монтажними кранами (рис. 3.127).



Рис. 3.127. Монтаж пролітних конструкцій мостів будівельно-монтажними кранами

Якщо прольоти мають велику довжину, використовують метод поздовжнього насування, коли прольотну конструкцію, зібрану на підмостях на насипу, переміщують до місця встановлення вздовж осі мосту на рейках за допомогою корб та поліспастів. Насунута пролітна конструкція гідравлічними домкратами опускається на опори (рис. 3.128).



Рис. 3.128. Монтаж пролітних конструкцій мостів методом поздовжнього насування

3.4.7. Монтаж гідросилового обладнання.

До комплексу робіт з монтажу гідросилового обладнання входять: монтаж закладних частин гідротурбіни і гідрогенератора.

До закладних частин гідротурбіни відносяться: облицювання всмоктувальної труби, спіральної камери, шахти турбіни і сервомоторів, камери робочого колеса, фундаментне кільце, статор турбіни, опорні колони, нижнє кільце направляючого апарату.

До робочих механізмів гідротурбіни відносять: направляючий апарат, робоче колесо з валом, кришку гідротурбіни, направляючі підшипники тощо.

До закладних частин гідрогенератора відносяться: фундаментні сталеві плити і опори під них.

До робочих механізмів гідрогенератора: статор генератора з обмотками; ротор з валом, остовом і ободом; підп'яток; направляючі підшипники, хрестовина; система збудження і регулювання та інші дрібні вузли і деталі.

Монтаж гідротурбін починають з встановлення закладних частин. Там де можливо, монтаж закладних частин здійснюють безштрабним методом. Монтаж робочих механізмів починають після омонолічування закладних частин і набору бетоном необхідної міцності.

Монтаж облицювання конуса всмоктувальної труби (рис. 3.129), як правило, здійснюють на місці встановлення шляхом зварювання окремих обечаск в єдину конструкцію.

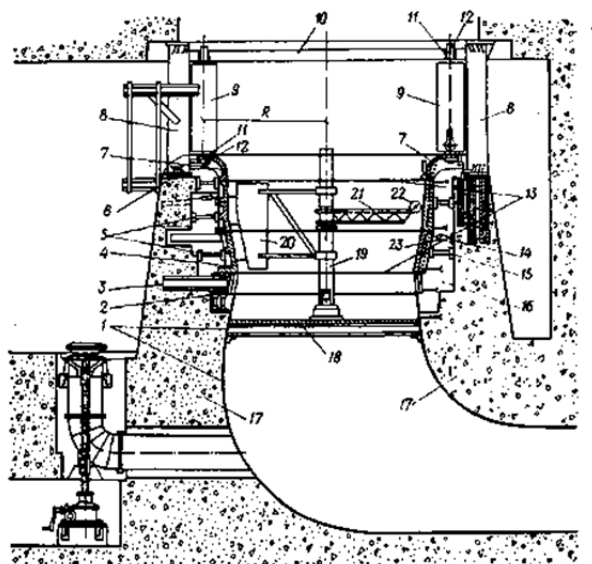


Рис. 3.129. Схема монтажу закладних частин гідротурбіни

Після встановлення елементів облицювання 1, вивіряють його геометричні розміри, зварюють і бетонують блоки 17, що сполучуються.

Монтаж камери робочого колеса 13 монтують, як правило, в штрабах 16, для цього при бетонуванні основних блоків для кріплення монтажних пристроїв встановлюють спеціальні закладні частини-скоби 14 для розтяжок 23 і металеві плити 15 під розпірки і домкрати 5.

Камери робочого колеса рекомендується монтувати разом з нижнім кільцем направляючого апарату 7. При цьому, кільце апарату послуговується базою при вивірненні всього вузла по висоті і відносно всього гідроагрегату. Нижнє кільце є початком камери робочого колеса. Кільце представляє собою відносно жорстку чавунну литу або зварнолиту конструкцію. На верхньому фланці кільця розточені отвори 11, в які запресовані підшипники нижніх цапф 12 лопаток 9 направляючого апарату..

Під час монтажу елементів камери робочого колеса необхідно у верхній частині під нижнім кільцем направляючого апарату залишати спеціальні пройми, через які можна без перешкод укладати та ущільнювати штрабний бетон.

Монтаж облицювання камери робочого колеса починають з встановлення елементів нижнього поясу 4 на опірні балки 3, що закладаються у бетон по периметру камери трохи вище фланця конуса всмоктувальної труби в місці встановлення з'єднуючого поясу 2. Монтаж наступних елементів здійснюють після вивірнення і закріплення облицювання нижнього поясу.



Рис. 3.130. Монтаж елементів гідротурбіни з допомогою поворотної стріли

Для монтажу облицювання в середині камери влаштовують робочий настил 18, в центрі якого по осі камери встановлюють спеціальну колону 19, до якої кріпиться поворотна стріла 21 (рис. 3.130) з індикатором 22 або поворотний шаблон 20. Встановлення елементів облицювання в проектне положення здійснюють з допомогою розпірних домкратів 5 і розтяжок 23.

Схема монтажу статора гідротурбіни залежить від його конструкції. Якщо статор виконаний з колонами, що не від'єднуються то монтаж зводиться до встановлення цієї конструкції на фундаментне кільце.

Якщо ж статор складається з кількох сегментів, то встановлення починають з одного з них і після центрування відносно горизонтальних і вертикальних осей розкріплюють монтажними розтяжками. Надалі таким же чином встановлюються наступні сегменти і з'єднуються болтами стики сегменту, що встановлюється з раніше встановленим. Після встановлення останнього сегменту виконують вивірку статора і затягування болтів (рис. 3.131).



Рис. 3.131. Монтаж статора гідротурбіни

Монтаж зварної спіральної камери (рис. 3.132), зазвичай, здійснюють у два етапи: на першому – виконують збирання сегментів (№№ 1-17) камери за допомогою електрозварювальних прихваток в одну конструкцію (рис. 3.133), на другому – після вивірення форми спіралі 2 і сполучення її зі статором гідротурбіни 1 виконують зварювання сегментів один з одним 6 і зі статором гідротурбіни 7. Регулюють висотне положення кожної секції і

спіральної камери з допомогою домкратів 4, а форму труби спіралі виправляють розтяжками 3.

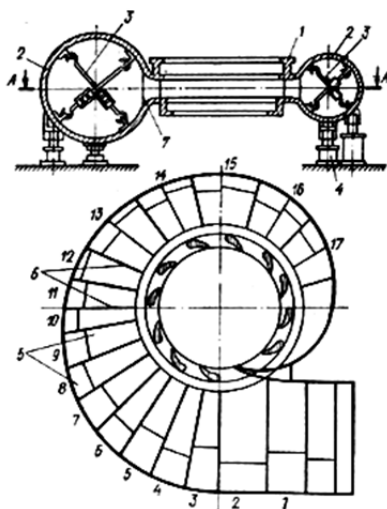


Рис. 3.132. Схема монтажу зварної спіральної камери



Рис. 3.133. Збирання зварної спіральної камери з секцій

Литі спіральні камери, являють собою порівняно жорстку конструкцію, що складається з двох або чотирьох частин, які на місці монтажу за допомогою домкратів стикують зі статором генератора і з'єднують між собою (рис. 3.134).



Рис. 3.134. Монтаж литої спіральної камери

Робоче колесо гідротурбіни монтується наступним чином: робоче колесо стропують за спеціальні провухини, що прикріплені до фланця валу і мостовим краном переносять в кратер, де його нижнім ободом ставлять на спеціальні підкладки, що укладені на фундаментне кільце. Правильність положення робочого колеса відносно статора фіксується мірними прокладками, що закладаються у круговий зазор між ободом колеса і статором (рис. 3.135).

Монтаж гідроагрегатів ГЕС здійснюється згідно з проектом виконання монтажних робіт гідросилового обладнання, який ув'язується з проектом виконання будівельних робіт на ГЕС. При розробці проекту виконання робіт на ГЕС складається зведений графік суміщених будівельних і монтажних робіт.



Рис. 3.135. Монтаж робочого колеса гідротурбіни

Питання для самоконтролю

1. Що відноситься до механічного обладнання гідротехнічних споруд?
2. Які агрегати відносяться до гідросилового обладнання?
3. Що входить до комплексу робіт з монтажу закладних частин механічного обладнання?
4. З допомогою яких механізмів монтуються мостові крани?
5. Перелічте основні способи монтажу бетоновозних естакад.
6. Що відноситься до закладних частин гідротурбін?
7. Що відноситься до робочих механізмів гідротурбін?
8. Назвіть складові процесу монтажу гідротурбін.
9. Назвіть етапи монтажу статора гідротурбіни
10. Як встановлюється робоче колесо гідротурбіни?
11. Назвіть етапи монтажу зварної спіральної камери.
12. Які існують способи монтажу пазових конструкцій плоских затворів?

3.5. Огороджувальні перемички та споруди

3.5.1. Загальні положення

Огороджувальні перемички та споруди є неодмінні супроводжуючі конструкції в будівництві гідроенергетичних, гідротехнічних і портових об'єктів.

Перемички – це тимчасові допоміжні споруди, що запобігають затопленню основних гідротехнічних споруд і котлованів під час будівництва або ремонту і дозволяють виконувати будівельно-монтажні роботи в сухому середовищі (рис. 3.136). Якщо потреба в перемичках відпадає їх, як правило, розбирають за виключенням тих, які входять до тіла греблі або якщо в їх ліквідації немає необхідності.

Перемички зводять з максимальним використанням місцевих будівельних матеріалів і за можливістю включають їх до тіла греблі. Черговість зведення перемичок ув'язують з графіком будівництва споруд гідровузла і схемою пропускання будівельних витрат водотоку.



Рис. 3.136. Будівництво споруд гідровузла під захистом перемичок

Розташування перемичок в плані залежить від компонування основних споруд гідровузла, прийнятої схеми пропускання будівельних витрат, конфігурації котловану, організації будівельного майданчику, а також умов виконання робіт. Причому, стиснення потоку перемичками повинно бути найменшим, площа території, що захищається ними мінімальною.

Огороджувальні споруди поділяють на зовнішні і внутрішні. Перші призначені, в основному, для захисту акваторії порту від проникнення на неї зі сторони моря, водосховища хвиль, течій, наносів, льоду, що рухається, а інколи для захисту підхідних каналів від заносів.

Другі зводять на акваторії порту, відокремлюючи одну його частину від другої для перешкодження створення хвиль на самій акваторії і огороджуючи від хвиль басейни спеціального призначення, наприклад нафтові гавані.

Найбільш розповсюджені види огороджувальних споруд наступні:

Моли (рис. 3.137) – споруди, що примикають під прямим або іншим кутом до берега, або штучно створеної території порту. Будівництво кореня молу, зазвичай, ведеться з берега піонерним способом, таким же способом він може зводиться і повністю, але головну частину молу споруджують з води.



Рис. 3.137. Моли

Хвилерізи (рис. 3.138) – споруди, як правило, острівного типу не з'єднані з берегом. Їх будівництво ведеться з води. Хоча, доволі розповсюджені і хвилерізи типу молів, технологія їх зведення подібна.



Рис. 3.138. Хвилерізи

Огороджувальні дамби (рис. 3.138) – споруди, що захищають акваторії портів від течії, наносів, льоду тощо.



Рис. 3.138. Комплекс молів і огорожувальних дамб в порту

3.5.2. Зведення земляних перемичок

При відсіпанні перемичок насухо використовують супіщані, суглинисті і гравійні ґрунти з піщаним або глинистим заповнювачем. При зведенні наливних перемичок використовують піщані та піщано-гравійні ґрунти. Заборонено використовувати для відсіпання перемичок рослинний ґрунт, чорноземи, торф.

Противільтраційні елементи, (екран, ядро, діафрагму) влаштовують з глинистих ґрунтів, поліетиленових плівок, геомембран, шпунтів (рис. 3.139).

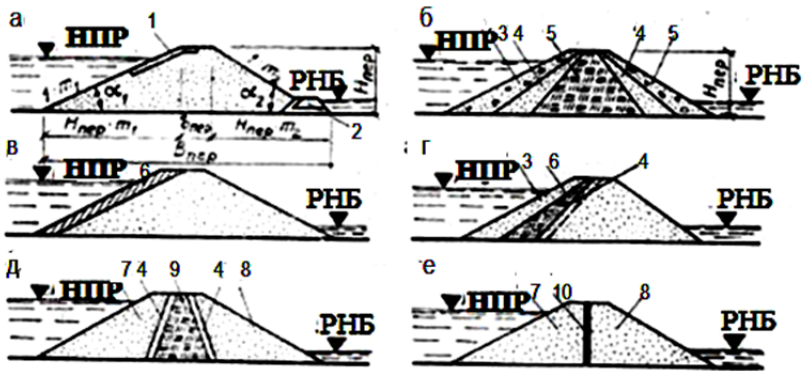


Рис. 3.139. Земляні перемички:

- а – однорідні; б – неоднорідні; в – з екраном з неґрунтових матеріалів;
- г – з екраном із ґрунту; д – з ядром; е – з діафрагмою (стілкою, шпунтом);
- 1 – кріплення укосу; 2 – дренажний банкет; 3 – захисний шар; 4 – перехідні зони; 5 – центральна призма; 6 – екран з плівки з захисним шаром;
- 7, 8 – відповідно верхова та низова призми; 9 – ядро; 10 – діафрагма з шпунта або буронабивної стінки

Основу перемички вище урізу води готують так само як і ґрунтової греблі, а нижче урізу води обов'язково обстежують але, як правило, не готують. З основи видаляють каміння, кам'яні осипи, а в ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації 50м/добу і більше влаштовують противільтраційну завісу.

Організація робіт зі зведення перемичок залежить від режиму річки, прийнятої схеми пропуску будівельних витрат, компоновки гідровузла і черговості зведення основних споруд. При розташуванні

останніх на заплаві, що затоплюється, роботи починають на спаді паводку і ведуть їх насухо. До наступного паводку перемички мають бути зведені до проектної відмітки.

При напівзаплавній компоновці основних споруд, коли частина їх розташована в заплаві, а частина в руслі річки, роботи починають при позитивних температурах після спаду паводку з будівництва поперечних перемичок, використовуючи для них ґрунт з котлованів основних споруд. Поздовжня перемичка у цьому випадку зазнає дії води та льоду, тому її водний укіс укріплюють або у верхньому б'єфі влаштовують струмененаправляючу дамбу (оголовок), яка оберігає перемичку від розмиву і руйнування (рис. 3.139, 3.140).

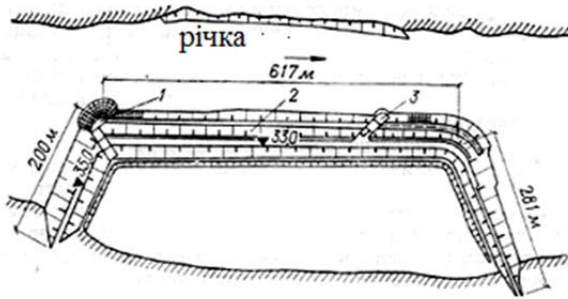


Рис. 3.139.Схема влаштування перемичок:

1 – верховий оголовок; 2 – поздовжня перемичка; 3 – ряжева шпора

При русловій компоновці основних споруд, коли будівельні витрати пропускаються секціонуванням русла, влаштовують кілька черг огорожувальних перемичок.



Рис. 3.140. Котлован під основні споруди огорожений перемичками

3.5.3. Зведення кам'яно-земляних та кам'яно-накидних перемичок

Кам'яно-земляні перемички зводять з каменю або з великоуламкового ґрунту з ґрунтовим екраном або з верховою ґрунтовою призмою. Кам'яно-накидні з каменю з екраном з ґрунтових або полімерних матеріалів (рис. 3.141).

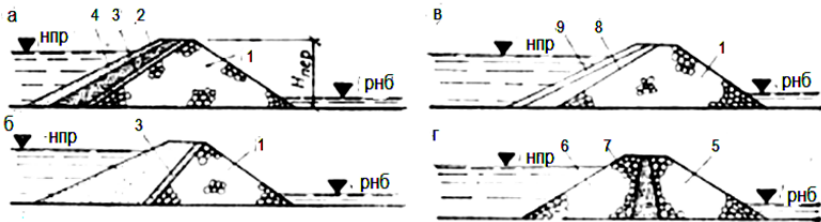


Рис. 3.141. Кам'яно-земляні і кам'яно накидні перемички:

- а – кам'яно-земляна перемичка з ґрунтовим екраном; б – з верховою ґрунтовою призмою; в – кам'яно-накидна перемичка; г – з ядром;
- 1 – упорна призма з каменю; 2 – ґрунтовий екран; 3 – перехідна зона;
- 4 – захисний шар; 5, 6 – низова і верхова призми з каменю; 7 – ядро;
- 8 – вирівнюючий шар; 9 – екран з поліетиленової плівки (геомембрани) з захисним шаром

Перемички зводять без відводу води з відсипанням ґрунту у воду. При дуже фільтруючій основі екран сполучують з водопупором за допомогою протифільтраційної завіси. Для цього відсипають із слабкофільтруючих ґрунтів невисоку призму, з поверхні якої бурять свердловини і влаштовують завісу. Екран перемички примикають до цієї призми, привантажують шаром крупнозернистого піску по зворотному фільтру.

За відсутності природних ґрунтових матеріалів екран влаштовують з поліетиленової плівки або з геомембрани. Плівку укладають на основу з піску.

Для перемичок можна використовувати будь-який камінь з тимчасовим опором на стиск не менше 40 МПа без сортування і обмеження розміру. Камінь відсипають у воду піонерно з одного або з обох берегів пошарово чи зразу на всю висоту при невисоких перемичках (рис. 3.142).



Рис. 3.142. Зведення кам'яно-накидної перемички

3.5.4. Зведення шпунтових перемичок

Шпунтові перемички (рис. 3.143) виконують з дерев'яного (рис. 3.144), металевого (рис. 3.145), та залізобетонного шпунта (рис. 3.146).

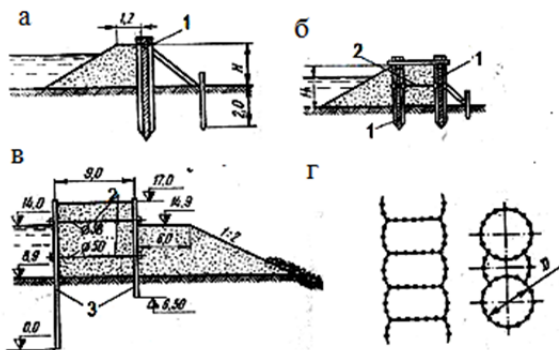


Рис. 3.143. Шпунтові перемички:

а – однорядна; б – двохранна; в – двохранна зі сталевго шпунта;
г – коміркова

Однорядні перемички з дерев'яного шпунта застосовуються при напорі до 4 м (з підкосами до 5-6 м) і являють собою стінку, забиту на 1/3 довжини шпунта в ґрунт і обсапану з однієї або двох сторін ґрунтом.

Двохрядні дерев'яні перемички використовуються при напорах до 7 м. Вони складаються з двох рядів шпунтових стінок з заповненням з піщаних або піщано-глинистих ґрунтів.



Рис. 3.144. Влаштування дерев'яної шпунтової стінки

Перемички з металевого шпунта виконують, як правило, з шпунтин складного профілю (шпунти Ларсена).



Рис. 3.145. Влаштування стінки зі сталевго шпунта

Двохрядні сталеві шпунтові перемички влаштовують при напорах до 12 м. Для збільшення жорсткості перемички використовують сталеві стяжки.



Рис. 3.146. Залізобетонні шпунтини

Коміркові перемички влаштовують зі сталевого шпунта у вигляді замкнутих в плані комірок з криволінійними зовнішніми стінками (сегментами) і плоскими діафрагмами (рис. 3.147) або з циліндрів з зазорами, з'єднаними між собою сегментними козирками (рис. 3.148).



Рис. 3.147. Сегментна коміркова перемичка

Їх застосовують переважно як поздовжні перемички при огороженні котлованів крупних споруд при великій висоті перемичок (до 20 м) в умовах глибокого підмиву зі сторони річки або підкопу зі сторони котловану. Зведення коміркових перемичок можливо у будь яких ґрунтах, що дозволяють занурення шпунтин.



Рис. 3.148. Циліндричні коміркові перемички

Циліндричні комірки можна заповнювати ґрунтом на повну висоту незалежно одна від одної, комірки з плоскими діафрагмами необхідно заповнювати з таким розрахунком, щоби різниця у висотах заповнення суміжних комірок не викликала надмірних вигинаючих зусиль в діафрагмі, що їх поділяє.

3.5.5. Розбирання перемичок

Розбирання перемичок виконують різними способами залежновід їх конструкції. В умовах річки земляні перемички розбирають драглайнами, грейферними ковшами, землесосними снарядами або вибуховим способом. Розбирання землерийними машинами починають з тої частини перемички, де утворюється проран з поступовим просуванням до берегу по гребеню перемички.

При вибуховому способі ґрунт уноситься течією, поступово розмиваючи залишки перемички.

В морських умовах розбирання земляних перемичок здійснюють прийомами днопоглиблювальних робіт земснарядами або черпаковими снарядами. Кам'яні відсіпки розбирають грейферними суходільними (з гребеня перемички) або плавучими екскаваторами.

Витягування шпунтин з перемичок виконують з допомогою віброзанурювача і крану.

При розбиранні коміркових перемичок спочатку видаляють засипки з допомогою грейферних ковшів, а потому висмикують шпунтини.

3.5.6. Гравітаційні споруди вертикального профілю

Огороджувальні гравітаційні споруди вертикального профілю зі звичайних масивів складаються з трьох основних конструктивних частин: постіль, вертикальна стінка і надбудова.

Постелі з кам'яного накиду зменшують інтенсивність тиску на нескельну основу від гравітаційних гідротехнічних споруд.

Для відсіпання постелі використовують зазвичай рваний камінь масою від 15 до 100кг не нижче марки 300 без тріщин. При відсіпанні постелі дають запас на осідання. Кам'яну постіль витримують протягом 6-8 місяців або одного штормового сезону для самоущільнення.

Відсіпання каменю у постіль, як правило, здійснюють з плавучих засобів, використовуючи шаланди і баржі, що само розвантажуються (рис. 3.149), баржі-понтони, що перевертаються (рис. 3.150) та грейферні крани.

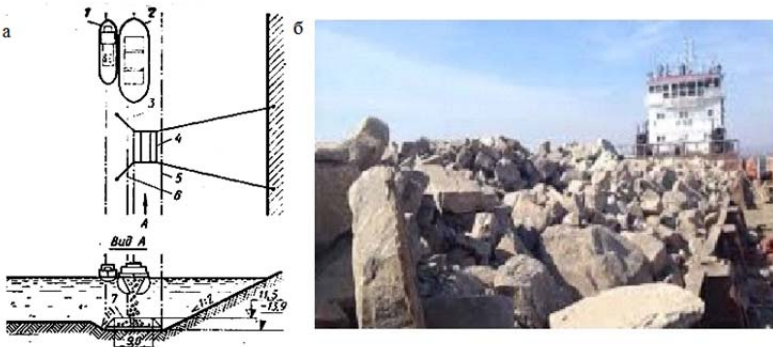


Рис. 3.149. Відсіпання каменю у постіль з плавучих засобів:
а – схема виконання робіт; б – камінь на баржі; 1 – буксир; 2 – шаланда або баржа; 3 – створ відсіпання; 4 – промірний понтон; 5 – межа відсіпання постелі; 6 – вісь постелі; 7 – кам'яна постіль

Після відсіпання каменю його рівняють з відхиленнями від робочих відміток + 3 ...+ 20 см, а величина допусків залежить від виду споруди, що зводиться на даній постелі.

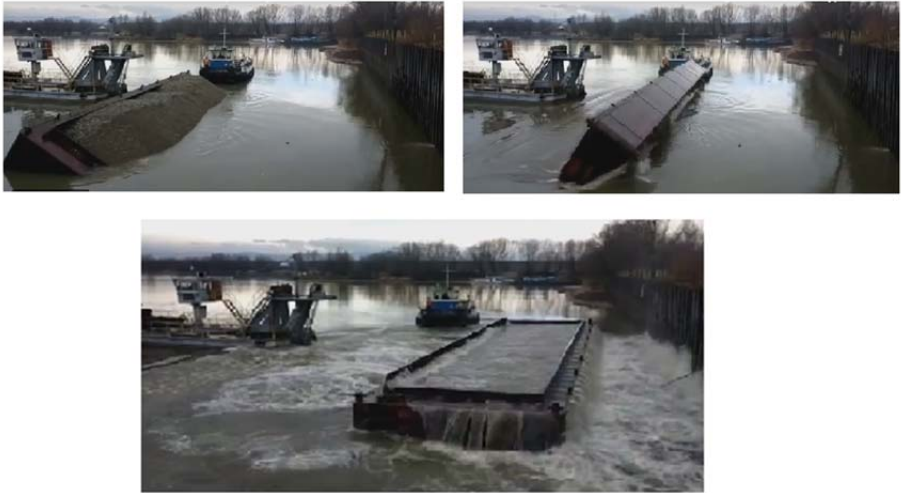


Рис. 3.150. Послідовність розвантаження баржи-понтону, що перевертається

Вирівнювання постелі здійснюють, зазвичай, підводними планувальниками (рис. 3.151).

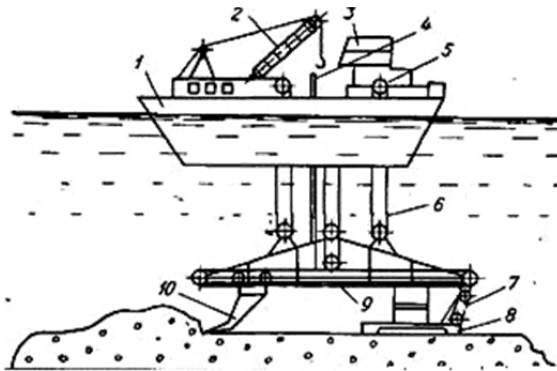


Рис. 3.151. Підводний планувальник:

1 – носовий понтон; 2 – кран (грейфер); 3 – бункер; 4 – футштоки;
 5 – механізм підйому; 6 – поліпасті підйому рами; 7 – поліпасті повороту; 8 – опорна плита; 9 – робоча стріла; 10 – ніж

Після вирівнювання постелі її штучно ущільнюють за допомогою плавучої віброустановки (рис. 3.152).

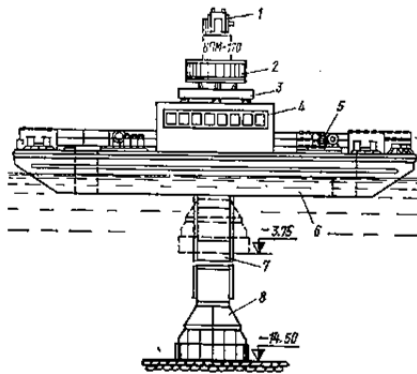


Рис. 3.152. Плавуча віброустановка:

- 1 – вібратор; 2 – робочий майданчик; 3 – підйомний пристрій;
- 4 – приміщення пульта управління; 5 – папілонажні корби; 6 – понтон;
- 7 – сталеві пустотілі колони; 8 – башмак

Основні способи укладання масивів з води наведені на рис. 3.153.

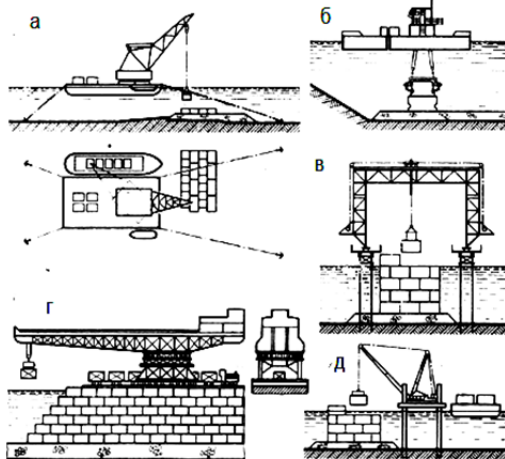


Рис. 3.153. Способи встановлення масивів в кладку огорожувальної споруди

- а – плавучим краном; б – підводним планувальником; в – береговим краном з підмостків; г – береговим краном піонерним способом; д – за допомогою самопідйомних платформ

Для укладання масивів з води рекомендується використовувати повноповоротні плавучі крани великої вантажопідйомності (рис. 3.154).



Рис. 3.154. Плавучий кран

Кран повинен бути встановлено на якорях, а при роботі на корневих ділянках мола прикріплений, за можливістю, до берегу швартовними канатами. Баржу (понтон) з масивами розміщують безпосередньо біля крану в місці найбільш зручному для маневрування.

Основним видом масивної кладки є кладка з масивів масою до 100 т горизонтальними рядами – курсами (рис. 3.155).

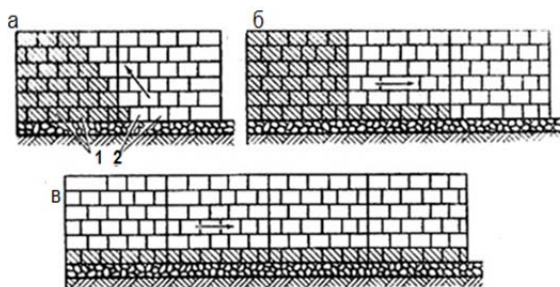


Рис. 3.155. Схеми кладки стінок зі звичайних масивів:

а – послідовними ступінчастими штрабами; б – посекційним укладанням послідовними курсами між осадочними швами; в – курсами великої протяжності; 1 – раніше укладені масиви; 2 – масиви, що укладаються

Залежно від геологічних умов основи споруди кладку стінок з масивів горизонтальними рядами можна виконувати за наступними схемами: а – послідовними ступінчастими штрабами; б – посекційним укладанням масивів послідовними курсами між осадочних швів; в – курсами великої протяжності – 100 м і більше. Кладка за схемами (а і б) характеризується швидким наростанням навантаження на основу, та, відповідно, можливістю раптового просідання недостатньо міцної основи і обрушення стінки; такі схеми рекомендуються застосовувати при скельних і інших міцних грунтах та невисоких постелях. Укладання масивів за схемою (в) можливо на середніх і слабких грунтах завдяки повільному і рівномірному нарощуванню навантаження на всій довжині споруди (рис. 3.156).



Рис. 3.156. Укладання масивних блоків у споруду

3.5.7. Пальові споруди вертикального профілю

Пальовими огорожувальними спорудами вертикального типу називають споруди, стійкість яких забезпечується опором паль, занурених у ґрунт.

Огорожувальні споруди однорядної пальової конструкції зводять у вигляді залізобетонних попередньо напружених або металевих паль оболонок, занурених у ґрунт. Внутрішню порожнину паль заповнюють піском, а над їх оголовком конструюють загальну надбудову.

3.5.8. Укісні споруди

Укісні споруди зводять шляхом відсипання, накидання або спеціального укладання природного матеріалу (каменю, щебеню, піску) або штучних бетонних блоків у насіп, форма поперечного перетину якого близька до трапеції.

Технологія відсипання споруд з природних матеріалів аналогічна технології відсипання постелі гравітаційних огорожувальних споруд і розглянута вище.

При будівництві огорожувальних споруд для захисту акваторії портів від потужних хвиль (висотою більше 8 м) та забезпечення стійкості масивів на укосі необхідно щоби їх маса була значною. Тому застосовуються бетони і залізобетонні фасонні масиви, що взаємно зчіплюються.

Фасонні масиви (рис.3.159) дозволяють збільшити крутизну укосів огорожувальних споруд до 1:1...1:1,5, при цьому забезпечується необхідна стійкість споруд завдяки зчепленню масивів між собою.

В наслідок високої проникності такого накиду знижується зважений гідростатичний тиск на масиви при відкаті хвилі і швидко вирівнюється гідростатичний тиск в середині накиду з фасонних масивів і тиск на споруду зі сторони моря.

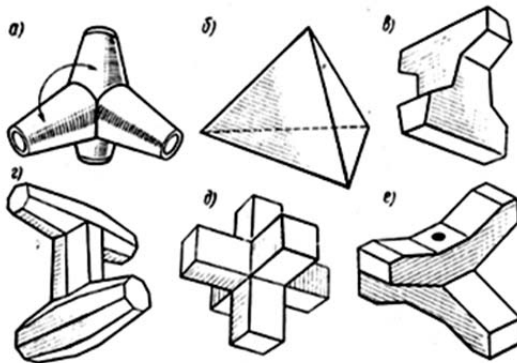


Рис. 3.159. Фасонні масиви

Форми фасонних масивів наведено на рис. 3.159, а приклади споруд з фасонних масивів на рис. 3.160.



Рис. 3.160. Укісні споруди з фасонних масивів

Огороджувальні споруди з накиданням звичайних масивів (рис. 3.161) зводять шляхом скидання масивів у воду за допомогою захватів або інших пристроїв (рис. 3.162).

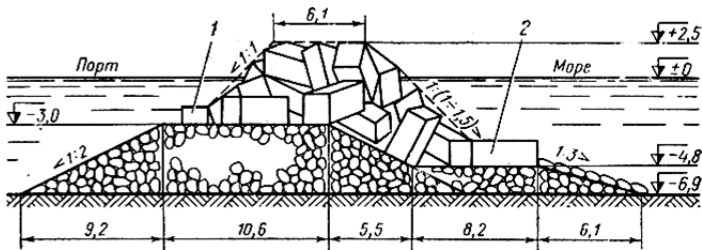


Рис. 3.161. Укісні споруди з звичайних масивів

На нескельні основи накид масивів на постіль виконують з рваного каменю. Для захисту кам'яних берм постелі від розмиву і запобігання сповзання масивів, на них вкладаються упорні бордюрні 1,2 масиви (рис. 3.161).

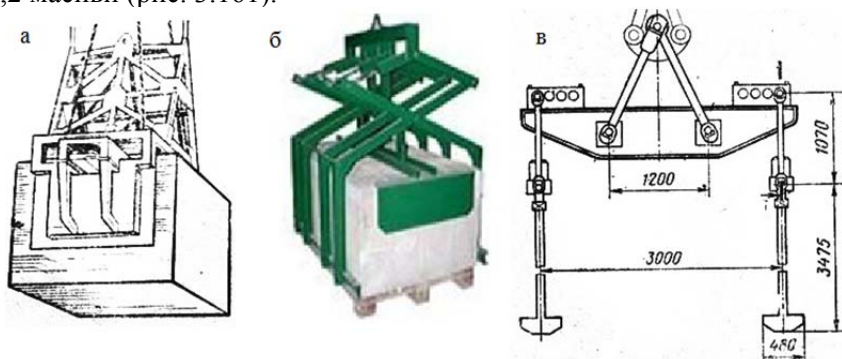


Рис. 3.162. Пристрої для укидання звичайних масивів:
а, б – захвати; в – траверса

Камінь різної крупності відсипають пошарово-шарами перемінної товщини, уступами, збільшуючи товщину постелі зі сторони акваторії, що захищається. Огороджувальні укісні споруди зводяться за допомогою плавучих кранів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке перемички?
2. Назвіть функції які виконують моли.
3. Призначення хвилерізів.
4. Які ґрунти використовуються при відсипанні перемичок?
5. Від чого залежить організація робіт зі зведення перемичок?
6. З яких шпунтів зводять шпунтові перемички?
7. Чи заповнюються порожнини коміркових перемичок?
8. Назвіть конструктивні частини гравітаційних споруд вертикального профілю.
9. З яких матеріалів відсипаються укісні споруди?
10. Які пристрої використовуються для укладання звичайних масивів?
11. За рахунок чого забезпечується стійкість споруд з фасонних масивів?

3.6. Будівництво причальних споруд

3.6.1. Класифікація причальних споруд

Гідротехнічні споруди, призначені для забезпечення стоянки біля нього судна на швартових, називаються причальними.

Причальні споруди створюють причальний фронт для стоянки суден, виконання вантажно-розвантажувальних робіт, постачання, відстою та інших операцій. Причалом називають ділянку причальної лінії, відведену для обслуговування одного судна визначеної розмірності (габаритної довжини і осадки з вантажем).

Причальні споруди класифікуються:

- за експлуатаційним призначенням залежно від виду вантажів, що перероблюються, напрямленню вантажопотоку, типу і розміру суден, що швартуються тощо;
- за розташуванням в плані: набережні, пірси, плавучі та рейдові причали.

Набережними називають причальні споруди, що сполучають берег з акваторією фронтально лінії урізу води.



Рис. 3.163. Набережна стінка

Набережна стінка (рис. 3.163) являє собою конструкцію у вигляді суцільної підпірної стінки.

Наскрізні або естакадні набережні – це споруди (рис. 3.164), що сполучаються з берегом з допомогою окремо стоячих опор (палі, палі-оболонки).

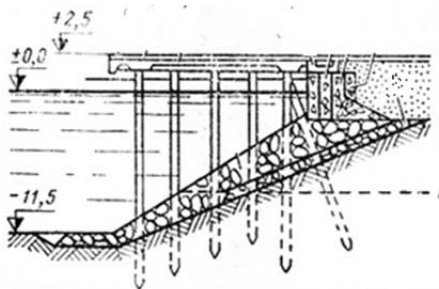


Рис. 3.164. Естакадна набережна

Пірс – це причальні споруди з двохстороннім доступом для суден (рис. 3.165), що виступають з берега в акваторію під кутом до урізу води. Кореневі частини пірсів примикають до берегу.



Рис. 3.165. Пірс

Плавучі причали (рис. 3.166) застосовують при значних коливаннях рівня моря, паводкових та зливових коливаннях рівня води в річках при недостатніх глибинах у стаціонарних причалів порту.



Рис. 3.166. Плавучі причали

Рейдові причали влаштовують при значних глибинах захищених і недостатньо захищених від хвиль акваторій порту.

3.6.2. Способи виконання робіт

Будівництво причалів може здійснюватися наступними способами:

– будівництво причалів з води з допомогою плавучих кранів та транспортних засобів (рис. 3.167);



Рис. 3.167. Будівництво причалу з води

– будівництво з берегу піонерним способом, застосовується, як правило, для пірсових споруд (рис.3.168);

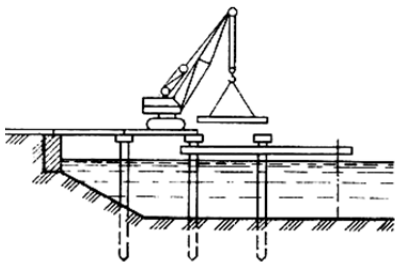


Рис. 3.168. Будівництво споруд піонерним способом

– будівництво на березі методом «стіна в ґрунті» (рис. 3.169);

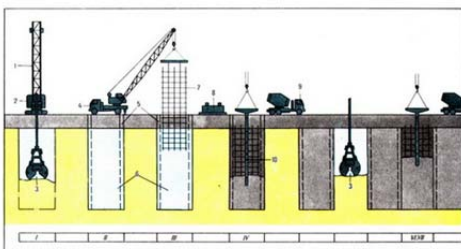


Рис. 3.169. Будівництво причалів методом стіна в ґрунті

– будівництво причалу за тимчасовими земляними дамбами (рис. 3.170).

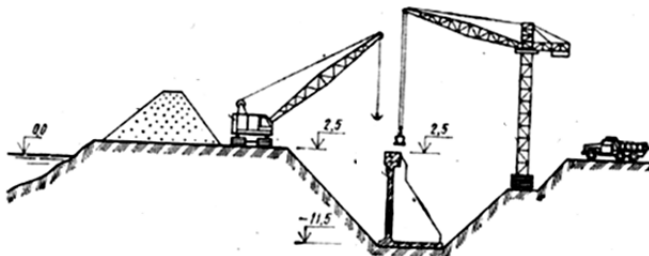


Рис. 3.170. Будівництво причалу за тимчасовими земляними дамбами

3.6.3. Причали з оболонок

Портові набережні також можуть зводитися з паль-оболонок діаметром 1,6 м. Такі набережні являють собою поздовжньо-ригельну конструкцію (рис. 3.171).

Залізобетонні або сталеві палі оболонки занурюються з допомогою палезанурювального обладнання (рис. 3.172) на розрахункову глибину з поздовжнім кроком 8 м і поперечним 5, 10 м.

Після цього в середину палі-оболонки опускаються арматурні конструкції і укладається бетонна суміш. Після набору міцності бетоном за допомогою монтажних кранів здійснюється монтаж збірних елементів набережної (рис. 3.173).

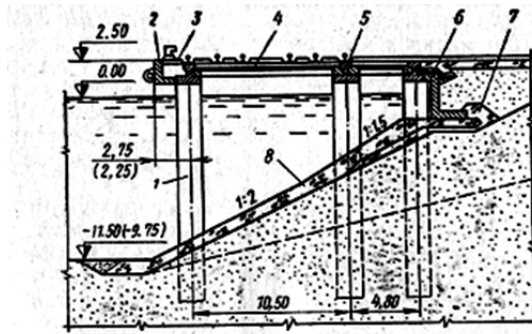


Рис.3.171. Схема збірної причалу на залізобетонних оболонках:
1 – опори з залізобетонних оболонок; 2 – бортові балки; 3 – плити перекриття; 4 – двохребисті панелі; 5 – ригелі; 6 – тилові бортові балки; 7 – фільтр з щебеню



Рис. 3.172. Занурення паль-оболонки



Рис. 3.173. Влаштування набережної на залізобетонних палях-оболонках

Причальні споруди з металевих або залізобетонних оболонок великого діаметру (більше 3 м) відносяться до гравітаційних конструкцій. На приоб'єктному майданчику оболонки великого діаметра збираються у секції висотою, що відповідає вантажопідйомності кранового обладнання та транспортних засобів (рис. 3.174).



Рис. 3.174. Збирання секцій оболонок великого діаметру

Секції оболонок подаються на місце проектного розташування (рис. 3.175) за допомогою понтонів і можуть встановлюватися одна на одну в попередньо розроблені котловани, на підготовлену кам'яну постіль, і занурені в ґрунт як опускні колодязі з допомогою потужних вібраторів.



Рис. 3.175. Подача секції оболонки великого діаметру

Після збирання проектного числа секцій оболонка заповнюється піском (рис. 3.176).



Рис. 3.176. Заповнення оболонок піском

Стики між оболонками перекривають сталевими або залізобетонними щитами (рис. 3.177), стягують їх анкерними болтами і бетонують стик методом підводного бетонування.

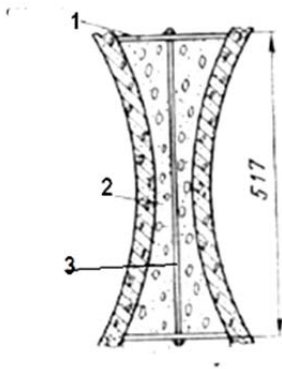


Рис. 3.178. Встановлення щита для бетонування стику:
1 – щит; 2 – підводний бетон; 3 – анкерні стяжки

Після заповнення стиків бетоном зверху на оболонки встановлюють залізобетонні конструкції верхньої надбудови.

3.6.4. Кутникові набережні

Стійкість гравітаційних набережних забезпечується завдяки масі конструктивних елементів і ґрунтовій застипці. Один з способів зменшення вартості таких конструкцій полягає в збільшенні частки утримуючих сил від маси ґрунту. Це досягається застосуванням конструкцій гравітаційних стінок з ребристих тонкостінних залізобетонних елементів. Набережні такого типу отримали назву кутникових (рис. 3.179). Вони поділяються на три основних типи:

1 – з зовнішнім анкеруванням; 2 – з внутрішнім анкеруванням; 3 – контрфорсні;

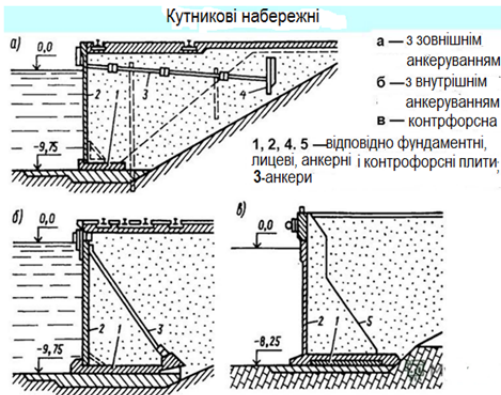


Рис. 3.179. Конструкції причальних набережних кутникового типу

Процес зведення кутникової набережної показано на (рис. 3.180). Після підготовки кам'яної постелі (рис. 3.180, а), на неї встановлюють першу фундаментну плиту плавучим краном особливо ретельно (б). По краю першої фундаментної плити водолази з допомогою тросу прокладають, так звану, «бойову лінію», що послуговується як маячна для встановлення наступних фундаментних плит. «Бойову лінію» фіксують на поверхні води буйками, на кінцях закріплених на дні бетонними якорями.

Зі сторони акваторії перед фундаментними плитами встановлюють інвентарні бетонні масиви (в). До кожного масиву шарнірно прикріплюється два монтажних підкоси, які утримуються похило завдяки металевим поплавкам. При такому положенні верхня

частина підкосу з хомутом, що затискує гвинтовим пристроєм, знаходиться вище горизонту води.

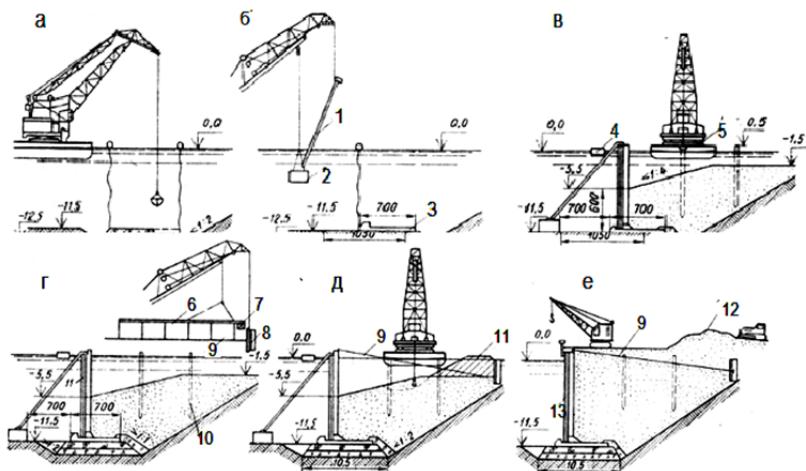


Рис. 3.180. Схема будівництва кутникової набережної з зовнішнім анкетуванням:

1 – підкос; 2 – інвентарний масив; 3 – фундаментна плита; 4 – поплавок; 5 – копер; 6 – траверса; 7 – противага; 8 – анкерна плита; 9 – анкерна тяга; 10 – палі; 11 – відпорна призма; 12 – лицьова панель; 13 – кавальєр ґрунту

При встановленні краном лицьових плит на фундамент на верхній їх торець встановлюють накидні пристрої монтажних підкосів, після закріплення яких плиту розстроповують і знімають поплавки з підкосів.

Відсипають щебенеvu призму у внутрішній кут лицьової і фундаментної плити, намивають ґрунт у простір між берегом і стінкою, занурюють палі, встановлюють анкерні плити, встановлюють тяги і здійснюють кінцеву ґрунтову засипку.

Кутникові набережні з внутрішнім анкеруванням відрізняються тим, що в них металеві анкерні тяги жорстко розкріплені між лицьовими і фундаментними плитами. Набережні монтуються з укрупнених блоків.

В кутникових набережних з контрфорсами роль анкерів виконують залізобетонні плити – контрфорси, які встановлюють

перпендикулярно до фундаментних і лицьових плит та об'єднують їх у жорстку, просторову систему.

3.6.5. Причали естакадного типу

Причальні споруди естакадного типу являють собою наскрізні конструкції з окремо розташованих опор у вигляді паль, занурених у ґрунт на певну глибину і з'єднаних між собою верхньою надбудовою.

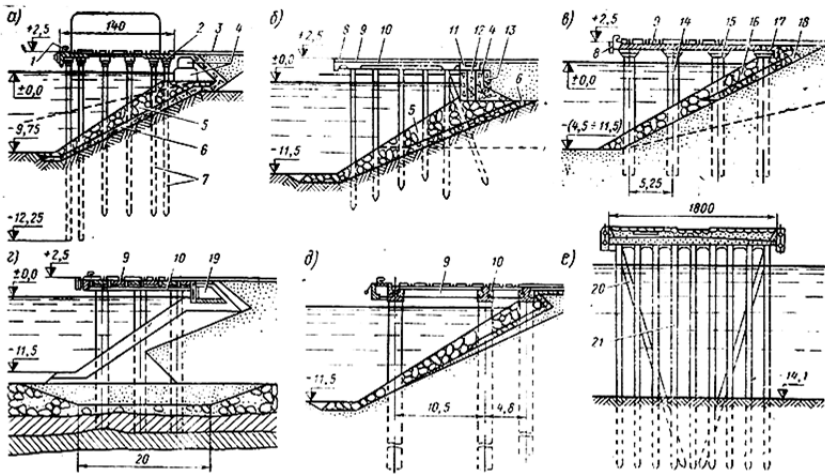


Рис. 3.181. Причальні споруди естакадного типу:

- 1 – швартові кнехти; 2 – наголовники; 3 – покриття; 4 – масиви;
- 5 – підпричальний укіс; 6 – фільтр; 7 – палі; 8 – бортова балка; 9 – плити;
- 10 – ригель; 11 – потерна; 12, 13 – крупний і дрібний щебінь; 14 – паля-оболонка; 15 – оголовок; 16 – кам'яна призма; 17 – тилова балка;
- 18 – контрфільтр; 19 – короб; 20 – палі перемінного перетину;
- 21 – залізобетонні палі

Естакади можуть бути наступних типів (рис. 3.181): на залізобетонних призматичних палях з наголовниками (а); зі збільшеним кроком паль (б); на палях-оболонках діаметром 1,2 м з капітелями (в); на палях-оболонках діаметром 1,6 м з поперечними

(г) і поздовжніми (д) ригелями; у вигляді наскрізного пірсу на призматичних палях (е).

Естакадну набережну зводять у наступній послідовності:

- 1 – занурення паль;
- 2 – оформлення підпричального укусу;
- 3 – обробка оголовків паль;
- 4 – монтаж плит верхньої надбудови;
- 5 – влаштування тилового сполучення;
- 6 – влаштування покриття причалу з прокладанням необхідних шляхів і комунікацій;
- 7 – встановлення швартових кнехтів та амортизаційних пристроїв.

3.6.6. Причали, що зводяться способом «стіна в ґрунті»

Зазвичай, при спорудженні морських та річних причальних набережних, лінію кордону причалу виносять від існуючого урізу води в сторону акваторії на глибоководдя.

Але існує прогресивний спосіб «стіни в ґрунті», за яким при зведенні причальних споруд можна віднести лінію кордону від урізу в сторону берега. Крім того, можливо зведення фундаментної частини причалів, як підземних споруд, на суші без звичайних для морського гідротехнічного будівництва підводних робіт, без застосування вартісних плавучих засобів, робота яких залежить від погодних умов на акваторії. При цьому способі в кінці будівництва здійснюють виїмку ґрунту перед причалами зі сторони акваторії до проектної глибини.

Сутність способу «стіна в ґрунті» полягає в спорудженні підземних несучих стін різної конфігурації в плані шляхом розробки глибоких вузьких траншей з наступним укладанням в них бетонної суміші або збірних залізобетонних конструкцій.

Всі операції здійснюються в траншеях, заповнених глинистим розчином. Глинисті розчини на основі бентонітових глин створюють гідростатичний тиск зі сторони траншеї, що перевищує активний тиск оточуючого ґрунту й ґрунтових вод і перешкоджають обрушенню стінок траншеї.

Принципова схема послідовності влаштування «стіни в ґрунті» (рис. 3.182) включає в себе наступні процеси: влаштування форшахти, розробка траншеї, встановлення труб-обмежувачів і

армокаркасів, бетонування методом труб, що вертикально переміщуються.

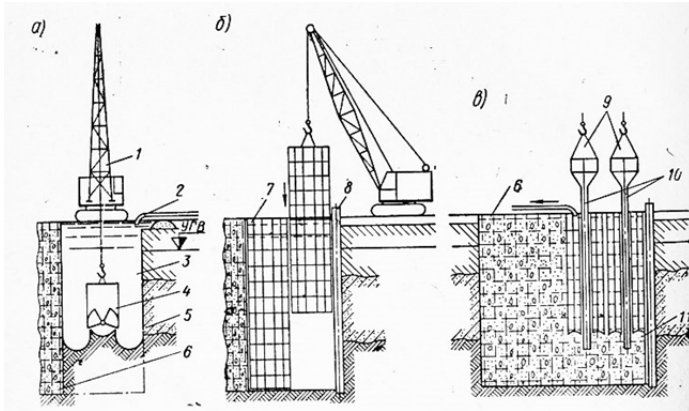


Рис. 3.182. Схема влаштування монолітної залізобетонної стіни в ґрунті:

- 1 – штанговий екскаватор; 2 – трубопровід глинистого розчину;
- 3 – глинистий розчин; 4 – грейферний ківш; 5 – траншея під розчином;
- 6 – залізобетонна стіна; 7 – армокаркас; 8 – труба-обмежувач; 9 – бункери для бетону;
- 10 – труби для подачі бетону; 11 – бетонна суміш

Після набору бетоном в стінці 70% міцності виконують роботи по тилівій частині причалу та розробку ґрунту зі сторони акваторії (рис. 3.183).

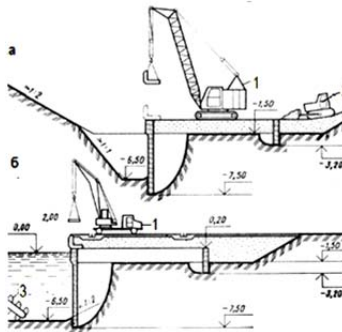


Рис. 3.183. Заключні операції зі зведення причалу способом «стіна в ґрунті»

Питання для самоконтролю

1. Які споруди називаються причальними?
2. Як класифікуються причальні споруди?
3. Що таке пірси?
4. Якими способами може здійснюватися будівництво причалів?
5. Які палі використовують для зведення причальних споруд?
6. Наведіть конструкцію стиків між палями-оболонками.
7. Перелічіть основні типи кутникових набережних.
8. Що таке причальні споруди естакадного типу?
9. Сутність зведення причалів способом «стіна ґрунті».

Література

1. Ольховик О. І., Ольховик Є. О. Організація і технологія водогосподарського будівництва : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 205 с.
2. Чураков А. И., Волгин Б. А., Степанов П. Д., Шайтанов В. Я. Производство гидротехнических работ : підручник. М. : Стройиздат 1985 г. 623 с.
3. В. Г. Яковенко, П. И. Яковлев. Гидротехнические работы на водном транспорте : підручник. М. : Транспорт, 1988 г. 375 с.
4. В. И. Громов, Е. С. Иванов. Организация и производство гидротехнических работ : підручник. М. : Колос, 1975 г. 431 с.
5. Сільськогосподарські меліорації / С. М. Гончаров, Г. С. Потоцький, С. В. Ковальов та ін. К. : Вища школа, 1991.
6. Ткачук М. М. Організація водогосподарського будівельного виробництва. Рівне : РДТУ, 1998.
7. Устройство закрытых оросительных систем (трубы, арматура, оборудование) : справочник / под редакцией В. С. Дикаревского. М. : Агропромиздат, 1986.
8. Марченко Л. С., Кофан В. Г. Строительство каналов и трубопроводов оросительных систем. К., Будівельник, 1982.
9. Справочник. Мелиорация й водное хозяйство. Строительство. М. : Колос, 1984.
10. Земляные работы. Справочник строителя / под редакцией Л. В. Гриншуна. М. : Стройиздат, 1992.
11. ВБН А.3.1-33-2.4-01-99 Напірні трубопроводи зрошувальних систем і систем водопостачання. Організація і технологія будівництва. Держводгосп України, Київ, 1999.
12. Подъем и перемещение грузов. Справочник строителя / под редакцией З. Б. Хараса. М., 1987.
13. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. Ч. 1. Норми проектування. Ч. 2. Організація виконання робіт. К., 1999.
14. Кравець С. В., Зінь В. С., Маркова О. В., Медвідь С. Х., Мобіло Л. В., Нікітін В. Г. Машины для водного господарства. Рівне : НУВГП, 2006.

Интернет джерела:

15. http://www.mediaglobe.ru/img_out/CTT_02_11.pdf.
16. <http://www.ito-germany.com/video/>.
17. <http://www.geomembrane.com/techpapers/IGSCanalLining.htm>
18. <http://www.unisteel.net/>.
19. <http://www.gomaco.com/index.html>
20. <http://monoind.com/main-sub-product>.
21. http://www.iaswww.com/apr/Business/Construction_and_Maintenance/Materials_and_Supplies/Concrete/Precast/.
22. <http://www.budinfo.org.ua/doc/4002083.jsp>
23. <http://irrigationengineeringdesigning.blogspot.com/>
24. <http://www.jmeagle.com/>

Предметний покажчик

Автобетонозмішувач	-25,26
Автоскрепер	-11,42
Анкер	-34,35,187,196,197
Асфальтобетон	-24,41,42
Бентоніт	-38,39,47,48,50,54
Берегоукріплення	-178
Бетон	-25,26,28,29,30,34,37,39,41,42,46,47, 49,50, 71,104,119,128,139,140,143,152,162,180, 181,184,186,192,196,197,198
Бетоноукладальник	-27
Бульдозер	-13,15,18,48,73,74,86,89,90,96,108,114,117, 132,152,163,168,171,173,179
Виймка	-6,1316,114,115
Віброформа	-202
Водовідлив	-140,153,154,155,160,162,192
Габіон	-181,182,183,192,198,199
Геомембрана	-47,48
Георешітка	-120,173,185,186,187
Герметик	-34,35,37,38
Геотекстиль	- 184,187
Геотуб	-191,192
Гідроізоляція	-3,39,40,69
Гідромеханізація	-20
Гребля	-158,159,160,161,166,171,172,173,174
Грейфер	-107
Грейдер	-52,168,170,173
Ґрунт	-12,13,14,15,16,17,19,20,22,23,24,27,30,39, 44,49,55,57,59,61,70,74,85,86,87,89,106, 114,117,119,120,122,123,129,131,132,135, 153,154,161,162,163,164,166,167,168,169, 170,171,172,173,174,178,182,183,184,186, 189,193,194,195,196
Дамба	-7,14,16,17,158,177
Джгут	-38,39,50
Дреноукладач	-106,108,109,110,129,130,131,132,133,134, 135,136,137,138,139

Забій	-165
Залізобетон	-24,30,31,32,33,34,42,43,48,50,103,119,127, 139,140,141,143,146,151,152,173,179,180, 192,196,197
Заплечик	-33,34
Зсув	-132,152,159,178,186,193,194,195,196
Екскаватор	-10,11,13,15,17,18,22,26,27,51,56,57,58,59, 81,99,106,107,108,110,112,113,114,115, 116,129,131,132,134,164,165,166,168,171, 173,179
амфібія	-112,113
драглайн	-10,11,99,105,106,113,115
зворотна лопата	-51,55,59,99,105
крокуючий	-12
ланцюговий	-57,58
пряма лопата	-163
роторний	-57,58
стрічковий	-58
шнекороторний	-10
Кавальєр	-7,9,12,13,14,15,16,17,54,55,57,106,110,114, 115,117,118
Канал	-6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,20,21,22, 23,24,25,26,27,29,30,31,32,33,34,35,39,40, 42,43,46,47,48,49,50,51,52,53,99,114,115, 116,117,118,119,120,121,139,156,162,173, 179,196
Каналокопач	-10,26,118,119
Карта	-170,173
Кар'єр	-7,18,159,160,162,163,164,165,166,171,173, 174,179
Кільце	-60,72,77,90,128
Коефіцієнт	-23,30,55,106,140,154,155,170
закладання укусу	-55,106
корисної дії	-23
Колодязь	-127,153
Коток	-19,20,170
Кран	-32,51,52,71,74,75,79,83,84,95,105,107,109,

	141,143,144,146,152,168,173,181
стріловий	-32,74,146
тракторний	-32,71,74,109,146
Лазерний випромінювач	-131,136
Лоток	-49,50,51,52,53,98,119
Манжета	-60,66
Мастика	-35,36
бітумногумова	-35
бітумнополімерна	-35,36
тиоколова	-35,36
силіконова	-35,36
Монтаж	-51,52,53,57,60,62,67,70,71,73,74,75,79, 91,101, 106,109,123,140,141,142,143, 144,145,146,147,148,149,151,152,181
Муфта	-60,62,63,76,123,124,138,151
Напіввіймка	-6,7,13,14,15
Напівнасіп	-6,713,15,16,17
Нарізувач швів	-28
Насип	-6,7,13,17,18,2053,158,166,168,169,170, 171,172,173
Обичайка	-65
Облицювання	-23,24,25,26,28,29,30,32,33,34,37,39,41, 42,46,48
Обмежувач	-33,50,150
Паля	-49,183,196,1197,199
Пергамін	-36,46
Плита	-30,33,42,43,46,49,52,54,120,173,179,180, 196,197
Плівка	-43,46,65
Подушка	-17
Полімерсклофібробетон	-128
Прямок	-96,138,153
Профілювальник	-25,26
Розмив	-99,100175,176,177,178,188,189
Розпушувач	-18,100
Розтруб	-50,51,56,60,64,66,71,72,73,77,78
Розчин	-35,37,38,51,52,77,88,196
Скрепер	-10,11,13,15,17,18,99,100,114,163,166,

	168
Стійка	-49,51
Строп	-32,71,72,74,75,144,145,152
Суміш бетонна	-26,28
Траверса	-70,72
Траншея	- 22,55,77,106,117,129,131,164
Труба	-56,57,61,62,66,70,75,77,78,79,89,90, 92,96,98,108,109,123,125,126,131,138
азбестоцементна	-62,73,74
біпластмасова	-64
залізобетонна	-61,70,71,74
полівінілхлорідна	-64
поліетиленова	-63,64
сталева	-65,66,78,98
тонкостінні	-66
чавунна	-66
Трубопровід	56,83,87,88,90,92,95,99,103,153
Укіс	-9,66,173,187
Установка	- 26,95,96,99,154,156
Центратор	-80,81
Шандор	-193
Шов	-35,36,37,40,76,83
Шпонка	-36,196
Шпунт	-184,185

Навчальне видання

Ольховик Олександр Іванович
Білецький Анатолій Альфонсович

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ
ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ТА
ПРИРОДОХОРОННИХ СПОРУД**

Навчальний посібник