

УДК 631.2

Килюшик А. Ф., Шешелідзе А. Ч. (Філія Консорціуму
«НВО «Укргідроенергобуд»)

ВІДСИПАННЯ ГРУНТІВ У ВОДУ – МЕТОД БУДІВНИЦТВА ГРУНТОВИХ СПОРУД

**В роботі розглянутий один із способів зведення напірних споруд і протифільтраційних елементів – відсіпанням ґрунту у воду. Обґрунтована технологія виконання робіт за таким способом.
Ключові слова:** будівництво, ґрунт, вода, напірна споруда.

Відсіпання ґрунтів у воду – один з основних способів зведення напірних споруд і протифільтраційних елементів.

Даний спосіб рекомендований до використання діючими нормативними документами:

- СНиП 2.06.05-84 *. Плотины из ґрунтовых материалов.

- СНИП 3.07.01-85. Гидротехнические сооружения речные.

В СНиПі 2.06.05-84 * в пункті 2.4 сказано:

2.4. Земляні греблі, дамби, протифільтраційні елементи напірних споруд у вигляді екранів, ядер і понурів можна споруджувати відсіпкою ґрунтів у воду.

ґрунт відсіпають у воду як у штучні прудки так і у природні водоймища (без будівництва перегородок і організації водовідливу) з врахуванням глибин і швидкостей течії.

В СНиПі 3.07.01-85 відсіпання ґрунтів у воду посвячена глава 3 в якій дано досить докладні рекомендації по технології та контролю якості відсіпання ґрунтів.

Обсяги ґрунтів, що укладаються в насипні споруди, обчислюються багатьма мільйонами кубічних метрів. Тому навіть незначне зниження витрат на їх виконання дає суттєвий економічний ефект і підвищує техніко-економічні показники гідровузлів що проектуються і будуються.

У практиці гідротехнічного будівництва існують такі основні способи зведення ґрунтових споруд: спосіб пошарової укладки з механічним ущільненням, гідравлічного намиву або гідромеханізації та спосіб відсіпки ґрунтів у воду.

Метод відсіпання лесових ґрунтів у воду з давніх часів застосовувався в Середній Азії при будівництві дамб, каналів і гребель. У наш час цим методом побудовані земляні греблі з глинистих і моренних ґрунтів, ряд гідроелектростанцій у північних районах Росії.

На сучасних гідроенергетичних будівництвах цей метод вперше був застосований на будівництві Бозсуйської греблі.

В СРСР цей спосіб вперше розроблено та впроваджено на практиці на будівництвах гребель з моренних ґрунтів в Карелії і на Кольському півострові (Нива-3, Княжегубська, Іовська, Путкінська, Верхньо-Туломська, Серебрянська-1).

Способом відсіпання ґрунтів у воду зведено понад 20 гребель і споруд, у тому числі: екран і понур Іріклінської греблі (Н = 37,5 м) на р. Урал, гребля Хішрау (Н = 36,5 м) в Середній Азії, гребля Болгар-Чай, гребля Перепадної ГЕС-1 Інгурського каскаду (Н = 55 м), понур і екран верхової перемички Чарвакської ГЕС (Н = 47 м).

Переваги методу відсіпання ґрунтів у воду:

1. На відміну від способу гідравлічного намиву метод відсіпання ґрунту у воду дає можливість використовувати для зведення насипів найрізноманітніші за складом глинисті ґрунти і уламкові скельні породи. Він простіше методу механічного пошарового ущільнення, так як виключає роботу ущільнюючих механізмів і труднощі, пов'язані з дотриманням оптимальної вологості ґрунтів, що ущільнюються.

2. Спосіб дозволяє істотно спростити виробництво робіт, особливо в дощову погоду, при заморозках і при високій інтенсивності отримати рівномірне ущільнення, необхідну щільність і вологість, скоротити термін робіт за рахунок цілорічного ведення робіт у порівнянні зі звичайними способами.

3. Можливість використання кар'єрних ґрунтів природної вологості, внаслідок чого відпадають трудовитрати на їх підсушування або зволоження.

4. Можливість створення ядра греблі із суглинку, вологість якого дещо більша межі пластичності.

5. Застосування способу відсіпки ґрунтів у воду можливе для різних видів глинистих ґрунтів від лесових і моренних супісєй до щільних глин, а також придатні ґрунти будь-якого ступеня грудкуватості: від однорідного за механічним складом порошкоподібного стану до великих грудок, що важко піддаються механічному роздробленню.

Як найбільш ефективний захід, спосіб відсіпки ґрунтів у воду застосовується для сполучення протифільтраційних земляних пристроїв в контактних зонах з бортами скельних каньйонів, з подошвою земляної споруди та сполучення з бетонними конструкціями.

Основною перевагою технології способу відсіпання ґрунтів у воду є підвищення надійності ґрунтових споруд, що зводяться. Це поясню-

ється тим, що при даній технології забезпечується самоконтроль (безперервна перевірка в процесі будівництва) фільтраційної міцності (надійності) споруджуваної греблі.

Самоконтроль забезпечується напором води в прудках. При цьому самоконтроль є універсальним, тобто здійснюється у всіх точках греблі і, що не менш важливо, супроводжується негайним посиленням слабких (сильно фільтруючих) місць шляхом їх самозалікуванням (кольматації). Саме цією особливістю пояснюється безаварійна робота ґрунтових гребель.

В результаті отримуємо структуру ґрунту, що відрізняється підвищеною щільністю і малою водопроникністю, з високим рівнем фільтраційної міцності споруди, перевіреної вже безпосередньо в період його створення на дію напором води в прудку.

Зведення ґрунтових споруд методом відсіпки ґрунту в воду відбувається таким чином:

1. Відсіпаються дамбочки обвалування, утворюючи карту-прудок.

Висота шару, що відсіпається (h), глибина води в прудку (h_1), висота сухого ґрунту над горизонтом води ($\blacktriangle h$) визначаються випробувальними дослідженнями.

Карта-прудок заповнюється водою за допомогою насоса.

2. Ґрунт відсіпається піонерно автосамосвалами в воду карти-прудка

Бульдозер розрівнює і зіштовхує ґрунт на бровці насипу.

Автомашини рухаються не по одному сліду, тому відбувається рівномірне ущільнення ґрунту.

3. Вода, що витісняється переливається через переливну трубу в суміжну карту-прудок.

Після заповнення карти-прудка ґрунтом проводиться відсіпання в наступний по черзі прудок.

Далі таким же чином відсіпається другий шар споруди.

В основі розмокання ґрунту лежить ефект Ребіндера – адсорбційне зниження міцності твердих тіл.

Основні процеси, що відбуваються в тілі споруди, при зведенні його способом відсіпання зв'язних ґрунтів у воду, полягають у наступному (рисунок): у нижній зволоженій частині шару знаходяться злиплі зерна глинистих частинок з негативними зарядами на кінцях і дипольні молекули води $H^+ OH^-$. Позитивно заряджений гідроген H^+ притягується до негативно зарядженої глинистої частинки. Відбувається потовщення водних оболонок, що призводить до виникнення розклинюва-

льних сил. Послаблюються чи руйнуються структурні зв'язки і відбувається розмокання і розпадання грудок на дрібні частинки.

Руйнування грудок на більш дрібні складові елементи відбувається через:

- велику кількість вологи в ґрунті;
- рух автомашин, які рухаються по шару, що відсипається;
- власну вагу вище розміщених шарів ґрунту;
- фільтрацію води з вище розташованих прудків.

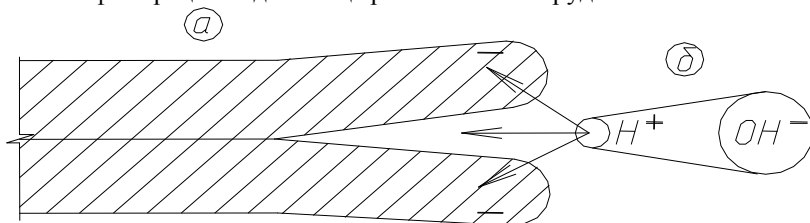


Рисунок. Схема розклинювальної дії води

а – злиплі зерна глинистої частинки з негативними зарядами на кінцях;

б – дипольна молекула води

У структурному відношенні ґрунт стає більш однорідним (монолітним), розміри грудок ґрунту зменшуються, зменшуються і пори між ними, а отже і активна пористість ґрунту, яка служить шляхами фільтрації вільної води.

Зменшення активної пористості при даному стані ґрунту спричиняє зменшення коефіцієнта його фільтрації.

Тривалість процесу консолідації ґрунту становить 2-3 місяці і залежить від типу споруди, гранулометричного складу та інших властивостей ґрунтів, кліматичних умов, інтенсивності і рівномірності відсипання.

Порівняння показників характеризується даними таблиці.

Таблиця показує, що в порівнянні з пошаровим укладанням при відсипці у воду з плином часу вологість зменшується, а щільність збільшується.

Таблиця

Спосіб зведення	Вагова вологість, %	Об'ємна вага, т/м ³	Вага скелету, т/м ³
Пошарове укладання	19,3	1,98	1,66
Відсіпка у воду через 45 днів	20,8	1,98	1,66
Відсіпка у воду через 60 днів	16,8	1,96	1,69
Відсіпка у воду через 60 днів з навантаженням 0,8 кг/см ²	16,9	2,00	1,72

При способі відсіпання ґрунтів у воду, за різними даними, досягається значне зниження витрат робочої сили і механізмів, зниження термінів і вартості будівництва в 5 разів.

В кінці 80-х, початку 90-х ЛПІ (Ленінградським політехнічним інститутом) для Дністровської ГАЕС була розроблена і досліджена технологія відсіпання місцевих ґрунтів у воду для створення екрана по всій площі верхнього басейну ГАЕС.

Дослідно-виробничі дослідження з відсіпки ґрунту верхнього водоймища Дністровської ГАЕС способом відсіпання в воду проводилися в районі захисної дамби с. Василівці від ПК12 до ПК16. В результаті виконання цих робіт були визначені основні технічні параметри: товщина відсіпання шару, глибина води в прудку, інтенсивність відсіпання і розміри карт.

Роботи з відсіпки випробувальних насипів проводилися тільки в профільних обсягах захисної дамби.

У польових умовах на випробувальних картах при відсіпання сарматських глин досягнута щільність від $\rho_d = 1.47$ г/см³ до $\rho_d = 1.53$ г/см³ і коефіцієнт фільтрації від $K_f = 3 \cdot 10^{-7}$ см/с до $K_f = 3 \cdot 10^{-8}$ см/с.

$K_f = 3 \cdot 10^{-8}$ см/с слід розглядати як проміжний результат.

Подальше наростання щільності в нижній половині товщини екрану, де практично реалізується основна частина напору, і особливо, приблизно в межах нижньої його чверті слід очікувати ще більш значну щільність.

1. Трунков Г. Т. Некоторые вопросы строительства и расчета земляных сооружений, возводимых отсыпкой в воду глинистых грунтов. – Ленинград, 1962.
2. Технические условия на возведение земляных сооружений способом отсыпки грунтов в воду, «Энергия» Ленинградское отделение, 1967.
3. Букин П. А. Сооружение плотин северных гидроузлов отсыпкой моренного грунта в воду, Москва, 1967.
4. Руководство по возведению грунтовых сооружений способом

отсыпки грунтов в воду. П 22-74, «Энергия» Ленинградское отделение, 1975.

5. Эристов В. С., Абхази В. И. и др. под ред. В. С. Эристова. Производство гидротехнических работ. – Москва, 1970. **6.** Лофицкий В. Н. Вопросы технологии земляных работ в гидротехническом строительстве, 1955.

7. Абрамов Ю. С., Емельянов Ф. И. Земляные работы на строительстве Сталинградской ГЭС, 1961. **8.** Толокно Н. В. «Труды Ленгидпроекта». Выпуск 11 – Опыт зимней укладки морены в ядро плотины Серебрянской ГЭС-1. **9.** Коллоидный журнал №4, 1950. В. С. Истомина. Расклинивающее действие тонких слоев воды между частицами связных грунтов. **10.** Журнал Гидротехническое строительство № 3, 1951. А. Ф. Васильев, К. В. Алексеев. Возведение плотины из моренных грунтов отсыпкой в воду. **11.** Журнал Гидротехническое строительство № 6, 1954. С. И. Мигин и В. М. Жукова. Увлажнение при уплотнении глинистых грунтов. **12.** Журнал Гидротехническое строительство № 1, 1956. В. К. Ремизников. Опыт возведения водоупорных элементов земляных плотин отсыпкой грунта в воду. **13.** Журнал Гидротехническое строительство № 3, 1959. Ф. И. Емельянов. Строительство понура водосливной плотины Сталинградского гидроузла методом отсыпки глинистых грунтов в воду. **14.** Журнал Гидротехническое строительство № 8, 1961. П. И. Володенков. Возведение земляных водоупорных сооружений способом отсыпки грунтов в воду. **15.** Журнал Гидротехническое строительство № 5, 1967. Р. А. Айрапетян. Возведение каменно-земляной плотины Перепадной ГЭС-1 и опыт ее эксплуатации. **16.** Журнал Гидротехническое строительство №8, 1969. А. Ф. Васильев. Основные выводы из 40-летнего опыта использования моренных грунтов в гидротехническом строительстве Кольского полуострова и Карелии. **17.** Журнал Гидротехническое строительство №10, 1970. Р. А. Айрапетян. Каменно-земляная плотина Перепадной ГЭС-1 Ингурского каскада. **18.** Журнал Гидротехническое строительство № 4, 1973. Р. А. Айрапетян. Возведение каменно-земляной плотины Перепадной ГЭС-1 и опыт ее эксплуатации. **19.** Журнал Гидротехническое строительство № 5, 1985. Ю. К. Севенард, М. П. Павчич, О. А. Пахомов. Эффективная технология возведения грунтовых сооружений. **20.** Журнал Гидроэнергетика и мелиорация № 4, 1968. Г. В. Абелишвили и др. Опыт возведения насыпей отсыпкой грунта в воду. **21.** Журнал Энергетическое строительство № 1, 1965. Васильев А. Ф., Павлов А. Ф. Возведение земляной плотины Верхне-Туломского гидроузла. **22.** Журнал Энергетическое строительство № 1, 1967. П. И. Володенков. Возведение земляных сооружений способом отсыпки грунтов в воду. **23.** Журнал Энергетическое строительство № 5, 1965. Ф. И. Емельянов. Устройство водонепроницаемого зуба из хвалыньских «шоколадных» глин. **24.** Журнал Энергетическое строительство № 6, 1971. В. Р. Сибирцев и др. Возведение ядер высоких плотин способом отсыпки грунтов в воду. **25.** Журнал Мелиорация и водное хозяйство № 6, 1988. В. И. Телешев и др. Строительство противодиффузионных экранов способом отсыпки грунта в воду. **26.** Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, том 158, 1982. О. А. Пахомов и др. Способ возведения грунтовых сооружений из комковатых и разнотернистых моренных суглинков. **27.** Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, том 178, 1984. Павчич М. П., Пахомов О. А. Уплотняемость комковатых моренных суглинков после отсыпки их в воду. **28.** Отчет о научно-исследовательской работы

«Образование новой технологии возведения экрана верхнего водоема». Ленинград. 91. **29**. Техническое задание и программа работ по опытной укладке суглинков и глин экрана верхнего бассейна Днестровской ГАЭС методом отсыпки грунта в воду. – Ленинград 1985.

Рецензент: д.т.н., профессор Рябенко О. А. (НУВГП)

Kylyushyk A. F., Sheshelidze A. Ch. (Branch of Consortium «SPO Ukrhidroenerhobud»)

DUMPING SOIL IN WATER – METHOD OF CONSTRUCTION OF GROUND STRUCTURES

We consider one of the way to construction pressure structures and ant infiltration elements - dumping soil into the water. Shown the technology works by this way.

Keywords: construction, soil, water, lifting construction.

Кильюшик А. Ф., Шешелидзе А. Ч. (Филиал Консорциума «НПО» Укргідроенергострой»)

ОТСЫПКА ГРУНТА В ВОДУ – МЕТОД СТРОИТЕЛЬСТВА ГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

В работе рассмотрен один из способов возведения напорных сооружений и противодиффузионных элементов – отсыпкой грунта в воду. Обоснована технология выполнения работ таким способом.

Ключевые слова: строительство, почва, вода, напорное сооружение.
