

УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ

Ущільнення ґрунтів в умовах обмеженого простору визначається технологічною специфікою будівельних робіт, а саме обмеженістю фронту робіт, особливостями геометричних елементів земляної споруди, що практично ускладнює, а іноді і взагалі виключає можливість використання звичайних машин (самоскиди і бульдозери для зворотної засипки, бульдозери і грейдери для пошарового розрівнювання ґрунту, катки і вібраційні машини для ущільнення ґрунту).

Крім того, ущільнення ґрунту ускладнюється наявністю в котлованах і траншеях різного роду труб, підземних комунікацій і збірних елементів, що не дозволяє на певних ділянках засипки розвивати достатні зусилля, необхідні для досягнення необхідної щільності.

Із загального обсягу ґрунту, що підлягає ущільненню в обмежених місцях, більша частина припадає на промислове і цивільне будівництво. Великий обсяг ґрунту підлягає ущільненню в пазухах фундаментів, трубопроводів, колекторів, оглядових колодязів, основ під підлоги всередині будівель, в перетинах різного роду комунікацій та ін.

Недостатнє ущільнення ґрунтів в цих місцях призводить до руйнування конструкцій будівельних споруд.

Залежно від виду конструкцій споруд (фундаменти, трубопроводи, колектори та ін.) в якості зворотних засипок допускається застосовувати насипні, скельні і нескельні ґрунти.

Стійкість зворотних засипок повинна забезпечуватися як в будівельний період, так і під час експлуатації споруд, шляхом дотримання певних вимог, що пред'являються до виду і стану застосовуваних в засипках ґрунтів.

Для забезпечення спільної роботи засипок з земляною спорудою вони повинні переважно виконуватися з того ж ґрунту, що і сама земляна споруда. Використання в засипках інших ґрунтів допускається тільки в тому випадку, коли їх фізико-механічні властивості близькі до властивостей місцевого ґрунту і коли це обґрунтовано техніко-економічною доцільністю. При цьому враховуються ті властивості, які характеризують для цієї споруди основний вид деформацій ґрунту в залежності від умов будівництва і погодньо-кліматичних факторів. Однак, у всіх випадках забороняється використовувати в засипках ґрунти, що є різномірними з ґрунтом земляної споруди, без достатнього обґрунтування.

Виняток становлять засипки конусів і ділянок сполучення насипів з мостами, які завжди повинні виконуватися з дренуючого ґрунту: гравію, щебеню і піску.

Вологість ґрунту зворотної засипки повинна забезпечувати можливість досягнення необхідної щільності і бути такою, при якій необхідна щільність досягається при найменших затратах праці. Це особливо важливо при ущільненні ґрунту зворотних засипок траншей з наявністю різного роду трубопроводів і біля фундаментів споруд.

Ґрунти в залежності від їх вологості (W), яка визначає можливість ущільнення, поділяють на чотири групи:

- сухі, $W < (0,8 \dots 0,9)W_0$, де W_0 – оптимальна вологість по методу стандартного ущільнення;
- оптимально вологі, $W = W_0 \pm 0,1W_0$;
- підвищеної вологості, $W_0 \pm 0,1W_0 < W < W_{\text{доп}}$;
- перезволожені, $W > W_{\text{доп}}$.

Щільність ґрунтів зворотних засипок, які сприймають навантаження, повинна бути не менше, ніж у ґрунту в природному заляганні. Недоущільнення ґрунту є причиною значного післябудівельного осідання засипки та викликає деформування і руйнування зведених на ній конструкцій.

Необхідна щільність ґрунту, що виражається об'ємною масою скелету ґрунту або коефіцієнтом ущільнення (K), встановлюється проектом на підставі досліджень методом стандартного ущільнення. Під коефіцієнтом ущільнення ґрунту розуміють відношення необхідної щільності ґрунту (g) до максимальної стандартної щільності ($g_{\text{макс}}$):

$$K = g/g_{\text{макс}}. \quad (1)$$

Щільність ґрунту в тілі подушок основ і фундаментів повинна відповідати обсягу і масі в щільному стані: для пісків великих і середньої крупності вона повинна складати $1,65 \text{ т/м}^3$, для пісків дрібних, супісків і суглинків – $1,6 \text{ т/м}^3$ і для шлаків – $1,5\text{--}1,7 \text{ т/м}^3$. При влаштуванні подушок в зворотних засипках, які є основою фундаментів під обладнання і під підлогу, щільність повинна бути не менше $1,6 \text{ т/м}^3$.

Зворотні засипки траншей і фундаментів, на які, крім їх власної ваги, не передаються додаткові навантаження, допускається зводити з щільністю ґрунту не менше $1,55 \text{ т/м}^3$.

Для насипів під'їзних приоб'єктних шляхів і зворотних засипок пазух і траншей, які є основою для вдосконалених доріг і відмосток, щільність ґрунту повинна становити $K = 0,95$. Для зворотних засипок пазух і траншей, які є основою для вдосконалених доріг і відмосток, $K = 0,90$.

Існують п'ять основних методів механічного ущільнення ґрунтів: укочуванням, вібрацією, вібротрамбуванням, трамбуванням і комбінованим впливом.

Метод ущільнення ґрунту укочуванням заснований на передачі статичного тиску від вальців (або коліс) на ґрунт, який підлягає ущільненню. Цей метод не знайшов застосування для ущільнення ґрунтів зворотних засипок в умовах обмеженого простору будівництва оскільки статичні катки, що працюють за цим методом, мають малу маневреність і великі габарити.

Метод ущільнення ґрунту вібрацією заснований на передачі механічних гармонійних коливань від робочих органів (вальця, колеса, плити, вібробулави) на ґрунт, що ущільнюється. Метод вібрації поділяється на поверхневий і глибинний.

Метод поверхневого віброущільнення ґрунту характеризується тим, що під час роботи ущільнюючий робочий орган розташовується на поверхні ґрунту і, здійснюючи коливальні рухи, впливає на нього.

При глибинному методі ущільнюючий робочий орган під час роботи знаходиться всередині ґрунту.

Поверхневий вібраційний метод знайшов застосування при ущільненні незв'язних і малозв'язних ґрунтів зворотних засипок. Глибинний вібраційний метод можна ефективно використовувати при ущільненні піщаних ґрунтів, особливо що знаходяться у водонасиченому стані.

Залежно від основних параметрів вібрації, якими є частота і амплітуда коливань, вібраційні машини для поверхневого ущільнення ґрунту можуть працювати також у вібраційно ударному режимі. Амплітуда їх коливань значно більше, а частота коливань менше, ніж у вібраційних машин. В цьому випадку вібраційні машини називаються вібротрамбуючими, а метод ущільнення віброущільненням.

Метод ущільнення ґрунтів вібротрамбуванням знайшов застосування в будівництві при ущільненні зворотних засипок в обмежених місцях.

Метод ущільнення ґрунту трамбуванням заснований на передачі ґрунту ударних навантажень. На відміну від вібраційного і вібротрамбуючого методів цей метод має значно більшу енергією удару за рахунок високої швидкості прикладання навантаження в момент зіткнення робочого органу з ґрунтом, завдяки чому він забезпечує ущільнення зв'язних і незв'язних ґрунтів шарами великої товщини (практично до 2 м).

Метод ущільнення ґрунту трамбуванням знайшов найбільш широке застосування в промисловому будівництві при влаштуванні ґрунтових подушок під основу фундаментів будівель і споруд, технологічне обладнання і підлоги. Цей метод застосовується також для трамбування котлованів в ґрунтах, які здатні просідати, при влаштуванні стовпчастих фундаментів.

Комбінований метод ущільнення ґрунтів заснований на використанні різного поєднання впливу на ґрунт статичних, вібраційних, вібротрамбуючих і трамбуючих навантажень. Цей метод дозволяє ущільнювати всі види ґрунтів і застосовується, головним чином, при широкому фронті робіт.