

Тема 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ НА ТЕРИТОРІЯХ ЗІ ЗДИМНИМИ ГРУНТАМИ

Мета вивчення теми. Засвоїти засади механіки здимних ґрунтів та особливості проектування основ і фундаментів на територіях з цими ґрунтами.

Питання для вивчення.

3.1. Загальне уявлення про здимні ґрунти.

3.2. Умови роботи фундаментів у здимних ґрунтах при їх сезонному промерзанні.

3.3. Заходи для зменшення впливу сил морозного випинання на деформації малоповерхових будівель.

3.4. Засадничі положення з проектування основ, фундаментів та будівель на територіях зі здимними ґрунтами.

3.5. Особливості закладання підвалин на територіях зі здимними ґрунтами.

3.1. До здимних відносяться вологі тонкодисперсні ґрунти, які при промерзанні збільшуються в об'ємі внаслідок переходу води у лід та утворенні прошарків і лінз із мерзлої води. При наступному сезонному відтаюванні у цих ґрунтах відбувається зворотній процес, що супроводжується їх розмерзанням, розрихленням, водонасиченням, збільшенням деформативності і зниженням спроможності сприймати навантаження від фундаментів.

Морозне випинання виражається, як правило, у нерівномірному піднятті поверхні промерзаючого ґрунту, при цьому напруження й деформації, які зумовлені випинанням, суттєво впливають на стан фундаментів та надземних конструкцій будівель, що споруджуються та експлуатуються. Один і той же ґрунт залежно від умов його існування може бути нездимним і схильним до випинання. Серед основних чинників, що впливають на здатність ґрунтів при промерзанні випинатися, є: щільність ґрунту, його вологість і глибина залягання ґрунтових вод, температурний режим у період промерзання, а також вертикальне навантаження, що передається на фундамент.

При вологості ґрунтів вище розрахункового рівня до здимних відносяться всі глинисті і пілуваті ґрунти, піски дрібнозернисті та пілуваті, а також

грубоуламкові ґрунти з пилювато-глинистим заповнювачем.

Здимні ґрунти характеризуються:

- величиною (деформацією) морозного випинання h_f , що уявляє собою висоту підняття поверхні шару промерзаючого шару;

- відносним випинанням f , яке визначається за формулою

$$f = h_f / d_f , \quad (3.1)$$

де d_f – грубизна шару, що здимається внаслідок промерзання.

За рівнем морозонебезпеки усі здимні ґрунти розподіляються на п'ять груп, а саме:

- практично нездимні, для яких $f \leq 0,01$;

- слабкоздимні, $0,01 < f \leq 0,035$,

- середньоздимні, $0,035 < f \leq 0,07$;

- сильноздимні, $0,07 < f \leq 0,12$;

- надмірноздимні, $f > 0,12$.

Пилювато-глинисті ґрунти можна віднести до однієї з зазначених п'яти груп за параметром R_f , що визначається за формулою:

$$R_f = 0,012(W - 0,1) + \left[\frac{W(W - W_{cr})^2}{(W_L W_p \sqrt{M_o})} \right] , \quad (3.2)$$

де w , w_L , w_p – вологості ґрунту в межах промерзаючого шару відповідно природної, на межі пластичності та на межі плинності;

w_{cr} – розрахункова критична вологість, нижче якої унеможлиблюється перерозподіл вологи у промерзаючому ґрунті;

M_o – коефіцієнт, значення якого приймають рівним абсолютному значенню середньозимової температури повітря у даній місцевості.

Грубоуламкові ґрунти з піщаним заповнювачем, а також піски гравелісті, грубозернисті, середньозернисті, які не мають у своєму складі пилювато-глинистих фракцій, відносяться до нездимних при будь-якому рівні залягання ґрунтових вод. Випинальні властивості грубоуламкових ґрунтів та пісків, пори яких заповнені пилювато-глинистими частинками, а також супісків при $I_p < 0,02$ оцінюються з урахуванням показника дисперсності, який визначають за

формулою

$$D = k / d^2 e, \quad (3.3)$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює $1,85 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$;

e – коефіцієнт пористості ґрунту;

d – середній діаметр зерняток ґрунту.

Якщо $D < 1$, то ґрунти відносять до нездимних, при $D > 1$ - до здимних, при чому, якщо $1 < D < 5$ - до слабкоздимних.

3.2. Тіло спорудженого фундаменту і будівлі на ньому впливає на глибину промерзання ґрунту біля нього. Так, якщо фундаменту немає, то глибина промерзання ґрунту під відкритою поверхнею становить

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (3.4)$$

де M_t – коефіцієнт, який дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних від'ємних (мінусових) температур за зимовий період у даній місцевості;

d_0 – величина, яку приймають рівною, м, для: суглинків і глин 0,23; супісків, пісків дрібнозернистих і пилюватих - 0,28; пісків гравелистих, грубих і середньозернистих - 0,3; грубоуламкових ґрунтів 0,34.

Для ґрунтів неоднорідного складу значення d_0 визначається як середньозважене у межах глибини промерзання.

Спорудження будівлі, що не опалюється, збільшує глибину промерзання ґрунту біля фундаменту, а будівлі, що опалюється, унеможлиблює промерзання ґрунту, що знаходиться під підлогою будівлі, і зменшує глибину промерзання того ґрунту, який прилягає з зовнішньої сторони фундаментів зовнішніх стін. Тому розрахункову глибину промерзання ґрунту біля фундаментів визначають за формулою

$$d_f = k_h d_{fn}, \quad (3.5)$$

де d_{fn} – нормативна глибина промерзання ґрунту до спорудження фундаменту;

k_h – коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму будівлі на промерзання ґрунтів, значення якого залежить від середньодобової температури повітря в приміщеннях біля фундаменту та від конструктивних і теплофізичних

особливостей підлоги, при чому $k_h = 0,4-1$.

Якщо будівля не опалюється, то $k_h=1,1$.

Здимні вологі тонкодисперсні ґрунти довкола фундаменту при промерзанні намагаються збільшитися в об'ємі і піднятися. Внаслідок цього під подошвою фундаментів розвиваються нормальні напруження випинання σ_{fn} , а на бічній поверхні – дотичні напруження морозного випинання τ_{fn} .

Закладати фундаменти у ґрунт треба на таку глибину, щоб під їх подошвою ні в якому разі не було промерзання. Зате може промерзати здимний ґрунт, який прилягає до бічних поверхонь фундаментів, що, як уже зазначалося, спричиняє розвиток дотичних напружень, які намагаються підняти фундамент, тобто порушити його стійкість. Значення дотичних напружень залежать від шершавості бічних поверхонь фундаментів та від рівня морозонебезпеки здимних ґрунтів, що прилягають до бічних поверхонь. Так, на гладенькій необробленій бетонній бічній поверхні фундаменту можуть розвинутися τ_{fn} таких значень:

- 110 кПа, якщо ґрунти супіски, суглинки і глини з $I_L > 0,5$, або піски дрібнозернисті та пілуваті з $S_r > 0,95$ і $D > 5$;
- 90кПа, якщо ґрунти супіски, суглинки і глини з $I_L = 0,25-0,5$, або піски дрібнозернисті та пілуваті з $S_r=0,8 - 0,95$ і $D > 1$;
- 70кПа, якщо ґрунти супіски, суглинки і глини з $I_L < 0,25$ або піски дрібнозернисті та пілуваті з $S_r=0,6-0,8$ і $D > 1$.

У випадку, коли бічна поверхня фундаментів шершава, то вказані значення τ_{fn} збільшуються в 1,1 - 1,5 рази залежно від кількості та розмірів впадин на цій поверхні.

3.3. На ділянках зі здимними ґрунтами глибину закладення фундаментів призначають не меншою глибини промерзання d_f з тим, щоб ґрунт безпосередньо під подошвою не промерзав. При цьому в проекті основ і фундаментів треба розробити заходи, спрямовані на недопущення зволоження ґрунтів основи, а також промерзання їх у період будівництва.

Для попередження попадання поверхневих вод у здимні ґрунти під час

будівництва треба до початку спорудження фундаментів провести такі меліоративні заходи: огороження котлованів нагрітими канавами, планування території з тим, щоб вода не попадала в котлован, а стікала по канавах або лотках. При високому рівні ґрунтових вод рекомендується застосовувати водозниження, дренаж тощо.

Способи захисту здимних ґрунтів від промерзання у будівельний період залежать від конструктивних особливостей будівлі та засобів теплозахисту. Для теплозахисту можна застосувати тирсу, шлаки та інші подібні промислові й сільськогосподарські відходи, а при тимчасовій консервації будов у зимовий період - сніг. У будівлях, які ще не здано в експлуатацію, для захисту від промерзання здимних ґрунтів рекомендується опалювати приміщення, які розміщуються безпосередньо біля фундаментів в тому числі підвальної частині.

3.4. Види ґрунтів для засипання пазух котлованів, методи і ступінь ущільнення засипки та терміни їх виконання призначають з умовою, щоб під час будівництва та експлуатації будівлі дотичні сили морозного випинання на фундамент, не перевищували суму сил, що утримують фундамент від підняття. При цьому стійкість фундаменту вважають забезпеченою, якщо виконується умова

$$\tau_{fn} A_{fn} - F \leq \gamma_c F_{rf} / \gamma_n, \quad (3.6)$$

де τ_{fn} – дотичні напруження, що розвиваються на бічній поверхні фундаменту при промерзанні здимних ґрунтів;

A_{fn} – площа бічної поверхні фундаменту в межах глибини промерзання;

F -розрахункове значення постійного навантаження на фундамент при коефіцієнті надійності $\gamma_f = 0,9$;

F_{rf} – розрахункове значення сили, яка утримує фундамент від підняття, визначається за формулою (3.7.);

γ_c і γ_n – коефіцієнти умов роботи і надійності, які дорівнюють 1,1.

$$F_{rf} = \sum^n R_{fi} A_{fi}, \quad (3.7)$$

де R_{fi} – розрахунковий опір ґрунтів зсувові на бічній поверхні

фундаменту нижче глибини промерзання в і-му шарі;

A_{fi} – площа бічної поверхні фундаменту в межах і -го шару.

Для зменшення впливу сил морозного випинання ґрунтів на фундаменти в необхідних випадках у проекті передбачають протиздимні заходи, а саме: захист ґрунту від зволоження, покриття бічної поверхні консистентною змазкою, полімерною плівкою, засолення ґрунту хімічними речовинами, які не спричиняють корозійної дії на бетон, арматуру. Для пристосування надземної частини будівлі до нерівномірних деформацій рекомендується застосовувати конструктивні заходи.

Дотичні сили морозного випинання можуть не тільки підняти фундамент, але й розірвати його, особливо коли він виконаний з анкерною плитою. Тому вимагається перевіряти міцність матеріалу усіх типів фундаментів на дію дотичних сил морозного випинання, при цьому значення цієї сили визначають за формулою

$$F_{fh} = \tau_{fh} A_{fh} - F, \quad (3.8)$$

де F_{fh} – розрахункове значення сили, що спричиняє розривання фундаменту;

τ_{fh} і A_{fh} – те ж саме, що і в формулі (3.6.).

Перевірку міцності матеріалу фундаменту на дію дотичних сил морозного випинання виконують як для закінченого так і незакінченого до початку зимового сезону періоду будівництва. Якщо виявиться, що сила випинання F перевищує утримуючу силу анкера, вагу фундаменту і спорудженої частини будівлі, то в проекті передбачають заходи щодо захисту ґрунту від промерзання.

Контрольні запитання

1. Які ґрунти відносять до здимних.
2. У чому полягає морозне випинання ґрунтів, при яких умовах воно проявляється.
3. Назвіть чинники, що впливають на здатність ґрунтів випинатися.
4. Назвіть додаткові характеристики, за якими оцінюють здатність ґрунтів

випинатися.

5. Назвіть групи ґрунтів за рівнем морозонебезпеки.

6. За яким параметром відносять пилувато-глинисті ґрунти до певної групи за рівнем морозонебезпеки.

7. За яким параметром відносять грубоуламкові ґрунти, піски, малопластичні супіски до певної групи за рівнем морозонебезпеки.

8. Як визначити нормативне значення глибин промерзання ґрунту на ділянці з відкритою поверхнею.

9. Як визначити розрахункове значення глибини промерзання ґрунту біля фундаментів неопалюваних будівель.

10. Як визначити розрахункове значення глибин промерзання ґрунту біля фундаментів опалюваних будівель.

11. Які напруження розвиваються під підшовою і на бічній поверхні фундаментів при промерзанні здимних ґрунтів.

12. Вимоги до призначення глибини закладання фундаментів у ґрунти, схильні до морозного випинання.

13. Назвіть заходи для захисту здимних ґрунтів від промерзання у будівельний період.

14. Назвіть заходи для захисту здимних ґрунтів від зволоження у будівельний період.

15. Назвіть заходи, які зменшують негативну дію сил морозного випинання у експлуатаційний період.

16. Як перевіряють стійкість фундаменту при дії сил морозного випинання.

17. Як перевіряють міцність фундаменту при дії морозного випинання.

