3.1 Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

В геоморфологіному відношенні майданчик будівництва, що проекту­ється, розташований в межах Рівного. Рельєф ділянки складений із глибоко врізаними річковими долинами, абсолютні відмітки змінюються від 352,0 до 350,0. Природній ухил ділянки дозволяє відводити воду, яка накопичується від дощів та розтавання снігів.

На будівельному майданчику бурінням трьох свердловин на глибину 15 метрів встановлено 5 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ). Для надання рекомендацій на проектування основ і фундаментів необхідно визначити фізичні характеристики грунтів, розрахункові механічні характеристики грунтів, дати назву грунтам, дати загальне заключення про інженерно – геологічні умови.

Згідно проведених досліджень, виявлено, що грунтові води знаходяться на глибині 10-15м. Родючий шар грунту на ділянці становить 40см, тому вивезення на зберігання грунту відбувається на ближньому полі з отриманим дозволом.

ІГЕ 1 – грунтово-рослинний шар, товщиною 0,4м

ІГЕ 2 – звязний грунт, товщиною 2,2 – 5,8 м.

Дані лабораторних аналізів наведені в табл.3.1.

***Таблиця 3.1.***

Дані лабораторних аналізів ІГЕ – 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Фізико-механічні характеристики | | | | | | | | | | |
| ρS,  г/см3 | ρ,  г/см3 | W,  % | WL,  % | WР,  % | E,  мПа | ϕ,  град | c,  кПа | Відносне просідання εsl  при тиску р, кПа | | |
| 100 | 200 | 300 |
| ІГЕ-2 | 2,74 | 1,79 | 17,0 | 34,0 | 18,0 | --- | 22 | 16 | 0,005 | 0,006 | 0,011 |

Визначаємо похідні фізичні характеристики грунту.

* Число пластичності:

Ір=WL-WP=34,0-18,0=16,0%;

Згідно з ДСТУ Б.В.2.1 – 2 – 96 глинистий грунт з числом пластичності

Ір=16,0 %, грунт називається ***суглинком***.

* Показник текучості:



Суглинок з показником текучості ІL=-0,0625≤0 називається ***твердим***.

* Коефіцієнт пористості:



* Коефіцієнт водонасичення:



Оскільки відносне просідання  при тиску р=300кПа, то грунт називається просідаючим.

*Назва грунту*: ***Суглинок твердий просідаючий***.

ІГЕ 3 – звязний грунт, товщиною 4,0 – 4,1 м.

Дані лабораторних аналізів наведені в табл.3.2.

***Таблиця 3.2.***

Дані лабораторних аналізів ІГЕ – 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Фізико-механічні характеристики | | | | | | | | | | |
| ρS,  г/см3 | ρ,  г/см3 | W,  % | WL,  % | WР,  % | E,  мПа | ϕ,  град | c,  кПа | Відносне просідання εsl  при тиску р, кПа | | |
| 100 | 200 | 300 |
| ІГЕ-3 | 2,67 | 1,71 | 22,0 | 29,0 | 18,0 | 8 | 16 | 15 | --- | --- | --- |

Визначаємо похідні фізичні характеристики грунту.

* Число пластичності:

Ір=WL-WP=29,0-18,0=11%;

Згідно з ДСТУ Б.В.2.1 – 2 – 96 глинистий грунт з числом пластичності

Ір=11≤17 %, грунт називається ***суглинком***.

* Показник текучості:



Суглинок з показником текучості ІL=0,36 називається ***тугопластичний***.

* Коефіцієнт пористості:



* Коефіцієнт водонасичення:



Суглинок з коефіцієнтом водонасичення Sr=0,65.

*Назва грунту*: ***Суглинок туго пластичний***

ІГЕ 4 – звязний грунт, товщиною 2,0 – 2,1 м.

Дані лабораторних аналізів наведені в табл.3.3.

***Таблиця 3.3.***

Дані лабораторних аналізів ІГЕ – 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Фізико-механічні характеристики | | | | | | | | | | |
| ρS,  г/см3 | ρ,  г/см3 | W,  % | WL,  % | WР,  % | E,  мПа | ϕ,  град | c,  кПа | Відносне просідання εsl  при тиску р, кПа | | |
| 100 | 200 | 300 |
| ІГЕ-4 | 2,70 | 1,78 | 25,0 | 28,5 | 18,5 | 10 | 14 | 14 | --- | --- | --- |

Визначаємо похідні фізичні характеристики грунту.

* Число пластичності:

Ір=WL-WP=28,5-18,5=10%;

Згідно з ДСТУ Б.В.2.1 – 2 – 96 глинистий грунт з числом пластичності

Ір=10≤17 %, грунт називається ***суглинком***.

* Показник текучості:



Суглинок з показником текучості ІL=-0,65 називається ***м’якопластичний***.

* Коефіцієнт пористості:



* Коефіцієнт водонасичення:



Суглинок з коефіцієнтом водонасичення Sr=0,75.

*Назва грунту*: ***Суглинок м’якопластичний*** .

ІГЕ 5 – незвязний грунт, товщиною 2,8 – 3,6 м..

Дані лабораторних аналізів наведені в табл.3.4.

***Таблиця 3.4.***

Дані лабораторних аналізів ІГЕ-5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Гранулометричний склад | | | | | | | | | | Фізико-механічні характеристики | | | | | |
| ≥10 | 10-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | <0.005 | г/см3 | г/см3 | W, % | Е, мПа | град | с,  кПа |
| ІГЕ-5 | 2,0 | 2,0 | 13,0 | 13,0 | 28,0 | 14,0 | 12,0 | 10,0 | 6,0 | --- | 2,60 | 1,97 | 24,0 | 32 | 36 | 2 |

За гранулометричним складом згідно з ДСТУ Б.В.2.1-2.96 даний грунт називається піском середньої крупності, так як маса частинок крупніших за 0,25 мм становить 58%.

Визначаємо похідні, фізичні характеристики грунту.

Коефіцієнт пористості

;

Пісок середньої крупності з коефіцієнтом пористості е=0,67 знаходиться у стані середньої щільності.

Коефіцієнт водонасичення

;

Пісок з коефіцієнтом водонасичення  знаходиться в стані насичення водою.

Повна назва грунту: пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою.

3.1.2. Розрахункові характеристики грунтів.

Значення міцністних характеристик грунтів: кута внутрішнього тертя ϕ та питоме щеплення с, а також щільності грунтів лабораторією видані як нормативні. У розрахунках основ і фундаментів використовуємо розрахункові характеристики.

Всяка розрахункова характеристика визначається за виразом:

 де An – нормативне значення;

γg – коефіцієнт надійності для грунту для розрахунків за 2-ою групою граничних станів γg = 1,0 для розрахунків за 1ою групою граничних станів при визначенні питомого щеплення γg = 1,5 , при визначенні кута внутрішнього тертя в пісках γg = 1,1 у глинистих грунтах γg = 1,15, при визначенні питомої ваги γg = 1,05.

Для ІГЕ – 2

 



 





Для ІГЕ – 3

 



 





Для ІГЕ – 4

 



 





Для ІГЕ – 5

 



 





3.2 Визначення типу грунтових умов за просіданням.

Для визначення типу грунтових умов за просіданням визначимо можливе просідання просідаючох товщі від власної ваги грунту при його замочуванні до Sr=0,8 для чого:

1. Ділимо просідаючу товщу (в межах ІГЕ) на окремі розрахункові шари товщиною hi≤2 м.
2. Визначаємо вологість замоченного грунту Wsat і його питому вагу γsat:

Для ІГЕ-2 – вологість замоченного грунту:



- питома вага замоченого грунту:



1. Визначаємо напруження в грунтовому масиві, які виникають від власної ваги замоченного грунту на нижній межі кожного розрахункового шару:

(див. таб. 3.5).

1. Визначаємо напруження в середині розрахункового шару .
2. З графіків  (рис. 3.1) визначаю початковий тиск просідання εsl,i для даного розрахункового шару. Якщо  (напруження в середині розрахункового шару менше початкового тиску просідання Psl  ІГЕ), то грунт в розрахунковому шарі вважаємо при цьому тиску непросідаючим.
3. Визначаємо просідання Sst,i  кожного розрахункового шару росідаючої товщі: Ssl,i =εsl,ihiksl,i , де ksl,i =1,0 при визначенні росідання від власної ваги грунту.
4. Визначаємо загальне просідання всієї товщі за формулою: 

До визначення типу грунтових умов таб. 3.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назва | Товщина | Питома вага замоче- | Товщина розрахун- | Gzg,sat, | Gzg,sat,і, | sl,i | Ssl,i |
| ІГЕ | грунту | ІГЕ, м | ного грунту sat, кН/м3 | кового шару hi, м | кПа | кПа | м |
| ІГЕ-2 | Супісок  твердий  просідаючий | 5,8 | 18,82 | 2 | 37,64 | 18,82 | Gzg,sat,i<Psl | 0 |
| 18,82 | 2 | 75,28 | 56,46 | Gzg,sat,i<Psl | 0 |
| 18,82 | 1,8 | 109,16 | 92,85 | Gzg,sat,i<Psl | 0 |
| Σ | | | | | | | | 0 |

І тип грунтові умови, в яких відсутнє просіданні від власної ваги.



Рис 3.1. Визначення можливого просідання фундаменту

Напруження в середині розрахункового шару менше початкового тиску просідання, отже грунт непросідаючий.

Дані лабораторних аналізів і дані розрахунки для всіх ІГЕ зводимо в таблицю (таблиця 4.6.)

Таблиця 3.6.

Фізико – механічні характеристики будівельного майданчика

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  ІГЕ | Назва грунту | Товщина ІГЕ, м | Основні фізичні характеристики | | | | | Похідні фізичні характеристики | | | | | | Міцнісні характерис-тики | | | | Деформаційні характеристики | | | |
| **ρs**, г/см3 | **ρ**, г/см3 | **W**, % | **WL**, % | **WP**, % | **IP**, % | **IL**, д.о. | **е**, д.о. | **Sr**, д.о. | **γI**, кН/м3 | **γIІ**, кН/м3 | **ϕІ**, град | **ϕIІ**, град | **сІ**, кПа | **сІІ**, кПа | Відносне просідання при тиску р, кПа | | | Е,  кПа |
| 100 | 200 | 300 |
| ІГЕ-1 | Грунт рослинний | 0,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ІГЕ-2 | Суглинок твердий просідаючий | 2,2-5,8 | 2,74 | 1,79 | 17,0 | 34,0 | 18,0 | 16,0 | -0,063 | 0,79 | 0,59 | 17,05 | 17,9 | 19 | 22 | 10,67 | 16 | 0,005 | 0,006 | 0,011 | --- |
| ІГЕ-3 | Суглинок тугопластич-ний | 4,0-4,1 | 2,67 | 1,71 | 22,0 | 29,0 | 18,0 | 11 | 0,36 | 0,9 | 0,65 | 16,29 | 17,1 | 14 | 16 | 10 | 15 | --- | --- | --- | 8000 |
| ІГЕ-4 | Суглинок м’якопластич-ний | 2,0-2,1 | 2,70 | 1,78 | 25,0 | 28,5 | 18,5 | 10 | 0,65 | 0,9 | 0,75 | 17,0 | 17,8 | 13 | 14 | 9,33 | 14 | --- | --- | --- | 10000 |
| ІГЕ-5 | Пісок середньої крупності, се-редньої щільно-сті, насичений водою | 2,8-3,6 | 2,60 | 1,97 | 25,0 | --- | --- | --- | --- | 0,64 | 0,98 | 18,80 | 19,7 | 33 | 36 | 1,33 | 2 | --- | --- | --- | 32000 |

3.3. Висновки про інженерно геологічні умови будівельного майданчика

Для будівництва виділено вільний від забудов майданчик прямокутної форми в плані. Рельєф місцевості спокійний зі схилом з північно-західної сторони ділянки від абсолютної позначки 352,0 до позначки 350,00 в південно-східній частині майданчика На майданчику пробурено три свердловини глибиною 15м кожна. Бурінням свердловин та аналізом результатів лабораторних досліджень зразків грунту встановлено, що геолого-літологічна будова майданчика має такий вигляд:

ІГЕ 1 – грунтово-рослинний шар, товщиною 0,4м

ІГЕ 2 – суглинок твердий, товщиною 2,2 – 5,8 м.

ІГЕ 3 – суглинок тугопластичний, товщиною 4,0 – 4,1 м.

ІГЕ 4 – суглинок м’якопластичний, товщиною 2,0 – 2,1 м.

ІГЕ 5 – пісок, середньої крупності, середньої щільності, насичений водою, товщиною 2,8 – 3,6 м..

Грунтові води знайдено на глибині 10,15 м.

3.4. Обгрунтування прийнятого варіанту фундаменту.

В результаті проведеного техніко-економічного порівняння варіантів фундаментів прийнято для подальшого проектування пальові фундаменти.

3.5 Збір навантажень на фундаменти

Визначення навантажень на фундаменти (див. розділ2)

3.6. Визначення глибини закладення ростверка

В нашому випадку глибина закладення фундаменту, може залежати від *глибини сезонного промерзання ґрунтів* та *конструктивних особливостей будівлі*.

Глибина закладення ростверка, виходячи з глибини сезонного промерзання ґрунтів. Розрахункову глибину промерзання ґрунту визначаємо за формулою (2)[12] , де

*kh=1,1* - враховуємо ймовірність припинення будівництва на зимовий період; *dfn* - нормативна глибина промерзання ґрунту, яку визначаємо за формулою (3) [13] , де

*d0=0,28м –* прийнято як для супісків.

Згідно з *табл. 3*[14] для м. Львів сума абсолютних значень середньомісячних від‘ємних температур за зиму становить: . Отже *м*.

Розрахункова глибина промерзання ґрунту становитиме *df=1,1∙0,99=1,09м*.

Врахуємо прокладання водогону і каналізації, які проходять крізь стіни підвалу і нижче розрахункової глибини промерзання ґрунту*.* Таким чином, глибина закладення фундаменту, виходячи з *глибини сезонного промерзання ґрунтів* становитиме

.

Глибина закладення фундаменту, виходячи з *конструктивних особливостей будівлі* становить *м* (*див. рис.3.1*).

Аналізуючи інженерно-геологічні і гідрогеологічі умови будмайданчика та враховуючи вимоги *табл. 1* [14]**,** в подальші розрахунки приймаємо більше з отриманих значень. Отже, глибину закладення ростверка приймаємо рівною *м*.

3.7. Визначення несучої здатності палі

Навантаження *P*, допустиме на палю, виходячи з її несучої здатності по ґрунту, обчислюємо за формулою



де *γk=1,4* (несучу здатність палі визначали розрахунком за формулами ДБН).

Несучу здатність палі *Fd* на глибині, де діє позитивне тертя визначаємо за формулою (8) [15]

**

де *γc=1,0*; *A=0,3∙0,3=0,09м2*; *u=4∙0,3=1,2м*;*γcR=1,0* - *(див табл. 4 [14]*); *R=3870кПа* визначене за інтерполяцією (*див табл. 2 [14]*).

Оскільки з поверхні до глибини 2,*8м* нижче підошви ростверка залягають глинисті ґрунти твердої консистенції, то для полегшення заглиблення палі крізь товщу цих ґрунтів та зменшення сил негативного тертя на бічній поверхні палі в межах просідаючої товщі влаштовуємо лідерні свердловини діаметром рівним стороні поперечного перерізу палі.

Значення опору ґрунту на бічній поверхні палі в межах просідаючої товщі приймаємо рівним нулю (І-й тип ґрунтових умов за просіданням).

Допоміжні розрахунки з визначення граничного опору ґрунту на бічній поверхні палі виконуємо в табличній формі (див. табл. 3.7).

**До розрахунку несучої здатності палі**

### ***Таблиця 3.7***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва **ІГЕ** | Товщина **ІГЕ**, *м* |  | Товщина розрахун-кового шару, *hi м* | Середня глибина залягання розрахунково-го шару, *м* | *fi*,  *кПа* | *γcfi* | *hi fiγcfi*,  *кПа•м* |
| супісок твердий  IL<0 | 5,80 | ***0,3****м*  ***hk=2,0****м* |  |  |  |  |  |
|  | 2,0 | 4.0 | 0 | 0.5 | 0 |
| 0,8 | 5.4 | 0 | 0.5 | 0 |
| Суглинок тугопластич-ний IL=0,36 | 4,00 | ПН110.30 | 2,00 | 6.8 | 37.6 | 1,0 | 75.2 |
| 2,00 | 9.8 | 39.7 | 1,0 | 79.4 |
| Суглинок м’якопластич-ний IL=0, 56 | 2,00 |  | 2,00 | 10.8 | 23.1 | 1,0 | 46.2 |
| Пісок середньої крупності, се-редньої щільності, насичений водою | 1,9 |  | 1,9 | 12.75 | 65.55 | 1,0 | 124.55 |
|  |  |  |  | ∑ | 325.35 |

Навантаження, допустиме на палю, виходячи з її несучої здатності по матеріалу *P=1000кН*. В подальші розрахунки приймаємо менше з двох отриманих значень, тобто *P=527.66кН*.

3.8. Підбір необхідної кількості паль

Навантаження на рівні планувальної відмітки: NI=112655,4кН - прийнято з розділу 2.

Кількість паль *n* для сприйняття навантаження *NI* визначаємо за формулою (1) [14]

*шт*

З конструктивних міркувань приймаємо 214 паль розставляємо їх в ростверку і перевіряємо виконання виразу (4) [14]

*кН* *кН,*

де *GnI=0,3∙0,3∙10,7∙25∙1,1=26,5кН; GpI=10028,2 кН –* вага ростверку (див. конструктивний розділ).

Умова виконується. Остаточно приймаємо 214 паль С110.30.

3.9. Підпір дизель-молота

Визначаємо мінімальну енергію удару *Э* за формулою:

*Э=1,*75 *α F=*1,75 *25 527,66=23085Дж=23,085кДж.*

*F=1000кН - несуча здатність палі,*

*α=25Дж/кН – безрозмірний коефіцієнт*.

Приймаємо трубчатий дизель-молот С974 (*див. табл. 9*[14] *енергія удару 76кДж*), енергія удару якого більша мінімальної.

Перевіряємо придатність прийнятого молота за умовою:

(*Gh+Gb)/Эр≤ km* , де

*km=6 – безрозмірний коефіцієнт;*

*Gh=10,1кН – повна вага молота (див. табл. 9*[14]*);*

*Gh=24,75+1,25+0,15=26,15кН – вага палі, наголовника і підбабка;*

*Gп=0,3∙0,3∙11∙25=24,75кН – вага палі;*

*Gн=1,25кН – вага наголовника;*

*Gпб=0,15кН – вага підбабка*.

*Эр – розрахункова енергія удару;*

*Эр =0,9 G'р hm, де*

*G'р=5,0кН– вага ударної частини молота (див. табл. 9*[14]*);*

*hm =1,8м – фактична висота падіння ударної частини (див. табл. 9*[14]*).*

*Эр=0,9∙1,8∙5,0=8,1кДж.*

Підставляємо отримані значення в формулу (15[14])

*(10,1+26,15)/8,1=4,35<6*

Умова виконується. Отже, обраний дизель-молот для занурення палі придатний.