

Іванишин В. А., д.геол.н., професор, Корзаченко М. М., к.т.н.
(Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів,
ivanishin2015@stu.cn.ua, korzachenko_87@stu.cn.ua),
Пеньковець О. О., військовослужбовець

**ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ ПІД РЕКОНСТРУКЦІЮ
ПРИВАТНОЇ ДВОПОВЕРХОВОЇ НЕЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ НА
ВУЛ. ШЕВЧЕНКА, 4 (М. ЧЕРНІГІВ), ДЛЯ НАДБУДОВИ ТРЕТЬОГО І
ЧЕТВЕРТОГО (МАНСАРДНОГО) ПОВЕРХІВ ПІД ЖИТЛО**

Стаття містить результати інженерно-геологічних досліджень під реконструкцію приватної двоповерхової нежитлової будівлі на вулиці Шевченка, 4, у місті Чернігові, які були викликані потребою надбудови третього і четвертого поверхів під житло. Досліджена ділянка вкрита шаром осадових порід. Вона вивчена до глибини 11 м. За геоморфологічними ознаками знаходиться на 1-й правобережній надзаплавній терасі рік Десни та Стрижня. Район робіт майже рівнинний з абсолютними позначками поверхні землі від 119 до 120,5 м нахилом до долини р. Стрижень. Рельєф ділянки формувався під значним техногенним впливом. До XVIII століття тут знаходилася фортеця «Чернігів», фортечні рови та виконані потім нові забудови. За результатами досліджень в розкритому розрізі виділено чотири верстви та п'ять інженерно-геологічних елементів (ІГЕ). Вони представлені верхньочетвертинними алювіальними відкладеннями, які покриті сучасними техногенними насипними ґрунтами. Ґрунти залягають похило-горизонтально. Окремі верстви мають лінзоподібну форму.

Ключові слова: ділянка; ґрунти; дослідження; інженерно-геологічні елементи; зондування; свердловина; шурф; вода.

Постановка проблеми. Стійкість будівель і споруд, їх безпечність залежать від детального, якісного, глибокого вивчення властивостей відкладень, на яких вони зводяться. Позаяк четвертинні відкладення на території Чернігівщини зокрема та в Україні загалом мають складне змінне поширення на площі і складну літологію в розрізі (по глибині), то якась частина цієї проблеми буде завжди недослідженою.

Враховуючи розвиток міст та нестачу придатних до забудови вільних територій, будівництво доводиться вести на забудованій території. Процес реконструкції зачіпає території, які формувалися протягом тривалого часу, такі території можуть містити аварійні чи зношені будівлі. На таких територіях як під час будівництва, так і реконструкції потрібно уточнювати геологічне середовище.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати інженерно-геологічних досліджень на цій ділянці відсутні. Щодо методів обстеження фундаментів та, за необхідності, проведення реконструкції, така інформація досить ґрунтовно наведена в [1; 2].

Мета роботи. Комплексне вивчення розкритих свердловинами та шурфами відкладень на досліджуваній ділянці. Перед дослідниками стоять завдання детально вивчити інженерно-геологічні властивості порід і води. Обстежити фундаменти. За результатами вишукувань дати відповідь на питання чи можна надбудувати ще 3-й і 4-й поверхи над існуючою будівлею.

Виклад основного матеріалу. Інженерно-геологічні вишукування на ділянці виконані товариством з обмеженою відповідальністю «Чернігівбудрозвідування» для оцінки її інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов, вивчення фізико-механічних властивостей ґрунтів і передбачення їх змін у часі, розчленування розкритого розрізу на інженерно-геологічні елементи (ІГЕ). Об'єкт розташований у південній частині м. Чернігова по вул. Шевченка, 4. Площадка забудована (рис. 1).

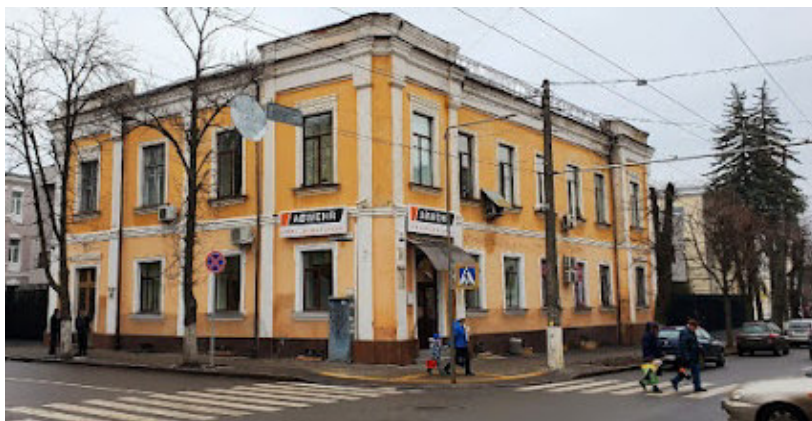


Рис. 1. Двоповерховий будинок по вул. Шевченка, 4, в м. Чернігів

Склад, обсяги та методика виконаних робіт наведено в таблиці. До початку виконання робіт ділянка була забудована.

За тектонічним районуванням вона знаходиться в північно-західній частині Дніпровсько-Донецької западини і покривається осадовими породами.

Таблиця

Склад, обсяги та методика робіт

№ з/п	Види робіт	Один. вим.	Кількість	Методика виконаних робіт
Польові роботи				
1	Буріння свердловин	шт./м	2/21	Спосіб буріння – механічний, шнековий та ударно-канатний
2	Статичне зондування	шт./м	1/11	ДСТУ Б.В.2.1-9-2002 [3]
3	Відбирання проб непорушеної структури	шт.	9	ДСТУ Б.В.2.1-8-2001 [4]
4	Проходка шурфів-відслонення	шт.	6	
Лабораторні роботи				
1	Консистенція	зразок	2	ДСТУ Б.В.2.1-3-96 [5]
2	Щільність та вологість	зразок	9	ДСТУ Б.В.2.1-3-96 [5]
3	Гранулометричний склад	зразок	19	ДСТУ Б.В.2.1-3-96 [5]

Інженерно-геологічна будова її вивчена до глибини 11 м. Вона ґрунтується на геологічному розрізі I-I (рис. 2), представленому інженерно-геологічними елементами 1–5, у яких виділено 4 верстви за результатами буріння свердловин (рис. 3), статичного зондування (рис. 4) і лабораторних досліджень [6; 7]. Розкриті пласти відкладень залягають похило-горизонтально. Деякі верстви лінзоподібні.

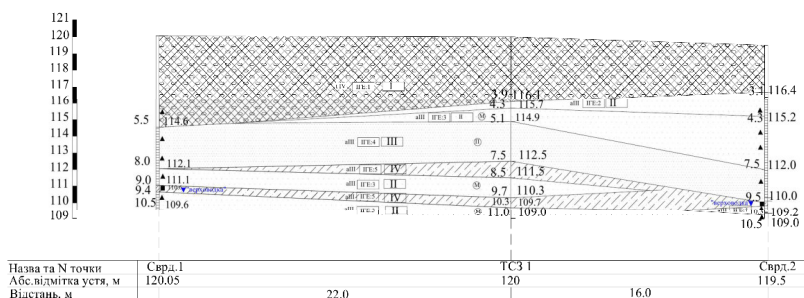


Рис. 2. Інженерно-геологічний розріз I-I, масштаби: горизонтальний 1:100, вертикальний 1:100



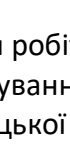


ІГЕ	Стратиграфічний індекс	Глибина підповерхні	Відмітка підповерхні	Потужність шару	Шкала глибин	Літологічний розріз	Опис ґрунту	Консист./ст.вод./піску
1	t IV	5.5	114.55	5.5	1-5		Насипний ґрунт (пісок, супісок, цегла)	
4	all	8	112.05	2.5	6-8		Пісок пилуватий, щільний	
3	all	9	111.05	1	9		Пісок мілкий, щільний	
5	all	9.4	110.65	0.4	9		Супісок пластичний	
3	all	10.5	109.55	1.1	10		Пісок мілкий, щільний	

Рис. 3. Інженерно-геологічний розріз, св. 1

До початку виконання робіт ділянка була забудована.

За тектонічним районуванням вона знаходиться в північно-західній частині Дніпровсько-Донецької западини і покривається осадовими породами.

Розкриті відкладення мають таку літологічну характеристику та відносний вік.

1. Сучасні відкладення:

Верства I (ІГЕ 1) – насипний ґрунт. Товщина від 2,1 до 5,5 м. Це суміш пісків та ґрунтового-рослинного шару, у верхній частині відмічена значна кількість цегли та щебеню кристалічних порід.

2. Верхньочетвертинні алювіальні відкладення – аIII:
Верства II (ІГЕ 2). Пісок дрібнозернистий, ясно-сірий, низьковологий, середньо-щільний. Товщина 0,5–1,2 м. Залягає безпосередньо під насипними ґрунтами.

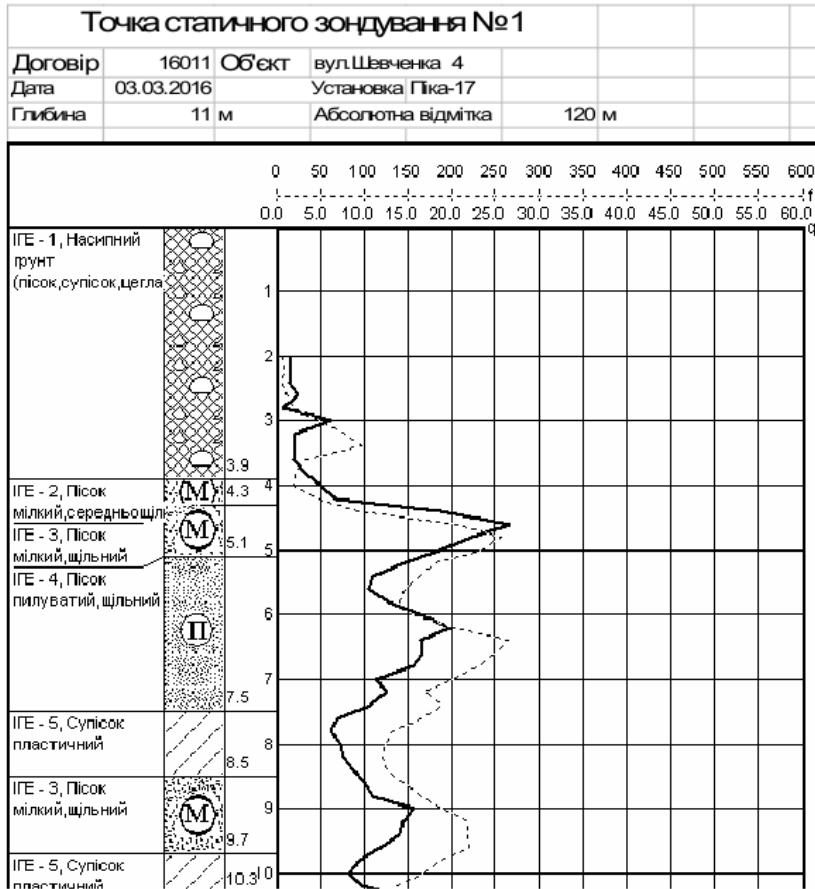


Рис. 4. Діаграма статичного зондування

Верства II (ІГЕ 3). Пісок дрібнозернистий, ясно-сірий, низьковологий, щільний, товщиною близько 4,5 м. До глибини 9,5–10,4 м залягає прошарками.

Верства III (ІГЕ 4). Пісок тонкозернистий, ясно-жовтий, жовто-сірий, низьковологий, щільний, товщиною близько 2,5 м і глибиною залягання покрівлі 5,1–7,5 м.

Верства IV (ІГЕ 5). Супісок легкий, пластичний, жовто-сірий, ясно-сірий. Трапляється прошарками товщиною 0,2–0,4 м.

Фізичні властивості ґрунтів у лабораторних умовах вивчалися на монолітах та пробах ґрунтів порушеної структури, у польових –

статичним зондуванням за діючими на момент дослідження державними стандартами.

На зразках непорушеної структури в лабораторіях визначалась щільність ґрунтів, коефіцієнти пористості, на зразках порушеної – консистенція супісків та їх гранулометричний склад.

Фізико-механічні властивості ґрунтів до глибини 11 м в умовах природного залягання визначались статичним зондуванням, яке виконувалось комплектом апаратури з одночасним і незалежним вимірюванням опору ґрунту під конусом зонда q та тертя по його боковій поверхні f . Тип зонда II, комплект устаткування та конструкція відповідають ДСТУ Б.В.2.1-9-2002.

Вдавлювання зонда діаметром 36 мм в ґрунт проводилось гідравлічною та механічною системами бурової установки ПБУ-2, яка розвивала зусилля вдавлювання зонда понад 50 кН (5 тс). Спосіб реєстрації крапковий, через 0,2 метра.

Отримані визначення властивостей ґрунтів за результатами лабораторних досліджень та статичного зондування (рис. 5) були використані для розчленування товщі ґрунтів на інженерно-геологічні елементи згідно з державними будівельними нормами і державними стандартами.

Ґрунтові води до глибини 11 м під час вишукувань були відсутні. Доцільно наголосити, що, за даними багаторічних спостережень за рікою Десна, пік її паводку в Чернігові досягав рівня 112,5 м у 1970 році, а це вказує на те, що максимальні рівні ґрунтових вод на ділянці досліджень знаходяться на 0,2–0,3 м вище. Потрібно додати тут, що під час інженерно-геологічних вишукувань на ґрунтах ІГЕ 5 була виявлена «верховодка», яка може ширше розповсюдитися у більш водні сезони.

Враховуючи ту обстановку, що підмурки будівлі розташовані вище зазначених глибин (рис. 6) і знаходяться у піщаній товщі, вони від впливу природних факторів захищені. Тут можлива лише дія поверхневих вод місцевого водозабору при недостатньо якісному водовідведенні, конденсаційних вод та техногенних вод при аварійних ситуаціях. Тому гідроізоляція підвальних приміщень не завадить.

Фізико-механічні властивості ґрунтів визначалися з урахуванням можливих змін геологічного середовища. При піднятті рівня ґрунтових вод буде змінюватися консистенція ґрунтів, щільність тощо.

Основними факторами, які можуть спричинити зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів, є фактори техногенного характеру та підбір ґрунтових вод річкою Стрижень.

Інше позначення і виду ґрунту	Літологічний опис, номер серії та індексу-середнього відліку	Назва ґрунту (згідно з ГОСТ 25100-82 ДСТУ Б В.2.1-2-96)	Нормативні значення														
			Природна вологість	Гранична текучість	Гранична розпуковість	Чисельна пластичність	Показник когезивності	Щільність насиченого ґрунту	Щільність ґрунту	Щільність сухого ґрунту	Пористість	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Вологоємність полова	Кут внутрішнього тертя	Шлях розповсюдження	Модуль деформації
			W	W _l	W _p	I _p	I _c	ρ _s	ρ	ρ _d	n	e	S _w	W ₁₀₀	φ°	c°	E _{mod}
			Долі одиниці					г/см ³			Долі одиниці			град.		кПа	кПа
пV		Насипний ґрунт (пісок,супісок)						2,65									
аIII		Пісок мілкозернистий,середньомілий	0,03					2,65	1,65	1,60		0,66	0,12	0,25	33	2	29
аIII		Пісок мілкозернистий, щільний	0,05					2,65	1,78	1,70		0,56	0,22	0,21	37	5	45
аIII		Пісок піскуватий, щільний	0,08					2,66	1,95	1,79		0,49	0,50	0,18	35	7	34
аIII		Суپیсок легкий,пластичний	0,22	0,24	0,21	0,03	0,33	2,67	2,00	1,64		0,63	0,92	0,24	24	13	16

Рис. 5. Таблиця нормативних та розрахункових показників властивостей ґрунтів

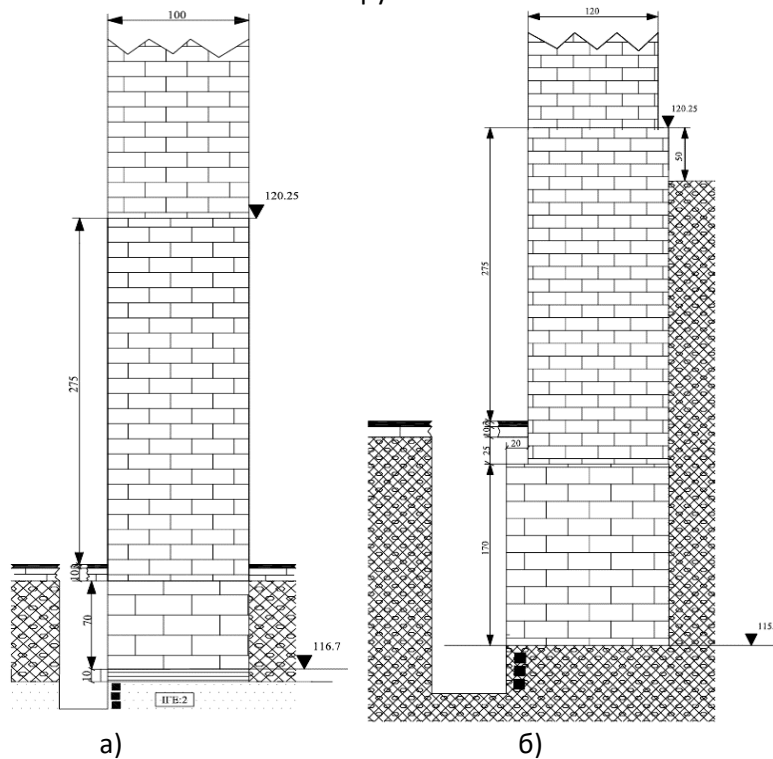


Рис. 6. Шурф-відслонення:
а) центральна стіна; б) зовнішня, західна стіна

Висновки

За геоморфологічними ознаками досліджувана ділянка знаходиться на 1-й правобережній надзаплавній терасі річок Десни та Стрижня.

Рельєф території рівнинний, з абсолютними позначками поверхні

землі 119,0–120,5.

У геологічній будові ділянки беруть участь техногенні (насипні) ґрунти та верхньочетвертинні алювіальні відкладення. В розкритому геологічному розрізі виділено 5 інженерно-геологічних елементів. Товщина насипних ґрунтів між геологічними виробками може бути більшою ніж у пробурених свердловинах.

Ґрунтові води знаходяться на глибині понад 11 м. Їх рівень залежить від метеорологічних факторів та рівневого водного режиму річки Десни і її притоки ріки Стрижень.

За результатами хімічного аналізу води водоносного горизонту відносяться до гідрокарбонатно-кальцієвого типу з мінералізацією 0,6–0,8 г/л. Вони неагресивні до бетонів марок W4-W6.

Насипні ґрунти ІГЕ 1 недоуцільнені. Їх використання як основи будівлі недоцільне.

Фундаменти – цегляні, товщиною від 0,6 м до 1,5 м.

За результатами обстеження підмурків рекомендовані заходи для їх зміцнення, зокрема методом цементації [8]. Цей метод передбачає буріння в тілі фундаменту шпурів або отворів для встановлення ін'єкторів діаметром 25 мм. Діаметр отворів, які виконують в тілі фундаменту, повинен бути на 2–3 мм більше діаметра ін'єктору. Відстань між ними вздовж фундаменту повинна відповідати 50–100 см. Глибина занурення ін'єктора в кладку повинна складати 0,4–0,6 ширини фундаменту. Рідкий цементний розчин необхідно подавати під тиском 0,2–0,6 МПа.

1. Основи реконструкції будівель і споруд : навч. посіб. / І. Г. Іваник, С. І. Віхоть, Р. С. Пожар та ін. ; за ред. І. Г. Іваника. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 272 с. **2.** Клименко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навч. посіб. Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. 280 с. **3.** ДСТУ Б.В.2.1-9-2002. Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. [Чинний від 2001-05-30]. *Державний стандарт України*. Київ : Держбуд, 2002. 24 с. **4.** ДСТУ Б.В.2.1-8-2001. Основи та фундаменти споруд. Ґрунти. Відбирання, упакування, транспортування і зберігання зразків. [Чинний від 2002-04-01]. *Державний стандарт України*. Київ : Держбуд, 2002. 17 с. **5.** ДСТУ Б.В.2.1-3-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Лабораторні випробування. Загальні положення [Чинний від 1997-01-01]. *Державний стандарт України*. Київ : Держкоммістобудування, 1997. 34 с. **6.** ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний від 2008-07-01]. *Державні будівельні норми України*. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 72 с. **7.** ДСТУ Б.В.2.1-5-96. Основи та

підвалини будинків і споруд. Грунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань [Чинний від 1997-04-01]. *Державний стандарт України*. Київ : Держкоммістобудування, 1997. 24 с. **8.** Nagy B., Kustermann A. Rehabilitation of Porous Building Components and Masonry by MICP Injection Method. *Buildings*. 2023. Vol. 13. P. 1273. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13051273> (дата звернення: 10.08.2023).

REFERENCES:

1. Osnovy rekonstruktsii budivel i sporud : navch. posib. / I. H. Ivanyk, S. I. Vikhot, R. S. Pozhar ta in. ; za red. I. H. Ivanyka. Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2013. 272 s. **2.** Klymenko Ye. V. Tekhnichna ekspluatatsiia ta rekonstruktsiia budivel i sporud : navch. posib. Kyiv : «Tsentр navchalnoi literatury», 2004. 280 s. **3.** DSTU B.V.2.1-9-2002. Grunty. Metody polovokh vyprobuvan statychnym i dynamichnym zonduvanniam. [Chynnyi vid 2001-05-30]. *Derzhavnyi standart Ukrainy*. Kyiv : Derzhbud, 2002. 24 s. **4.** DSTU B.V.2.1-8-2001. Osnovy ta fundamenti sporud. Grunty. Vidbyrannia, upakuvannia, transportuvannia i zberihannia zrazkiv. [Chynnyi vid 2002-04-01]. *Derzhavnyi standart Ukrainy*. Kyiv : Derzhbud, 2002. 17 s. **5.** DSTU B.V.2.1-3-96. Osnovy ta pidvalyny budynkiv i sporud. Grunty. Laboratorni vyprobuvannia. Zahalni polozhennia [Chynnyi vid 1997-01-01]. *Derzhavnyi standart Ukrainy*. Kyiv : Derzhkommistobuduvannia, 1997. 34 s. **6.** DBN A.2.1-1-2008. Vyshukuvannia, proektuvannia i terytorialna diialnist. Vyshukuvannia. Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva. [Chynnyi vid 2008-07-01]. *Derzhavni budivelni normy Ukrainy*. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2008. 72 s. **7.** DSTU B.V.2.1-5-96. Osnovy ta pidvalyny budynkiv i sporud. Grunty. Metody statystychnoi obrobky rezultativ vyprobuvan [Chynnyi vid 1997-04-01]. *Derzhavnyi standart Ukrainy*. Kyiv : Derzhkommistobuduvannia, 1997. 24 s. **8.** Nagy B., Kustermann A. Rehabilitation of Porous Building Components and Masonry by MICP Injection Method. *Buildings*. 2023. Vol. 13. R. 1273. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13051273> (data zvernennia: 10.08.2023).

Ivanyshyn V. A., Doctor of Geological Sciences, Professor, Korzachenko M. M., Candidate of Engineering (Ph.D.) (Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, ivanishin2015@stu.cn.ua, korzachenko_87@stu.cn.ua), **Penkovets O. O., Serviceman**

ENGINEERING AND GEOLOGICAL RESEARCH FOR THE RECONSTRUCTION OF A PRIVATE TWO-STORY NON-RESIDENTIAL BUILDING AT SHEVCHENKO STREET, 4 (CHERNIHIV) FOR THE ADDITION OF THE THIRD AND FOURTH (ATTIC) FLOORS FOR RESIDENTIAL PURPOSES

To study the geological structure of the surveyed site, two boreholes were drilled, a static sounding was performed at one point, and six test pits were excavated.

Based on the results of the work, the area was examined to a depth of 11 meters. Geomorphologically, it is located on the first right-bank floodplain terrace of the Desna and Stryzhen rivers. The area of work is almost flat, with absolute ground surface elevations ranging from 119 to 120.5 meters and a slope towards the Stryzhen River. The relief of the site has been formed under significant technogenic influence from human activities.

The stratigraphy revealed by the boreholes consists of modern technogenic fill soils and upper Quaternary alluvial deposits, which lie mainly in an obliquely horizontally, with only a few layers having a lens-like shape. In the section, four layers and five engineering and geological elements were identified based on the obtained soil properties from laboratory tests and static sounding.

Groundwater was absent during research up to a depth of 11 meters. Their level depends on meteorological factors and the water regime of the Desna and Stryzhen rivers. The physical and mechanical properties of the soils were determined taking into account possible changes in the geological environment. The consistency, density, and estimated bearing pressure of the soils will change with the rise of groundwater. According to the chemical analysis of the water, it belongs to the hydrocarbon-calcium type with a mineralization level of 0.6–0.8 g/l, and it is non-aggressive towards concrete grades W4-W6.

Based on the results of the examination of the foundations, measures for their reinforcement are recommended, including the method of cementation.

Keywords: site; soils; research; engineering-geological elements; probing; borehole; test pit.
