

УДК 624.131.22 : 502 (477.75)

Сухорученко С.К.

ВПЛИВ ТЕХНОГЕНЕЗУ НА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИЙ СТАН НИЖНЬОКРЕЙДОВИХ ГЛИН КРИМСЬКОГО ПЕРЕДГІР'Я

Розглянуті прояви гіпергенних змін техногенно порушених глин нижньокрейдового віку, які викликають деформацію й руйнування споруд і елементів інфраструктури. На прикладі міст Сімферополя, Феодосії та інших населених пунктів Кримського Передгір'я наведені кількісні показники інженерно-геологічних властивостей глин, які зазнали техногенних змін.

Ігнорування або недостатнє врахування при житловому, промисловому, транспортному будівництві мінералогічних, фізичних, технічних властивостей глин, у першу чергу їх набухання мають наслідком деформації, руйнування споруд, транспортних магістралей, інших комунікацій.

В дослідженому автором районі Кримського Передгір'я найбільш негативні наслідки непередбачених змін властивостей глин нижньокрейдового віку, які призвели до відселення людей, значних матеріальних збитків [2], були зафіксовані в містах Сімферополі й Феодосії.

Мета цієї роботи полягала в дослідженні змін у просторі й часі основних інженерно-геологічних показників глин нижньої крейди Кримського Передгір'я. Предметом дослідження були прояви набухання й деформаційно-міцнісні характеристики глин.

За даними виконаних автором експериментальних досліджень й з урахуванням результатів робіт інших дослідників [1, 2, 4], були виділені техногенні фактори, вплив яких практично не враховується при будівництві інженерних об'єктів на глинистих ґрунтах району (табл. 1).

Зміна властивостей глин у межах населених пунктів відбувається в два етапи. Перший пов'язаний із впливом господарської діяльнос-

ті, забудовою території інженерними об'єктами. Другий – зі зворотним процесом, коли під впливом господарської діяльності відбуваються зміни глин з порівняно низькими деформаційно-міцнісними й підвищеними набухаючими властивостями, що впливає на стан інженерних об'єктів. Як наслідок, у них виникають деформації, що спричиняють утворення тріщин, часткове або повне руйнування споруд.

Порушені техногенезом глини нижньої крейди в порівнянні з первинними глинами характеризуються:

- підвищеними значеннями показників природної вологості, вологості на межі текучості й розкочування, числа пластичності, коефіцієнту пористості, пористості й коефіцієнту водонасичення;
- зменшеними показниками щільності та щільності сухого ґрунту;
- зміною загального стану глин з твердих (у природних умовах) до напівтвердих (у порушених під впливом техногенних факторів умовах), крім того, в змінених глинах зустрічаються м'якопластичні й текучопластичні їх різновиди, які відсутні в природних глинах;
- зростанням середнього значення показників тиску набухання в 2,8 рази й відносного набухання в 2,0 рази;

– збільшенням показників усадки за висо- об'ємом – у 1,09 рази.
тою в 1,3 рази, за діаметром – у 1,43 рази й за

Таблиця 1.

Техногенні фактори, які впливають на стан нижньокрейдових глин

Техногенні фактори	Процеси, спричинені їх впливом
<p><u>надмірне зволоження, обумовлене:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – витратами з водонесучих комунікацій, які становлять від 20 до 44% від загального обсягу водопостачання; – прокладкою водоводів до нових мікрорайонів без прокладки від них централізованої каналізації й відсутністю каналізаційних систем у селах; – появою екранів, які перешкоджають випаровуванню води із зони аерації; – нерегульованим скидом дощових і талих вод у зливову каналізацію, якою на 10-15% від її необхідної довжини забезпечені великі міста і яка відсутня в сільських населених пунктах; – зміною напрямків поверхневого і підземного стоку на забудованих територіях; – появою підземних баражів за рахунок фундаментів, підземних лінійних споруд; – поливом присадибних ділянок, газонів; – створенням штучних ставків. 	<ul style="list-style-type: none"> 1) підтоплення; 2) вилуговування; 3) набухання; 4) зміни фізичних показників глин; 5) корозія
<p><u>механічний вплив, обумовлений:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – підрізкою схилів; – відриванням котлованів, кар'єрів, траншей тощо; – навантаженням схилів будинками, спорудами та відвалами ґрунтів; – засипанням балок, ярів та інших тимчасових водотоків. 	<ul style="list-style-type: none"> 1) зсуви; 2) підтоплення; 3) вивітрювання; 4) зміни фізичних показників глин

За результатами досліджень було встановлено, що середні значення деформаційно-міцнісних показників порушених техногенезом нижньокрейдових глин у порівнянні з первинними понизилися: модуля деформації в 1,09-1,14 рази; питомого зчеплення в 1,18-1,28 рази та кута внутрішнього тертя в 1,08-1,24 рази.

Було встановлено погіршення деформаційно-міцнісних показників і зростання показників набухання глин за рахунок додаткового техногенного зволоження в межах усіх населених пунктів, насамперед міст Сімферополя й Феодосії (табл. 2).

Таблиця 2.

Зміни деформаційно-міцнісних показників і параметрів набухання глин нижньої крейди під впливом техногенного підтоплення

Місто	Параметри	До підтоплення			Після підтоплення		
		мін.	макс.	середн.	мін.	макс.	середн.
Сімферополь	питоме зчеплення, кПа	24	66	45	15	44	25
	кут внутрішнього тертя, гр.	14	25	21	9	22	17
	модуль деформації, МПа	24	44	33	11	36	24
	тиск набухання, МПа	0,05	0,12	0,08	0,11	0,60	0,28
	відносне набухання, %	7	13	10	11	96	56
Феодосія	питоме зчеплення, кПа	25	86	44	13	43	27
	кут внутрішнього тертя, гр.	13	26	22	10	25	18
	модуль деформації, МПа	25	45	34	15	37	25
	тиск набухання, МПа	0,06	0,18	0,10	0,10	0,33	0,19
	відносне набухання, %	6	17	11	12	37	19

Після підтоплення середні величини питомого зчеплення глин зменшились у 1,39-1,44 рази, кута внутрішнього тертя в 1,18-1,19 рази, модуля деформації в 1,26-1,27 рази; середні значення відносного набухання зросли в 1,7-5,6 рази, тиску набухання – в 1,90-3,50 рази.

Негативним наслідком техногенного підтоплення є також розширення території можливого прирощення сейсмічності на 1 бал, у відповідності з ДБН В.1.1-12:2006. За даними сейсмічного мікрорайонування, виконаного Інститутом геофізичних наук ім. С.І.Суботіна АН УРСР і в межах окремих ділянок Сімферопольським філіалом інституту «УкрГПНТІЗ», для Феодосії на початку 90-х років ХХ ст. цей показник становив 0,87 км², для Сімферополя – 0,48 км². За станом на 2012 р., територія, в межах якої за рахунок техногенного підтоплення стало можливим прирощення сейсмічності на 1 бал, складала для Феодосії вже 5,09 км², а для Сімферополя 2,0 км², тобто за цей період вона збільшилась майже в 5 разів.

На активність вивітрювання глин впливають механічні перетворення рельєфу (розкриття глин при забудові територій, підрізка схилів, відривання котлованів, кар'єрів тощо) і додаткове їх зволоження. При цьому відбува-

ється розуцільнення нижньокрейдових глин, формування зони вивітрювання, потужність якої, за даними інженерно-геологічних досліджень, коливається від 5,0 до 15 м, тобто в 3-5 разів перевищує потужність зони вивітрювання глин у природних умовах. На збільшення потужності кори вивітрювання глин впливає також наявність тектонічних порушень.

В будові кори вивітрювання товщі досліджених глин виділяються три зони (згори до низу за розрізом): дисперсна, тріщинна й уламкова. В більшості випадків дисперсна зона порушених техногенезом глин має потужність від 0,5 до 1 м, тріщинна – 2-4 м, уламкова – 3-10 м. Зміни стану глин Мар'їнського кар'єру Сімферополя при вивітрюванні за один рік спричинили збільшення потужності дисперсної й тріщинної зон у 1,2 рази.

Деформаційно-міцнісні й фізичні показники вивітрених техногенно порушених глин нижньої крейди Сімферополя й Феодосії (табл. 3) суттєво погіршились: підвищились їх природна вологість, коефіцієнт водонасичення, коефіцієнт пористості та зменшились значення щільності, модуля деформації, питомого зчеплення й кута внутрішнього тертя.

Таблиця 3.

Середні значення фізичних показників техногенно розкритих і зволжених вивітрених і невивітрених глин нижньої крейди

Місто	Стан глин	Фізичні й технічні параметри глин							
		щільність, г/см ³	природна вологість	показник текучості	коефіцієнт пористості	коефіцієнт водонасичення	модуль деформації, МПа	питоме зчеплення, кПа	кут внутрішнього тертя, град.
Сімферополь	вивітрени	1,71	0,378	0,11	1,033	0,90	15	28	15
	невивітрени	1,83	0,298	0,03	0,911	0,89	21	34	17
Феодосія	вивітрени	1,80	0,264	0,08	0,823	0,91	22	34	18
	невивітрени	1,91	0,221	-0,04	0,732	0,89	30	40	21

Середні значення тиску набухання та відносного набухання вивітрених і невивітрених різновидів техногенно порушених глин Сім-

ферополя й Феодосії (табл. 4), характеризують глини нижньої крейди як сильнонабухаючі.

Таблиця 4.

Середні показники набухання техногенно розкритих і зволжених вивітрених і невивітрених глин нижньої крейди

Стан глин	Показники	
	відносне набухання, %	тиск набухання, МПа
вивітрени	27	0,31
невивітрени	16	0,16

В порівнянні з природними глинами техногенно змінені вивітрени й невивітрени глини нижньої крейди характеризуються більш низькою щільністю – в 1,03-1,07 рази і деформаційно-міцнісними показниками – в 1,08-1,28 рази та підвищеними значеннями природної вологості, текучості, коефіцієнту водонасичення й коефіцієнту пористості. Це пов'язане зі зміною структурного зв'язку між мінеральними частинками через неодноразовий прояв циклів зволоження-висушування, набухання-усадки, хімічних змін глин внаслідок зміни гідрогеологічних умов забудованих територій.

Показники відносного набухання вивітрених глин, порушених внаслідок техногенного розкриття й зволоження, зросли в порівнянні з первинними глинами майже в 2 рази, тиску набухання – в 2,5 рази; відносне набухання невивітрених глин збільшилось у 1,6 рази, тиску набухання – в 2,3 рази.

Негативні наслідки техногенного впливу на властивості глин спостерігались у багатьох населених пунктах. Були деформовані й зруйновані одно-двоповерхові будинки селища Сарри-Су поблизу м. Білогірська, п'ятиповерхові будинки мікрорайону Мар'їне в Сімферополі, декілька будинків і споруд Феодосії.

Селище Сарри-Су розташоване в 2,5 км на захід від Білогірська. Дочетвертинними відкладами тут є мергелі, вапняки, вапнисті глини верхньої крейди й глини нижньої крейди, розділені розривним порушенням. Четвертинні відклади представлені ґрунтово-рослинним шаром і верствою делювіальних вапнистих суглинків потужністю від 0,8 до 6,8 м. Досліджені глини аргілітоподібні, темносірого або сірого кольору. Через 10 років після забудови одно-двоповерховими будинками, проведення

водопроводів і через відсутність каналізаційних мереж внаслідок прояву набухання нижньокрейдових глин розпочались процеси деформації будинків селища. За результатами інженерно-геологічних досліджень, тиск набухання на початку його забудови складав 0,03-0,05 МПа, через 10 років – 0,075 МПа. Тобто через техногенне зволоження тиск набухання зріс у 1,5-2 рази, що й спричинило деформацію та руйнування будинків.

Деформації будинків по вул. Б.Хохлова, Лескова, Пирогова в Сімферополі, відбулись під впливом активного техногенного Мар'їнського зсуву, а також процесів набухання-усадки нижньокрейдових глин, пов'язаних з появою й коливанням рівня техногенного горизонту підземних вод.

Техногенний Мар'їнський зсув утворився в 60-х роках ХХ ст. на тілі стабільного середньоплейстоценового зсуву внаслідок початку роботи кар'єру по видобутку глин [1]. Деформаційно-міцнісні й набухаючі властивості глин на початку забудови (до утворення техногенного зсуву в 50-60 рр. ХХ ст.) та через 40-45 років після забудови району одно-п'ятиповерховими житловими будинками погіршились: величина питомого зчеплення зменшилась у 1,47-3,00 рази, кута внутрішнього тертя в 1,63-2,67 рази, модуля деформації в 1,18-1,45 рази; показники відносного набухання зросли в 2,75-5,00 рази, тиску набухання в 4,33-6,27 рази.

Підземні води в глинах нижньої крейди в період забудови характеризувались спорадичністю, глибина їх прояву становила 3,5-7,4 м. До 2009 р. в районі розташування зруйнованих будинків по вул. Лескова і Б.Хохлова сформу-

вався техногенний водоносний горизонт з глибиною залягання від 2 до 3 м.

Через зміну режиму підземних вод, обумовленого витокami з комунікацій водопостачання, відбулась деформація стін і підтоплення корпусу №2 турбази «Таврія» по вул. Беспалова в Сімферополі. Корпус був побудований у 1971 р., рівень підземних вод у цей час був на глибині нижче 5 м. Але вже в 1977 р. в його підвальних приміщеннях почала епізодично з'являтися вода. Починаючи з 1978 р., в стінах будинку з'явилися тріщини з прогресуючим розкриттям. Підлога підвалів деформувалась, активізація процесу набухання глини нижньої крейди спричинила деформацію стін будинку.

Інженерно-геологічні й гідрогеологічні дослідження, виконані в 2002 і 2005 рр., дозволили виявити причини деформації будинку:

– наявність під частиною будинку сильно набухаючих глини нижньої крейди з тиском набухання від 0,3 до 0,4 МПа;

– присутність під іншою частиною будинку похованої балки середньоплейстоценового віку, заповненої зсувними суглинними, глинистими й бриловими відкладами, перекритими текучопластичними й текучими делювіально-пролювіальними глинами;

– в південно-східній частині будинку підвальна стіна була змочена до половини своєї висоти, а в північно-західній його частині вода перебувала в каналізаційних шахтах на глибинах від 0,2 до 0,5 м від підлоги будинку;

– основний потік техногенних підземних вод у 1988, 2002 і 2005 рр. відбувався в напрямку із заходу на схід, не перекритому дренажною системою.

Змочування поверхневими й техногенними ґрунтовими водами спричинило деформацію фундаменту районного вузла зв'язку по вул. Чехова в Феодосії. Глини нижньої крейди тут слабко набухаючі, аргілітоподібні, з прошарками дрібного кварцового піску, зрідка з кристалами гіпсу. Підземні води відсутні, незважаючи на те, що територія майбутнього будівництва була досить довго забудована одноповерховими будинками. Через надмірне зволоження території і утворення техногенного горизонту підземних вод, відкриті в котло-

вані глини нижньої крейди розущільнилися, що призвело до погіршення їх технічних властивостей: зменшення модуля деформації в 2 рази, питомого зчеплення в 1,2 рази, кута внутрішнього тертя в 1,3 рази, зниження щільності, а також зростання коефіцієнту пористості та показника відносного набухання – в 4,1 рази. Крім того, за показником текучості глини з твердих перешли в тугопластичні.

Висновки

1. Головним техногенним фактором, який суттєво впливає на інженерно-геологічні показники глини нижньої крейди, викликає деформацію, руйнування споруд і елементів інфраструктури, є додаткове зволоження.

2. Найбільш небезпечні наслідки спостерігаються в разі поєднання декількох небезпечних геологічних процесів – зсувів, техногенного зволоження ґрунтів, проявів набухання глини та ін. В Сімферополі, Феодосії та інших населених пунктах Кримського Передгір'я це спричинило виникнення катастрофічних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Захист гірських автомобільних доріг від зсувів (на прикладах гірських регіонів України) / Ред. М.Д.Куцик // Коломия, 2003.– 426 с.*

2. *Клюкін О.А., Лисенко М.І. Давні зсуви долини прориву р. Салгир в околицях м. Сімферополя // Фізична географія та геоморфологія.– 1974.– Вип. 11.– С. 121-126.*

3. *Рудько Г.И., Ерыш И.Ф. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты) // Киев: Задруга, 2006.– 624 с.*

4. *Стрижельчик Г.Г. Концептуальные вопросы борьбы с подтоплением городских территорий / Нагальні питання вирішення проблеми підтоплення ґрунтовими водами територій міст та селищ міського типу. Тези доповідей II науково-практичної конференції. Харків, 28-31 жовтня 2003 р. // Київ: НПП «Екологія. Наука. Техніка», 2003.– С. 8-10.*

5. *Сухорученко С.К. Влияние изменения физических и набухающих свойств набухающих глини на экологическую безопасность при хо-*

зайштовенном освоєннн територнн (на прнмє- ре прєдгорного Крнма) // Стронтельство н техногенная бєзопасность.– 2005.– №12.– С. 89-91.

СУХОРУЧЕНКО С.К. Вплнв техногенезу на інженерно-геологічний стан нижньокрейдових глин Крнмського Прєдгнр'я.

Рєзюме. Основннм техногенннм фактором, якнн вплнває на інженерно-геологічні показннкн нижньокрейдових глин Крнмського Прєдгнр'я, вкнлкає деформацію, руннваннн споруд н елементів ннфраструктурн, є додатковє зволоженнн. Поєднаннн декнлькox небєзпєчннх геологічннх процесів – зсувів, техногенного зволоженнн ґрунтів, набуханнн глин та нн. – може стати причннною катастрофічннх снттуацій.

Ключовнє слова: Крнм, мнцннсть ґрунтів, фізичннє властвнвостн глин, набуханнн глин, деформація буднвєль.

СУХОРУЧЕНКО С.К. Влнннє техногенеза на ннженерно-геологічєское состо- яннє ннжнемєловых глин Крнмського Прєдгорья.

Рєзюме. Основннм техногенннм фактором, влнннющнм на ннженерно-геологічєскє показатєлн ннжнемєловых глин Крнмського Прєдгорья, вызнвннющнм деформацію, разрушеннє зданннє н элементов ннфраструктурн, явлнєтся дополннтельное увлнжненнє. Обєєдннєннє нєсколькнх опасных геологічєскнх процесов – сдвнгов, техногенного увлнжненнн ґрунтов, набуханнн глин н др. – может стать причннной катастрофічєскнх снттуацій.

Ключєвыє слова: Крнм, прочность ґрунтов, фізичєскє своєства глин, набуханнє глин, деформация зданннє.

SUKHORUCHENKO S.K. Influence of technogenesis on engineering-geological state of the lower cretaceous clays at the Crimean Piedmont.

Summary. The major technogene factor influencing engineering-geological parameters of the Lower Cretaceous clays at the Crimean Piedmont causing deformations, destruction of building and infrastructure facilities is extra humidification. Combination of several dangerous geological processes such as faults, technogene soil moisturizing, clay swelling, etc. may become a cause of catastrophic situations.

Key words: Crimea, soil strength, physical properties of clays, clay swelling, buildings deformation.

Наднйшла до редакції 16 жовтнн 2012 р.
Прєдставнв до публнкації профєсор О.Д.Додатко.