

## **ВПЛИВ ПІДТОПЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ТА СЕЙСМОПРОЦЕСІВ НА АКТИВІЗАЦІЮ ЗСУВОУТВОРЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Г.С.Глебчук, канд. техн.наук  
(Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України)*

*Забезпечення інженерно-геологічної стабільності територій і надійності функціонування об'єктів та, відповідно, безпеки життєдіяльності населення в контексті сталого розвитку – основні пріоритети державної політики у вирішенні нагальних питань. У цьому плані в останні десятиріччя виникла необхідність у визначенні аспектів комплексного впливу підтоплення земель та сейсмопроцесів на регіональну активізацію зсувоутворення як провідних факторів погіршення інженерно-геологічної безпеки територій.*

*Обеспечение инженерно-геологической стабильности территорий и надежности функционирования объектов и, соответственно, безопасной жизнедеятельности населения в контексте устойчивого развития – основные приоритеты государственной политики в решении неотложных вопросов. В этом плане в последние десятилетия возникает необходимость в определении аспектов комплексного влияния подтопления земель и сейсмических процессов на региональную активизацию оползнеобразования как основополагающих факторов ухудшения инженерно-геологической безопасности территории.*

*Ensuring stability of territories and reliability of functioning of facilities and, consequently, life activity from the viewpoint of safe existence are the main priorities of national policy and solution of urgent problems. Now the necessity arises to identify the aspects of a complex impact of under flooding and seismic processes on regional activation of landslide formation, as leading factors of the worsening of the engineering geological safety of territories.*

Наслідки змін екологічного стану навколишнього середовища великих регіонів в процесі розвитку цивілізації (за останні десятиліття) досить загрозливі, все частіше мають синергетичну підсилюючу динаміку природного і техногенного походження. Головним „депо” більшості наслідків природних і техногенних пору-

шень навколишнього середовища є геологічне середовище (ГС). Тому в більшості випадків постає питання попередження виникнень надзвичайних ситуацій (НС) в результаті масових активізацій несприятливих геологічних процесів і явищ. Частіше за все, ці процеси викликані або активізовані неконтрольованим втручанням людини у верхню зону літосфери, а саме її екологічно незбалансованою господарською діяльністю, нехтуванням та недотриманням встановлених норм, а в деяких випадках – застарілими нормативними документами. В останні роки регіональні зміни ГС пов'язані із зростаючим впливом глобальних змін клімату (ГЗК – потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, зростання частоти та висоти повеней, штормових злив), які активізують масо-енергообмін верхньої зони літосфери.

До несприятливих геологічних явищ, які, в деяких випадках, мають катастрофічний характер, слід віднести зсувні процеси, які займають перше місце за обсягом спричинених збитків, а у світі – друге, поступаючись лише землетрусам.

Слід також прийняти до уваги той факт, що Україна є одним з найбільш техногенно-напружених регіонів Східної Європи і відрізняється підвищеною динамікою змін еколого-геологічних умов [1]. Завдяки інженерно-геологічним факторам впливу діяльності деяких галузей промисловості (порушень рельєфу, стоку та дренажу, хімічному і тепловому забрудненню), веденню сільського господарства з порушенням відповідних норм, промисловій та житловій забудові, показники еколого-геологічного навантаження на одиницю площі на зазначеній території у 10-15 разів вище, ніж на території СНД (з 429 міст більше ніж 75% потребують інженерного захисту).

Все це відбувається в умовах нарощування техногенної дестабілізації масо-енергообміну геологічного середовища у поєднанні з одночасними змінами кліматичних умов, що є вже досить відчутними для людства, і супроводжуються:

- збільшенням температури, її суттєвими коливаннями;
- змінами гідрометеорологічного режиму опадів;
- стихійними лихами;
- регіональним підвищенням рівня ґрунтових вод;
- сейсмічною активізацією, прояв якої не був властивим для окремих територій.

Основна небезпека зсувів полягає у їх раптовому виникненні переважно на територіях населених пунктів, в місцях інтенсивного господарського освоєння. Вони є найбільш небезпечними для будівель та споруд і тому у класифікації [2] віднесені до особливої категорії.

Найбільшого розвитку в останні 20-30 років зсувні процеси набули на узбережжі Чорного та Азовського морів, в Автономній Республіці Крим, Закарпатській, Львівській, Одеській, Миколаївській, Харківській, Чернівецькій

## **Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності**

областях.

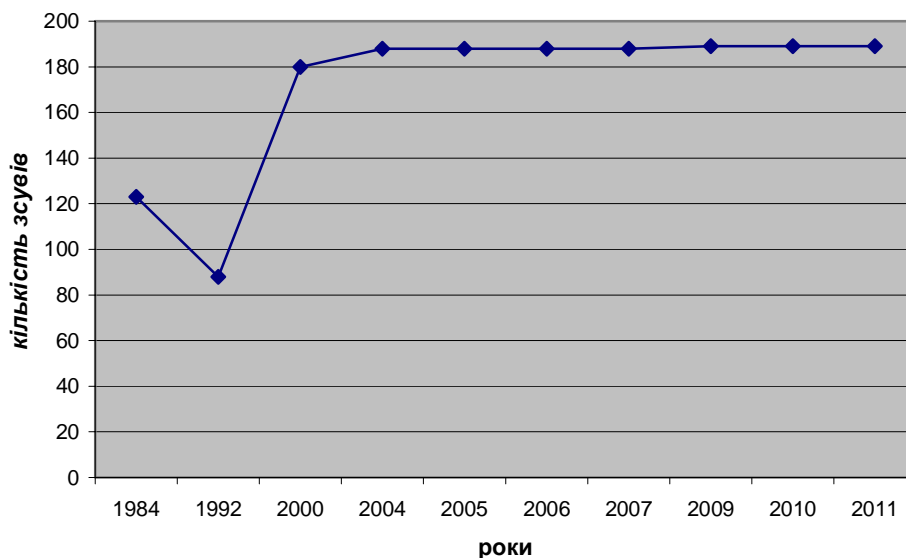
Слід зазначити, що прояв зсувів вже спостерігається на схилах зі стрімкістю 3-5° (що раніше не було типовим) внаслідок довгострокового підтоплення лесо-суглинистих порід та збільшення атмосферних опадів.

Як зазначав академік РАН Осіпов В.І., у XXI сторіччі буде спостерігатися стрімке збільшення природних, техногенних і екологічних катастроф, які погрожують перетворитися на механізм самознищення самої людини і всього, що було створено нею на Землі. Ці наслідки ми вже не тільки спостерігаємо, але і відчуваємо на собі.

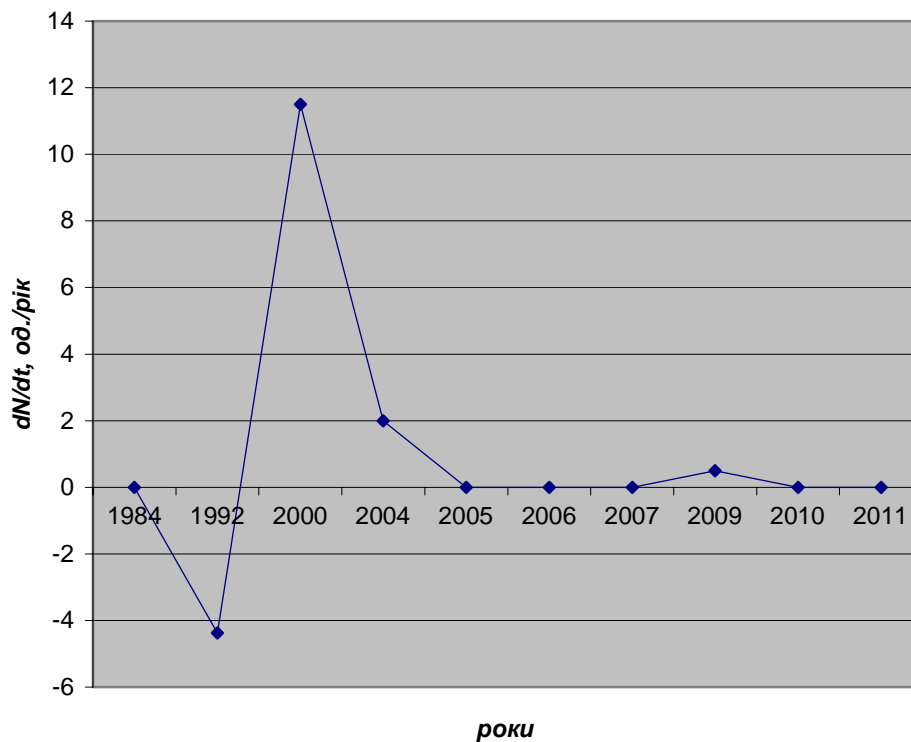
Отже, на сьогодні серед актуальних питань повинно розглядатися *питання попередження непоодиноких фактів активізації прояву зсувних процесів в контексті зміни клімату.*

За даними Національної доповіді МНС та НАН України, ДНВП „Геоінформ України” [3-7] станом на 31.12.2011 було зафіксовано 189 зсувів площею 9,03 км<sup>2</sup> (у 2009 році – 189 зсувів; у 2006 році – 188), в активному стані перебувають 93 зсуви площею 4,01 (на 2006 р. активних – 68). Відносний приріст зсувів на вказаній території з 1984 по 2011 рр. складає 1,54 рази. Природне походження мають 50 зсувів, решта – техногенне. На забудованій території зафіксовано 39 зсувів (у 2009 році – 36). У результаті активізації були деформовані спускові і під'їзні автошляхи до ряду ДОЦ і баз відпочинку с. Гурзуф та Нова Ялта.

На рис. 1-2 можемо простежити розповсюдження зсувів на території Донецької області протягом 1984-2011 рр., а також динаміку приросту за вказаний час.



*Рис. 1. Розповсюдження зсувів на території Донецької області протягом 1984-2011 років*



*Рис. 2. Динаміка приросту зсувів на території Донецької області протягом 1984-2011 років*

Аналіз параметрів графіків на рис. 1, 2 свідчить про наявність циклів активізації зсувів в період 1992-2000 рр., який призвів до подвоєння кількості зсувних об'єктів (з 88 до 180). При цьому активізації передувала чітка стабілізація зсувного процесу. На наш погляд, це може бути пов'язано із впливом чинників ГЗК та підйомом рівнів підземних вод внаслідок затоплення нерентабельних шахт і кар'єрів.

Зсувонебезпечні схили, що перебувають у стані граничної рівноваги та у будь-який момент можуть перейти в стан активізації внаслідок впливу зсувопровокуючих факторів, спостерігаються в межах міст Артемівська на площі 0,25 км<sup>2</sup>, Маріуполя – 3,19 км<sup>2</sup> (рис. 3), Слав'яногорська – 0,043 км<sup>2</sup>.

## Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності



Рис. 3. Маріуполь, Кленова балка

Найбільш небезпечними зсувними ділянками стали селища Мелекіно, Піщане, села Нововодолазького району. У Мелекіно зсуви загрожують зруйнувати двоповерхову будівлю дитячого притулку та інші будівлі (рис. 4).



Рис. 4. Мелекіно

Нижче наводиться розрахункова схема оцінки зниження стійкості зсувного схилу умов впливу фронтального сейсмопоштовху (рис. 5), використання якої засвідчило, що землетруси в межах Донецької області інтенсивністю 4-5 балів еквівалентні приросту стрімкості зсувного схилу на  $5^\circ$ .

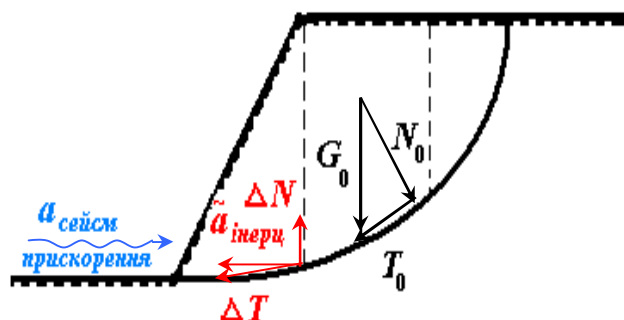


Рис.5. Розрахункова схема оцінки стійкості зсувного схилу

Природні складові напруг:

$$\tilde{a}_{\text{инерц}} = -\Delta\tilde{N} + \Delta\tilde{T} \quad (1)$$

$$\vec{G}_0 = \vec{N}_0 + \vec{T}_0 \quad (2)$$

Початкова стійкість блоку зсувного схилу:

$$\alpha_0 = \frac{N_0 \operatorname{tg} \varphi + C}{T_0} \quad (3)$$

Стійкість схилу у момент сейсмопоштовху:

$$\alpha_{\text{сейсм}} = \frac{(N_0 - \Delta N) \operatorname{tg} \varphi + C}{T_0 + \Delta T} \quad (4)$$

$$\alpha_{\text{сейсм}} < \alpha_0$$

Додатковими чинниками зниження стійкості зсувного схилу можуть бути:

- підвищене зволоження зсуводеформуючого горизонту (ЗДГ), в тому числі внаслідок підйому рівнів підземних при затопленні шахт в гірничо-видобувних районах (ГВР);
- тимчасове підвищення порового тиску у ЗДГ;
- підсилення впливу природних і техногенних сейсмопоштовхів за умов збільшення водонасичення схлиових породних масивів та зниження зчеплення порту в зоні ЗДГ.

Залежність між кількістю опадів та зсувними явищами обумовлюється безпосередньо не впливом чистих атмосферних опадів, а головним чином, дією тієї частини цих опадів, що стала складовою інфільтраційного живлення підземних вод та зволоження порід зони ненасиченої фільтрації (зони аерації). Тобто роки з максимальними, навіть катастрофічними зсувами можуть бути наслідками випадіння великої кількості опадів протягом декількох років підряд.

За даними аналізу ДНВП „Геоінформ України”, у центральній частині Донецької області положення рівня ґрунтових вод у коефіцієнтах відносного положення були вищими на 20% за середньомісячну амплітуду положення рівня ґрунтових вод. Положення рівнів на 20-40% нижче за норму було зафіксовано у північній і південній частинах Донецької області.

Розвиток та активізація зсувів у регіонах з розвинутою гірничовидобувною промисловістю пов'язані з проведенням гірничих робіт, що супроводжуються підтопленням та заболочуванням земель, осіданням земної поверхні, дробленням масиву гірських порід зі зменшенням його механічної та сейсмічної стійкості, прискореною фільтрацією в гірській масив підземних вод.

## **Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності**

Немаловажним фактом є виникнення додаткових проблем з підтопленням у зв'язку із закриттям шахт та розрізів методом „микрої” консервації. Так, у Донецькій області підтоплення фіксується на 1,66 тис. км<sup>2</sup>. Підтопленими є ділянки загальною площею 230,0 км<sup>2</sup>, що включають території 31 міста та 347 сіл. Підтоплення в межах свого поширення виступає як першочергова складова у виникненні та активізації деформаційних процесів, що призводить до:

- зниження міцності лесових та більшості осадових порід (лесові ґрунти на території Донецької області поширені на площі у 9,37 тис. км<sup>2</sup>, що становить 35,36 % від площі території);
- зниження захисної здатності порід зони ненасиченої гідрогеофільтрації;
- активізації хімічних та інших процесів верхньої приповерхневої частини геологічного середовища;
- зниження сейсмічної стійкості порід.

У містах Донецьку, Макіївці, Горлівці, Єнакієвому, Торезі, Мар'янівці, Новоекономічному в результаті реструктуризації шахт шляхом часткового чи повного затоплення, поряд з процесом підтоплення одночасно розвивається процес осідання земної поверхні над гірничими виробками, який зафіксовано на 2152 км<sup>2</sup> (8,12%). Максимум зафіксований у Центральному геолого-промисловому районі – 5,87 м та у Донецько-Макіївському – 2,35 м. На забудованій території зафіксовано 21 форму осідання, глибина яких коливається в межах 0,5-3 м.

Вищезазначені деформації денної поверхні внаслідок мульдообразної форми можуть сприяти активізації зсувоутворення за наступними чинниками:

- 1) збільшення стрімкості схилів у долинах річок та яружно-балкової мережі;
- 2) підсилення зволоження порту внаслідок зменшення поверхневого стоку;
- 3) виникнення горизонтальних і вертикальних напруг при відповідних зміщеннях порід.

Таким чином, регіональна активізація зсувоутворення Донецької області може бути одним із провідних факторів змін верхньої зони геологічного середовища на комплексний вплив глобальних змін клімату, подальшої реструктуризації вуглевидобувних районів та накопичених у попередні роки змін навколишнього середовища.

### **ВИСНОВКИ:**

За аналізом поточних тенденцій, до середини XXI століття відбуватиметься підвищення ризиків у більшості секторів економіки, зокрема у будівельній галузі, житлово-комунальному секторі внаслідок зміни кліматичних умов (збільшення температури, кількості опадів), регіонального підтоплення земель, що будуть супроводжуватися геомеханічною деградацією ґрунтів, а також порушенням та

неналежним проведенням інженерно-захисних заходів.

Це в кінці-кінців призведе до масової активізації деформаційних процесів, наслідками яких може бути часткове або повне виведення будівель та споруд із належного стану функціонування, тобто постане проблема безпеки населення і функціонування важливих об'єктів господарювання.

Серед першочергових заходів, які невідкладно треба вжити, є:

- обстеження зсувонебезпечних схилів у населених пунктах, оцінка ступеня ризику;
- здійснення першочергових заходів захисту, упровадження яких забезпечує безпечну експлуатацію схилу (влаштування протизсувних утримуючих споруд, спорудження дренажних систем, влаштування фундаментів, які обтікають зсувними масами, регулювання стоку поверхневих вод, захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів, агролісомеліорація, застосування нових конструктивних схем будівель, у конструкціях яких не виникають зусилля від нерівномірної деформації основи)
- постійне спостереження та створення єдиної бази даних спостережень за станом зсувонебезпечних схилів;
- створення системи контролю за станом підземних вод;
- відновлення природного дренажу території;
- дослідження та розробка методики прогнозу впливу довгострокових змін клімату на динаміку розвитку підтоплення земель та зсувного прояву;
- тісна співпраця з населенням (постійні опитування, а також повідомлення стосовно запобіжних заходів).

\* \* \*

1. Друмя А.В. Землетрясение :где, когда, почему / А.В. Друмя, Н.В. Шебалин – Кишинев : Штиинца, 1985. – 196 с.

2. Черный Г.И. Геотехнические процессы в сложных грунтовых условиях / Г.И. Черный, В.Г. Черный // Будівельні конструкції : міжвід. наук.-техн. зб. – 2000. – Вип. 53. – С. 4–9.

3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році / Міністерство надзвичайних ситуацій України, Міністерство екології та природних ресурсів України, НАН України. – К. : *Чорнобильнтерінформ*, 2010. – 359 с.

4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, НАН України. – К. : [б.в.], 2010. – 252 с.



## **Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності**

5. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, НАН України. – К. : [б.в.], 2009. - 257 с.

6. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба, Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". – К. : [б.в.], 2007. – Вип.4. – 22 с.

7. Активізація небезпечних екологічних процесів на території України / Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". – К. : [б.в.], 2010. – 89 с.

**Отримано: 18.05.2012 р.**