

УДК 528.1/.8:551.435.62

ГЕОДЕЗИЧНІ МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗСУВНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Малащук О.С., декан інженерно-економічного факультету
Смоленська Л.І., старший викладач кафедри землеустрою та кадастру

E-mail: osmalashcuk@gmail.com; 3761077@gmail.com

Одеський державний аграрний університет, Одеса

Анотація. Проаналізовані типи зсувів, основні факторами їх формування і розвитку на території Одеського побережжя. Досліджено геодезичний спосіб моніторингу зсувів, який базується на застосуванні сучасних електронно-оптичних і лазерно-скануючих приладів, що дозволяє в автоматизованому режимі формувати технічну основу системи моніторингу.

Ключові слова: зсув, схил, зміщення, спостереження, геодезичний моніторинг, Одеське побережжя.

Постановка проблеми. Інтенсивна експлуатація та будівельне освоєння зсувної зони Одеського побережжя на ділянках здійснення комплексу протизсувних та берегозахисних заходів обумовлюють необхідність вивчення і аналізу розвитку схилових деформаційних процесів. Для запобігання катастроф необхідний контроль над зсувами. Спостереження за деформаціями зсувів забезпечується геодезичним способом по контрольних опорних точках. Такі дані необхідні для своєчасного попередження утворення нових зсувів, для безпечного розташування будівель, а також для запобігання аварій.

Мета дослідження: дослідження геодезичних спостережень за зсувами, які виявляють закони їх поширення, склад і структуру, попереджають нестійкий розвиток територій.

Виклад основних матеріалів дослідження. Зсувний процес вивчається давно, однак досі не вироблено єдиного підходу до основних аспектів зсувоведення. Це проявляється у великій кількості існуючих визначень, класифікацій, уявлень про причини, фактори та критерії процесу, механізми його розвитку.

Зсувами називаються переміщення на схилах земляних мас, що виникають під дією сили тяжіння в результаті порушення рівноваги. Зсувний процес має досить багато визначень. Вони були зібрані Н.Ф. Петровим в книзі «Зсувні системи. Прості зсуви» [3]. Аналізуючи ці дослідження, можна зробити висновок, що всі автори по-своєму визначають поняття зсуву. Незважаючи на це, всі мають такі спільні позиції:

- 1) зсувний процес – зсув мас гірських порід вниз по схилу;
- 2) основна рушійна сила – вага зміщуючих порід;
- 3) рух зсувних мас по схилу відбувається у вигляді ковзання або течії;
- 4) зміщення зсувного тіла відбувається без втрати контакту з нерухою основою.

Зсувний процес може виникати в результаті контакту літосфери з атмосферою (вивітрювання), з поверхневою гідросферою (ерозії, абразії), з глибинними областями землі (землетрусів), з техносферою (техногенеза).

Причини зсувного процесу можна об'єднати в три різні групи:

1. Зміна форми і висоти схилу. До цієї групи належить підрізка схилу, яка здійснюється як природною діяльністю, вираженою в ерозії схилу постійними і тимчасовими водними потоками, а також абразією морів і водосховищ, так і антропогенного, вираженою в штучній підрізці схилу для інженерно-господарських цілей.

2. Зміна будови, стану і властивостей ґрунтів, що складають схил. У цю групу об'єднані процеси, що змінюють фізичні, хімічні та механічні властивості ґрунтів. Це фізичне і хімічне вивітрювання, зміна вологості ґрунтів в результаті дії атмосферних і підземних вод, а також суфозійні та карстові процеси.

3. Додаткове навантаження на схил. Це різні додаткові навантаження, до яких відносяться сейсмічні, гідростатичні, гідродинамічні, а також антропогенна статична або динамічна дія.

Основними факторами формування і розвитку зсувів на території Одеського побережжя є:

- структурно-геологічні особливості масивів порід (міцний шар вапняку, літогенетичні зони ослаблення в меотичних глинах, тектонічно ослаблені блокоформуючі зони);
- абразія, яка веде до постійного збільшення крутизни схилу і перерозподілу напружень в масиві порід;
- підземні води (наявність в товщі порід трьох водоносних горизонтів), які впливають на напружений стан масивів порід і їх фізико-механічні властивості;
- будівельна і господарська діяльність людини.

Згідно регіональної класифікації, на Одеському узбережжі розвинені чотири типи зсувів:

- зсуви-потоки в лесових породах четвертинного віку, викликані їх перезволоженням;
- блокові зміщення лесових порід по верхньопліоценових глинах, які переходять в зсуви-потоки;
- блокові зсуви в неоген-четвертинній товщі, з неглибокою деформацією меотичного горизонту;
- блокові зсуви, які глибоко деформують меотичні породи, з поверхнею зсуву нижче сучасного рівня моря (зсуви видавлювання) [4].

З використанням сучасних методів спостережень за фізичними і геометричними параметрами зсувних процесів можна простежити їх поведінку в статичному і динамічному станах. До одним з них відносять геодезичні технології, які спрямовані на отримання просторово-координованих даних. До складу геодезичних спостережень входять: спостереження поверхневої реперної мережі на плато і схилах, спостереження в підземних спорудах, спостереження за гідротехнічними та наземними спорудами за допомогою геодезичних ґрунтових і стінних марок і свердловинні спостереження за глибинними деформаціями порід схилу [1].

Геодезичні методи дозволяють виконувати спостереження за зсувами. Існує чотири групи методів в залежності від виду і активності зсуву, напрямку і швидкості його переміщення (таблиця 1).

Таблиця 1.

Методи геодезичних спостережень за геометричними елементами зсуву

№	Геометричний елемент виміру зсуву	Опис методу спостережень	Способи геодезичних вимірів
1	Осьові (одновимірні)	Зміщення фіксованих на зсуві точок визначають по відношенню до заданої лінії чи осі	Спосіб відстаней, спосіб створів, спосіб горизонтальних кутів (променевий спосіб)
2	Планові (двохвимірні)	Зміщення зсувних точок спостерігають за двома координатами X та Y в горизонтальній площині	Методи прямих, обернених, лінійних засічок, полігонометрії, комбінований метод
3	Висотні	Для визначення лише вертикальних зміщень	Геометричне і тригонометричне нівелювання
4	Просторові (трьохвимірні)	Повне зміщення точок в просторі за трьома координатами X , Y та H	Фототеодолітна зйомка, Лазерне сканування

В геодезичній практиці найбільш універсальним методом знаходження зсувних процесів є плановий метод спостереження, так як при ньому немає необхідності заздалегідь знати напрямок руху зсуву.

Найбільш ефективно і доцільно для визначення зсувів в напрямку, площині та просторі використовують сучасні електронні теодоліти, тахеометри та особливо безвідбиткові тахеометри, які дозволяють автоматизувати процеси вимірювань та обчислення результатів вимірів.

Лазерним скануванням називають метод, який дає можливість побудувати цифрову модель певного об'єкта або групи об'єктів шляхом зображення ряду точок, розташованих певним чином в просторі. Ключові відмінності лазерного сканування від електронних тахеометрів полягають в суттєво більшій швидкості вимірювань, які виконуються (більше 5000 вимірів в секунду), наявності сервоприводу, який в автоматичному режимі обертає приладний вимірювач по горизонталі та вертикалі й щільності (до декількох десятків точок на 1 см² поверхні досліджуваного об'єкта). Побудована таким чином модель має величезну кількість точок (більше 100 000), точність координат яких досягає декількох міліметрів на 1 метр [2].

Допустимі та інструментальні похибки при геодезичній зйомці та повітряному лазерному скануванні становлять в середньому до 70 мм. Перевагою лазерного сканування перед класичними геодезичними методами є сталість похибки вимірювань.

Зміщення зсувних точок обчислюють по відношенню до опорних знаків, що розташовують поза межами зсувної ділянки. Кількість знаків, в тому числі і зсувних, визначається з міркувань забезпечення якісної схеми вимірювань і виявлення всіх характеристик процесу, що відбувається. Періодичність спостережень корегується в залежності від коливання швидкості руху зсуву і залежить від вимог точності. Постійний цикл спостережень в залежності від активності зсуву зазвичай виконують не рідше одного разу в рік. Між повними циклами здійснюють проміжні протягом року, частіше влітку після дощів і навесні під час танення (паводки). Постійно контролюють опорні пункти: за знаками обчислюють величину, напрям і швидкість горизонтальних і вертикальних зсувів [1].

Після проведення вимірювань виконується оцінка точності, складаються топоплани, з нанесеними на них опорними і зсувними знаками, відомості з даними. На основі опрацьованих геодезичних величин складається графік залежності між горизонтальними і вертикальними зсувами, який називається кривою нахилу зсуву.

Висновки. Зсувні процеси формують екологічний каркас навколишнього середовища. Найбільш об'єктивна оцінка сучасного інженерно-геодинамічного стану масивів порід, що формується в результаті дії широкого спектра природно-техногенних факторів, може бути отримана тільки на основі комплексних досліджень. Серед них провідна роль відводиться польовим геодезичним інструментальним спостереженнями за деформаційними процесами, що відбуваються в масиві порід. Описані в роботі геодезичні методи повинні застосовуватися на практиці при даних умовах місцевості. Усе це може допомогти в побудові та розповсюдженні підходів створення картографічних основ, які створять базу для прогнозування деформацій, зсувів і природних катаклізмів на земній поверхні.

Список літератури

1. Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишиева А.Т. Анализ современных геодезических методов наблюдения за деформационными и оползневными процессами. Вестник ГГНТУ. 2020. Технические науки, том XVI, № 1 (19). С. 33-41.
2. Олзоев Б.Н., Данченко О.В. Обзор геодезических методов наблюдений за оползневными процессами с целью устойчивого развития территорий. XXI век. Техносферная безопасность, 2016. Т. 1. № 4. С. 30–38.
3. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Простые оползни (аспекты классификации). Кишнев: Штиинца, 1988. 226 с.
4. Сторожук С.С. Геологические проблемы побережья северо-западного Причерноморья. Оползни. Містобудування та територіальне планування. №75. 2020. С. 349-358.