

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАФТИ І ГАЗУ

На правах рукопису

ДЕМЧЕНКО Михайло Гордійович

СУЧАСНА ДИНАМІКА СХИЛІВ НА
ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ
(інженерно-геологічні та екологічні
аспекти)

Спеціальності: 11.00.11 - охорона навколишнього
середовища і раціональне
використання природних
ресурсів

04.00.07 - інженерна геологія,
мералотознавство та
грунтознавство

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня
доктора технічних наук

Івано-Франківськ - 1994



00756600 (O)

AB 30.7

дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті геологічних наук Національної Академії наук України.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор **ЧОРНИЙ Гелія Іванович**,
- доктор геолого-мінералогічних наук, професор **ВІДЯВСЬКИЙ Георгій Олексійович**,
- доктор геолого-мінералогічних наук, професор **РУДЬКО Георгій Ілліч**.

Провідна організація

Український науково-дослідний і проектний інститут містобудування Міністерства України в справах будівництва і архітектури, м.Київ.

Захист відбудеться "05" листопада 1994 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.09.02.02 в Івано-Франківському державному технічному університеті нафти і газу, за адресою: 284018, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу за адресою: 284018, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15.

Автореферат розісланий "30" серпня 1994 року.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ

НАВРОЦЬКИЙ В.І.

Б. Шаст

ВСТУП

Актуальність теми. Руйнівні (катастрофічні) прояви скилових гравітаційних процесів являють собою серйозну інженерно-геологічну та екологічну проблему для території України, яка охоплює частково структури Східно-Європейської платформи, області альпійського орогенезу і перехідні зони.

Площі з нахилом поверхні більшим 5 град., на яких стає можливим рух ґрунтів, що створює загрозу руйнування об'єктів і споруд, займають тут трохи більше 4% території (біля 25 тис. км. кв.), але їх положення на узбережжях морів, на схилах річкових долин, сприяє інтенсивному господарському використанню таких площ перш за все з метою забудови. На схилах території України зараз відмічається біля 11 тисяч зсувопройвів. В гірських районах країни спостерігаються обвали, селі, лавини, які несуть значні збитки народно-господарським об'єктам, вимагають великих ватрат на здійснення захисних заходів.

В даний час в Україні накопичений значний досвід вивчення скилових гравітаційних процесів, є також досвід освоєння, забудови нестійких територій, досвід закріплення берегів і схилів, регулювання скилових гравітаційних процесів. Великий внесок у вивчення закономірностей прояву скилових процесів, теоретичне обґрунтування та практичне здійснення закріплювальних протиасувних і берегозахисних заходів зробили наукові праці організацій, інститутів, окремих вчених і спеціалістів.

Проте цей досвід до останнього часу не знайшов достатньо повного теоретичного узагальнення і обґрунтування, а на багатьох ділянках захисні заходи і по-сьогодні здійснюються в рамках "боротьби" з зсувами, обвалами, селями і т.д. В практиці і зараз переважає положення, згідно якого заходи впливу на скилові процеси вживаються після їх руйнівного або катастрофічного прояву в результаті аномального розвитку гідрометеоситуації, або при техногенних порушеннях природних умов, що склались. Все це висуває необхідність критичного перегляду основних положень теорії і практики освоєння схилів, накопиченого досвіду вивчення скилових гравітаційних процесів і заходів впливу на них, що вживаються для відвернення руйнувань, стабілізації та закріплення територій.

Тема дисертаційної праці безпосередньо пов'язана з завданням Державного республіканського координаційного плану "Вивчити, розро-

бити методи прогнозу і запобігання асувних явищ на території населених пунктів і курортів України", виконаним в Інституті геологічних наук АН України. Розділи 5-7 виконані в рамках теми "Інженерно-геологічні дослідження умов розвитку ексогенних геологічних процесів на території України".

Мета і завдання досліджень. В даній роботі поставлена мета висвітлити основні закономірності руйнівного і катастрофічного прояву схилових гравітаційних процесів на території України, виконати узагальнення теоретичних положень з механізму прояву асувів в різних геологічних умовах, розробити і обґрунтувати принципи інженерного захисту територій, що зазнають впливу асувних і обвальних явищ.

У відповідності з цим в роботі висунуті наступні завдання:

1. Вивчення просторового поділення, загального стану, напрямків сучасної еволюції схилів в зв'язку з геологічною структурою та геодинамікою території України.

2. Узагальнення та подальший розвиток теоретичних положень з сучасної динаміки схилів морських узбереж, річкових долин, орогенних областей.

3. Розробка методів оцінки стійкості схилів, руйнівного ефекту прояву схилових гравітаційних процесів.

4. Розробка принципів інженерного захисту територій, регулювання перебігу схилових гравітаційних процесів і закріплення схилів.

Наукова новизна. Автором прийнятий новий підхід до вивчення руйнівного та катастрофічного прояву схилових гравітаційних процесів. Розроблена концепція зв'язку динаміки рівнів з динамікою схилів як ланок, що з'єднують еквіпотенціальні поверхні гравітаційного поля Землі різних рівнів. Виділені основні гравітаційні рівні і виконано районування території України за геологічною будовою схилів і проведена їх типізація з урахуванням структури, морфології, подолання і напрямку змін гравітаційних рівнів.

Вперше з позицій геодинаміки здійснено теоретичне обґрунтування інженерно-геологічних досліджень схилових гравітаційних процесів на території України. Ці процеси розглядаються в тісному зв'язку з геологічною структурою та еволюцією геологічних тіл.

Вперше для території України визначена роль в розвитку схилів літолого-генетичних комплексів, фізико-механічні властивості яких відзначаються високою чутливістю до зміни режиму вологості і напруженого стану (основні деформативні горизонти). Розкриті закономір-

ності руйнівного і катастрофічного прояву скилових гравітаційних процесів на узбережжях Чорного і Азовського морів в межах України, на схилах долин основних рівнинних рік, гірських схилах Українських Карпат і Криму.

Вперше виконана оцінка техногенних перетворень схилів і оцінка їх стійкості. Автором запропонований принципіально новий підхід до кількісної оцінки стану схилів, який враховує просторово-часову змінність фізико-механічних властивостей порід, структуру присхилового масиву, наявність ослаблених поверхонь і зон, їх параметри і орієнтацію. Показана необхідність врахування і визначення фізичних параметрів, що характеризують масштаби і руйнівну силу процесів - маси порід, що охоплені рухом, швидкості, шляху, який проходять маси при зміщенні (амплітуда зміщення). Розроблені і обґрунтовані принципи інженерного захисту територій в зонах розвитку скилових гравітаційних процесів.

Основні наукові положення.

1. Обґрунтування концепції зв'язку сучасної динаміки схилів з геоструктурою і тектонічним режимом території. Районування території України за геологічною будовою схилів, типізація схилів за ознаками їх схильності до руйнівного і катастрофічного прояву гравітаційних процесів.

2. Закономірності руйнівного і катастрофічного прояву скилових гравітаційних процесів визначаються морфометричними параметрами схилів; наявністю в присхиловому масиві ослаблених поверхонь і зон, горизонтів чутливих і доступних зовнішнім впливам, їх деформаційно-міцнісними параметрами; характером дії природних і техногенних чинників.

3. Методологія оцінки стану і прогнозу розвитку схилу на основі аналізу структури і напружено-деформаційного стану присхилового масиву, виявлення ослаблених зон і поверхонь з визначенням маси порід, що охоплена рухом і деформаціями, можливих швидкостей і величин зміщення, енергії, що виділяється при розвитку процесу.

4. Принципи інженерного захисту територій: стимулювання здатності схилів, як природних систем, до саморегулювання і самовідновлення; адекватності захисних заходів масштабам і характеру процесів; комплексності захисних заходів з врахуванням селективності їх дії; врахування циклічності і стадійності розвитку процесів з вибором оптимальних строків проведення інженерного захисту і виконання його в складі заходів з інженерної підготовки.

Практичне значення роботи, реалізація та впровадження результатів досліджень. Обгрунтована можливість використання і закріплення нестійких ділянок на схилах в межах території України, запобігання асувних явищ руйнівного (катастрофічного) характеру при виконанні будівельних робіт. Запропонована в роботі методика оцінки стану схилів дозволяє отримати необхідні характеристики для проектування схилозакріплювальних і захисних заходів. Позитивний ефект підвищення надійності закріплення схилів досягається при використанні запропонованих автором принципів інженерних захисту і регулювання схилових процесів. Матеріали розробок автора безпосередньо використані в планах "Економічний і соціальний розвиток Києва на 1976-1980 р.р." та при розробці Генеральних схем протиасувних заходів на узбережжі Чорного моря, для території міста Києва в проектах закріплення схилів на території міст Київ, Путивль, Гадяч, Кам'янець-Подільський, Гусятин, на Карпатській ділянці траси газопроводу Уренгой-Помари-Ужгород.

Проведені заходи дозволили закріпити території, на яких розташовані житлові будинки, промислові і комунальні об'єкти, пам'ятники історії і архітектури.

В результаті використання розробок автора досягнуто зниження вартості інженерного захисту, підтверджене документами.

Автором розроблені і затверджені Республіканським управлінням веденого будівництва і комплексного благоустрою "Бюро іски з виявлення і оцінки територій, що зазнають впливу асувних і абразійно-ерозійних процесів в населених пунктах України".

Наукові результати даної теми використані при проведенні досліджень з проблеми "Геологічне середовище території України".

Вихідні матеріали та особистий внесок автора. В основу дисертації покладені багаторічні (з 1961 р.) дослідження автора в різних регіонах України в зв'язку з виконанням завдань з обгрунтування схем захисту територій міст Києва, Одеси, Чернівців, Бердянська та регіонів Південного берега Криму і заходів забезпечення стійкості бортів відкритих гірничих виробок Донбасу і Дніпробасу.

Інструментальні спостереження, спеціальні натурні дослідження, визначення міцності і деформативних властивостей ґрунтів, гідрогеологічних і гідрологічних режимів на схилах, в зв'язку з проявом асувів, розрахунки стійкості схилів виконані для окремих ділянок схи-

лів в Києві, Одесі, Севастополі, Бердянську, на Південному березі Криму, в Карпатах, в Прикарпатті, на Поділлі (Кам'янець-Подільський, Хмельницький, Городок, Нова Ушиця, Гусятин).

Роботи виконувались з 1961 по 1968 рік в Українському науково-дослідному і проєктному інституті (УкрНДІпроєкт), в основному, з дослідження стійкості бортів кар'єрів. З 1968 р. по 1978 р. в Науково-дослідному і конструкторсько-технологічному інституті міського господарства Мінжитлокомгоспу (НДКІ МГ), де виконані дослідження стійкості схилів і аналіз ефективності проведених протиасувних заходів в Києві, Одесі, Севастополі, Бердянську, Чернівцях, на Південному березі Криму.

При виконанні роботи використані вітчизняні прилади і обладнання для проведення інженерно-геологічних досліджень, апробовані методи вивчення стійкості схилів. Розроблені також нові технічні засоби досліджень, робочі методики. Так, автором створений і встановлений прилад для випробування в натурі опору зрушенню на великогабаритних в'язках глинисто-щебнистих порід, тросовий глибинний репер, що дозволяє визначати положення поверхні ковання всувів. Розроблені оригінальні розрахункові схеми оцінки стійкості делювіальних порід на схилах. Розроблялись також спеціальні питання прогнозування, контролю та регулювання схилових гравітаційних процесів. Запропоновані нові способи виготовлення фільтруючих виробів і фільтрів для гідротехнічних дренажних споруд, на які отримані авторські свідоцтва (NN 391099, 391152).

З 1978 року роботи виконувались в Інституті геологічних наук АН України. В ході експедиційних робіт 1979-1987 р.р. вивчені умови розвитку схилів Середнього Дніпра на ділянці Київ-Канів, узбережжя Чорного і Азовського морів, берегів Дністра і його притоків, схилів в Українських Карпатах вздовж ділянки траси експортного газопроводу Уренгой-Помари-Ужгород. Автор брав участь в науковій експертизі багатьох проєктних рішень з закріплення і забудови нестійких територій в Києві, на ПБК, матеріалів Генеральних схем протиасувних і берегоукріплювальних заходів на Чорноморському і Азовському узбережжях України; урядових комісіях з визначення причин руйнівного і катастрофічного прояву схилових гравітаційних процесів у Вінницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Хмельницькій, Черкаській, Чернівецькій областях. Брав участь в спеціальних дослідженнях з встановлення причин аварії греблі хвостосковища Стебниківського калійного заводу.

Особистий внесок автора полягає в районуванні території України за геологічною будовою схилів, в їх типізації; вивченні закономірностей руйнівного (катастрофічного) прояву схилових гравітаційних процесів; розробці методичних основ оцінки стану схилів; формулюванні основних принципів інженерного захисту територій на схилах і в зонах їх впливу.

Апробація роботи. Матеріали з теми досліджень представлялись на Міжнародних симпозіумах (Бангкок, 1982; Київ, 1983; Лісабон, 1983) XIII Конгрес Карпато-Валканської геологічної асоціації (Краків, 1985); на 12-ти всесоюзних з'їздах, симпозіумах, семінарах, конференціях (Ростов-на-Дону, 1980; Івано-Франківськ, 1980, 1984, 1985; Ташкент, 1984; Кишинів, 1983, 1986; Чернівці, 1987; Київ, 1988; Кунгур, 1988; Баку, 1990; Новосибірськ, Іркутськ, 1991) на всеукраїнських і регіональних конференціях, семінарах та нарадах.

Публікації. На даний час автором з теми дисертації опубліковано 114 робіт, в тому числі: монографія (17,4 д.а.), крупні розділи в шести монографіях, чотири препринти, статті в журналах і тематичних наукових збірниках, доповіді в працях міжнародних симпозіумів і конференцій. Результати досліджень в плані наукової тематики з проблеми інженерної геодинаміки, охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, виконані під керівництвом дисертанта і при його участі, як відповідального виконавця, викладені в 24 наукових звітах.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, двох частин, що мають дев'ять розділів і висновків. Об'єм праці - 336 сторінок машинопису, 83 малюнки, бібліографія із 372 назв. Додаток: програми розрахунків, документи про впровадження.

Матеріали роботи являють собою підсумок багаторічного вивчення автором проблеми схилових гравітаційних процесів на території України. Виконані теоретичні узагальнення і експериментальні натурні і лабораторні дослідження, моделювання і розрахунки. Достовірність результатів моделювання і розрахунків, обґрунтованість висновків, забезпечена застосуванням надійних, добре апробованих методів досліджень, інструментів і приладів, технічних засобів розрахунків (ЕОМ "Мінськ-20", ЕОМ-3040, персональний комп'ютер ЕС-1841).

Частина 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ СХИЛІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.

1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ ДИНАМІКИ СХИЛІВ.

Мобілізм літосфери найбільш чітко виявляється на поверхні Землі, на схилах як ділянках переходу між різного рівня еквіпотенціальними поверхнями гравітаційного поля. Постійний масоперенос з верхніх на більш низькі рівні визначає механізм екзогенних геологічних процесів, справляє безпосередній вплив на життя та діяльність людини.

Питанням схилових рухів віддавали значну увагу вчені-геологи, інженери-геологи, геоморфологи, географи, ландшафтознавці.

З метою конкретизації інженерно-геологічних аспектів проблеми схилів автором проаналізовано велику кількість матеріалу теоретичних та прикладних досліджень, основу яких склали праці І.В.Мущетова, О.П.Павлова, А.Гейма, В.М.Девіса, В.Пенка, У.Х.Твенхофела, І.П.Герасимова, Ю.А.Мещерякова, С.С.Воскресенського, С.Шарпа, А.Шейдеггера, К.Заруби, В.Менцла, М.Шпурека, В.В.Соколовського, М.М.Маслова, А.М.Трофімова, А.В.Позднякова, Н.Ф.Погребова, В.Ф.Пчелинцева, Ф.П.Саваренського, Р.А.Ніязова, Є.М.Сергеева, Г.І.Тер-Степаняна, Є.П.Ємельянової, Ф.В.Котлова, Г.С.Золотарьова, І.П.Зелінського, В.В.Контцеля, І.О.Тихвинського, В.С.Федоренка, К.Ш.Шадунца, Н.Л.Шешені, А.І.Шеко та багатьох інших.

В сучасній літературі схилові гравітаційні процеси розглядаються перед усім за видами прояву в феноменологічних позицій окремо всуви (асувознавство), обвали, осипи, а також ерозія, абразія та інше.

Аналіз надрукованих матеріалів досліджень показує, що проблема схилових рухів, її інженерно-геологічні аспекти, які визначаються насамперед в забезпеченні стійкості та збереженні інженерних об'єктів на схилах, інженерного захисту територій, які зазнають дії схилових гравітаційних процесів, вирішуються на основі розробок ряду наукових галузей і, насамперед, геології, геоморфології, ґрунтознавства, механіки ґрунтів та ін.

В проблемі схилових рухів виділяються питання оцінки геологічних умов схилу, структури присхилового масиву, наявності в ньому зон та поверхонь ослаблення різного генезису, розмірів, просторового по-

ложення в масиві. Основним завданням механіки ґрунтів в проблемі, яка розглядається, є визначення напруженого стану присхилового масиву, виділення осередків та зон концентрації напружень.

Порівнюючи різні точки зору, автор приходить до висновку, що задача про розподіл напруг в напівпросторі, який обмежено нахиленою поверхнею (присхильовий масив, тіло схилу), може бути вирішена тільки з врахуванням геологічної структури, розмірів, положення та орієнтації поверхонь та зон ослаблення, просторової та часової змінності фізико-механічних властивостей ґрунтів.

В зв'язку з цим визначено коло питань ґрунтознавчого плану, котрі потребують вирішення в контексті даної проблеми. Це, насамперед, відноситься до визначення розрахункових характеристик ґрунтів, показників опору зрушення. Складнощі тут витікають з того, що традиційні методи опробування масивів, прямі, деструктивні методи випробування ґрунтів на зрушення, методи обробки результатів цих випробувань практично не дозволяють отримати правдиві дані про показники опору зрушенню по поверхні ковзання асувів на різних стадіях їх розвитку. Недостатньо досліджені питання формування поверхонь ковзання в процесі розвитку деформацій повзучості, переходу від об'ємних деформацій до зміщення по площині.

Виділяються питання зовнішніх впливів на схили - чинників сейсмічності, метеорологічних, гідрогеологічних, які підсилюють дію гравітації або тих, які знижують міцність ґрунтового масиву. При великій кількості різних розрахункових схем з оцінки стійкості схилів, практично ні одна не дозволяє дати відповідь на основні питання, котрі висуває практика інженерного захисту - про масу порід, які рухаються, швидкості та величини зміщення, енергії, яка виділяється, тиску на перешкоди. Відзначається відсутність розробок, в яких враховується техногенна дія на схилах. Методи освоєння та забудови схилів, проведення заходів по їх зміцненню та стабілізації теоретично недостатньо обґрунтовані.

Проведено аналіз поглядів на проблему прогнозу катастрофічного та руйнівного прояву схильових гравітаційних процесів. В цій проблемі виділяється напрямок всебічного вивчення природньо-історичних умов формування та розвитку схилів, структури присхилового масиву з метою виділення його нерідностей, ослаблених поверхонь та зон, які визначають масштаби можливих зміщень, механізм їх розвитку.

Інший напрямок прогнозу асувів спирається на дослідження характеру розвитку деформацій, вияву осередків глибинної повзучості

скилу, аналізу їх напруженого стану. Очевидно, що поєднання цих двох напрямів з використанням методів прогнозу, що засновані на загальних теоретичних положеннях прогностики та досвіду інженерно-геологічного прогнозування підвищує надійність прогнозу руйнівного та катастрофічного проявів схилових гравітаційних процесів.

Як і в інших областях, прогнозування в інженерній геології та зокрема прогнози розвитку руйнівних та катастрофічних проявів схилових процесів можуть базуватись на детермінованих та ймовірнісних (стохастичних) моделях.

Автор виходить з положення, що місце, розміри, характер прояву обвальнo-асувних руйнувань достатньо виразно детерміновані морфометрією схилу, структурою масиву, напружено-деформаційним станом та властивостями порід. Явища асувів, обвалів, осипів, селів відповідають ознакам катастрофічних подій як стрибкоподібних змін, що виникають у вигляді раптової відповіді системи на поступову зміну зовнішніх умов. Час руйнівного або катастрофічного прояву схилових процесів часто корелюється з аномальним ходом гідрометеорологічних процесів, сейсмічними явищами, прогноз яких є складною проблемою, що чекає свого рішення.

Таким чином, задача прогнозу схилових процесів вимагає комбінованого підходу на основі детермінованих та стохастичних методів. Частіше на практиці виникає необхідність з'ясувати місце, масштаби та характер руху схилів, які можливо виконати з високим ступенем надійності на основі геолого-геоморфологічного та інженерно-геологічного аналізу. Час прояву основних зміщень та окремих їх стадій може бути визначений лише за ймовірнісними схемами прогнозу.

2. СХИЛИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Утворення та розвиток схилів на території, яка розглядається, пов'язані з формуванням та еволюцією основних геологічних структур в її платформенній частині та орогенних областей Карпат та Криму, перехідних зон.

Розподіл речовин в літосфері, просторове положення її границь з атмо- та гідросферою, а також внутрішньолітосферних поверхонь розділу речовин досить динамічно визначається як факторами внутрішнього розвитку Землі так і впливом космічних факторів. Внутрішня динаміка астеносфери та літосфери, як правило, призводить до відхилення поверхонь розділу в літосфері, а також її границь з атмо- та

гідросферами від еквіпотенціальних поверхонь гравітаційного поля Землі.

Диференційовані тектонічні рухи літосферних блоків визначили положення та орієнтування мережі розломів, понижень та піднять поверхні, які задають напрямок стоку та гравітаційного масопереносу, в основі якого лежить інверсія щільності та гравітаційна нестійкість літосфери. Таким чином, схили, які спочатку визначалися структурою, в подальшому змінюються в результаті впливу екзогенних геологічних процесів.

Розглядаючи схили, як сукупність поверхонь, які нахилені (відхилення від еквіпотенціальної поверхні гравітаційного поля Землі) з урахуванням генезису і послідовних змін у ході денудаційної переробки, автор пропонує схему їх класифікації (табл. 2.1). Схема враховує також морфометричні параметри та комплекси схиломоделюючих процесів, характерних для окремих класів та підкласів схилів.

На території України відмічаються усі виділені в таблиці класи схилів. Їх розвиток висвітлюється в роботах геологів та геоморфологів у зв'язку з описом загальної геологічної будови та рельєфу території України, обґрунтуванням її геоморфологічного районування, характеристики геоморфологічних областей представлені в роботах М.І.Дмитрієва, В.Г.Бондарчука, П.М.Цися, К.М.Геренчука, І.Л.Соколовського, А.М.Маринича, Ю.Л.Грубіна та ін.

Дослідженнями геологів, геоморфологів, геофізиків доведено вплив тектоніки та тектонічних порушень на розвиток рельєфу. Тектонічні рухи контролюють положення берегових ліній морських басейнів, загальну картину розвитку гідрографічної мережі території, характер розвитку схилів. Розповсюдження основних видів екзогенних геологічних процесів в значній мірі визначається границями геоструктурних, геоморфологічних областей, фізико-географічних зон, місцезнаходженням тектонічних розломів, а правобережні схили долини Середнього Дніпра, схили долини Дністра, схили річкових долин в межах Причорноморської низини та цілий ряд інших успадковують границі геологічних структур. Аналізуючи характер протікання схилових процесів, автор виділяє роль гравітаційних сил із урахуванням концепції енергії рельєфу для території України, визначає основні гравітаційні (денудаційні) рівні.

За результатами аналізу морфометричних карт виконано облік площ з різними нахилами поверхні. Видно, що схили з ухилом більше 6 град., тобто такі, на яких можливі швидкі переміщення породних мас,

створюючи інженерно-геологічні проблеми, складають 24,8 тис. кв. км., або 4,1% території України. Відмічається локалізація цих схилів у відповідних геологічних структурах та, зокрема, в гірських складчатих областях Карпат та Криму. Значна частина крутих схилів складена достатньо міцними породами, що забезпечує їх тривалу стійкість. На основі аналізу геологічної структури, геоморфології, гідрогеологічних умов виконане районування території України з виділенням схилів однокомпонентних, двох-, трьох- і більше компонентних (за В.С.Федоренком) (рис.2.1). Стан схилів в переважній частині території, яка розглядається, відповідає метастабільній динамічній рівновазі, порушення якої в більшості випадків відбувається в результаті господарської діяльності.

3. СХИЛИ ЯК ПРИРОДНА, ВІДКРИТА, ДИНАМІЧНА, САМОРЕГУЛЮЮЧА СИСТЕМА.

Основними факторами динаміки схилів є їх висота та крутизна, конфігурація поверхні, мінливість фізико-механічних властивостей порід, які складають присхилкові масиви.

Для природних схилів на території України, як в межах рівнинних областей, так і в гірсько-складчатих областях, основною силою, яка визначає напружений стан присхилкових масивів, є сила гравітації - сила, яку розвиває маса порід в межах впливу нахилу поверхні.

Напружений стан присхилкових масивів відрізняється, в першу чергу, присутністю невіднованих дотичних напруг, величина яких тим більше, чим більше перепад висот (гравітаційний градієнт, гравітаційний потенціал) та крутизна схилів.

Дотичні напруження, які виникають в результаті дії гравітації, концентруються в зонах, прилеглих до поверхні схилу та його основи, в міру віддалення від місця перепаду висот дотичні напруги зменшуються та теоретично дорівнюють нулю в однорідному масиві. В реальних породних масивах зони розвитку дотичних напруг із-за неоднорідності геологічної будови, наявності різного роду порушень та дії тектонічних сил відмічаються також на рівнинах. Розв'язання проблеми напруженого стану присхилового масиву можна виконати тільки непрямым шляхом, визначаючи маси порід, їх властивості, геометрію поверхні масиву і зони послаблення в присхилковому масиві та виконуючи розрахунки для кожного конкретного випадку. Розглянута задача формування зсувного осередку в глинистих

відкладах на схилі, на якому в верхньому шарі виділяється область з переважаючими в'язко-пластичними властивостями (рис.3.1). Швидкість повзучості глин в цій області різко відрізняється від швидкості повзучості за її межами.

Величина рушійних сил, що розвиваються масою ослаблених глинистих порід, є функцією товщини шару (Z), площі ослабленої зони (X) та кута нахилу схилу (α). З урахуванням безкінечності схилу функція $T=f(X)$ буде лінійно монотонною. Максимальне значення $T=f(Z)$ при $X, \alpha = \text{const.}$ буде при $Z=X \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha / 2$. Екстремальні значення функції $T=f(\alpha)$ будуть при $\sin \alpha \cdot \cos \alpha$, тобто, при $\alpha = 45$ град.

Величина опору зрушення за умовами граничної рівноваги при екстремальних значеннях параметрів (X, Z, α) буде визначатися із виразу:

$$T = (\delta \cdot X \cdot Z \cdot \sin \alpha \cos \alpha - \gamma \cdot Z^2) \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha / X \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + Z \cdot \cos \alpha - Z$$

Контроль стану схилів, прогноз та попередження зсувних явищ потребують своєчасного виявлення послаблених поверхонь та зон з масивах, недопущення формування ослаблених (перезвожених) порід на схилах в об'ємах, які перевищують критичні. Виходячи із значення "критичних" об'ємів можливо врахувати також допустимі норми зволоження присхилового масиву з поверхні.

Схили на території України підпадають під сейсмічну дію Карпатських та Кримських осередків землетрусів. Вихід сейсмічних хвиль із осередку та перехід їх крізь різні шари порід призводить до явищ дифракції, інтерференції, зміни швидкості, зростання амплітуд коливань. Так, швидкість сейсмічних хвиль при переході із скельних порід в пухкі покривні відклади зменшується: поздовжніх - з $(7.0 - 8.0) \cdot 10^3$ м/с, поперечних - з $(2.0 - 4.8) \cdot 10^3$ м/с до $(0.01 - 0.7) \cdot 10^3$ м/с. Швидкості поздовжніх та поперечних хвиль амплітуди коливань в пухких піщано-глинистих породах в великій мірі визначаються їх вологістю. Сейсмічні ефекти в пухких звожених ґрунтах проявляються в явищах резонансу, гідравлічного удару, розрідження пісків, появи тріщин та заколів в ґрунтах.

Ефект дії струсів на ґрунти присхлових масивів збільшується із зростанням крутизни схилів, наявністю послаблених зон та тріщин.

Виконана оцінка макросейсмічного ефекту, який проявився на схилах при землетрусах із осередку зони Вранча 4.03.1977 р., 1.08.1985 р., 30.08.1986 р., 30.05.1990 р. Відмічаються синдинаміч-



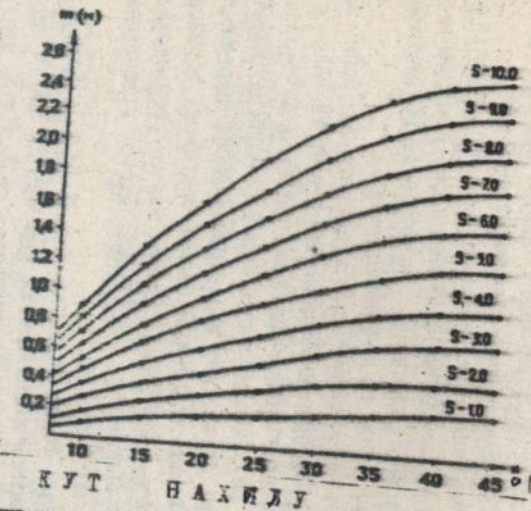
ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО ОБ'ЄМА ГЛИНИ
ТЕКУЧО-ПЛАСТИЧНО КОНСИСТЕНЦІЇ НА СХИЛІ.

- 1-первинний осередок зволоження;
- 2-межа поширення послаблень
- 3-поверхня зміщення;
- 4-спира розвитку деформації.



об'єм ґрунтів, що зміщуються $V_c \cdot XZ - \frac{Z^2}{\sin \alpha \cos \alpha}$

Величина зрушувачих сил
 $T = \gamma XZ \sin \alpha \cos \alpha - \gamma Z^2$ де γ - об'ємна маса ґрунту
 T_{max} , при α та XZ const - дуге при $Z = \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha$
СХЕМА ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ РІВНОВАГИ ПОРІД У КРИТИЧНОМУ ОБ'ЄМІ



ГРАФІК ЗМІН ІСТУВНОСТІ ГЛИНИ У ПЕРВИННОМУ
ОСЕРЕДКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КУТА НАХИЛУ СХИЛУ

Мал. 3.1. Умови формування зсувних осередків у глинистих ґрунтах на схилах.

ні та постдинамічні деформації схилів. Синдинамічні деформації спостерігались в 6-7 бальній зоні у вигляді обвалів лесових уступів. Постдинамічні - в 4-5 бальній зоні у вигляді асувів.

Проходження сейсмічних хвиль викликає також значні зміни властивостей піщано-глинистих та, спочатку, зменшення опору зрушенню в результаті розриву структурних зв'язків, переорієнтації частинок ґрунтів, розвитку порового тиску та вібропоясності.

Розглянуті особливості впливу на схили підземних вод зони активного водообміну. На ділянках висотою до 20-25 метрів водоносні горизонти дренуються на схил у вигляді джерел, а також в терасові відклади. На ділянках, де висота схилів більша, вони ускладнені зсувними ступенями. Зсувні явища дуже ускладнюють умови дренажування. Глинисті породи, що зміщуються, перекривають водоносні горизонти корінного схилу, порушують зформовані раніше шляхи розвантаження підземних вод в асувних відкладах. Внаслідок цього відбувається концентрація стоку в місцях появи тріщин.

Дренажування водоносних горизонтів на схилах суттєво ускладнюється положенням та динамікою делювіальних відкладів. За їх положенням на схилі нами виділено 4 типи перекриття (рис.3.2.), які характеризуються різними умовами фільтрації.

Делювіально-пролювіальні та елювіальні утворення гірських схилів є колекторами атмосферної вологи та води, яка поступає на схили по тріщинах корінних порід. З огляду великої неоднорідності схилових відкладів, мінливості їх водно-фізичних властивостей простежується велика непостійність шляхів руху води в схилових відкладах. Зміни режиму руху води на схилі можуть бути викликані змінами фільтраційних властивостей в результаті природного протікання різних фізико-хімічних процесів в корінних породах та схилових (процеси карстоутворення, вилуження, хімічної та механічної суфозії).

Великий вплив на режим руху та обводнення схилів має рослинний покрив. Коренева система дерев сприяє руху води в поверхневих шарах та утримує вологу у верхній частині схилу, а крона дерев затримує частину опадів, сприяє випаровуванню, транспірує воду. Порушення рослинного покриття на гірських схилах викликає, в зв'язку з цим, порушення поверхневого та підземного стоків, розвиток ерозії, виникнення асувів делювіального чохла. Порушення наявних шляхів фільтрації води в схилових відкладах може бути викликане розвитком абразії та бокової ерозії. Обвали, що розвиваються в нижній частині схилу в результаті абразії (ерозії), призводять до перекриття шля-

ВІЛЬНИЙ ВИХІД ДЖЕРЕЛ НА СХИЛ



ФІЛЬТРАЦІЯ КРИЗЬ ДЕЛЮВІАЛЬНУ ПРИЗМУ



ПІДПІР ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ ДЕЛЮВІАЛЬНОЮ ПРИЗМОЮ



ДЖЕРЕЛА, ЯКІ ПЕРЕЛИВАЮТЬСЯ



УМОВНІ ЗНАКИ

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| - піски полтавські (P_1, pl) | - делувіальний схил (dl, Q_1) |
| - піски харківські (P_2, hr) | - лісовий алювій (al, Q_2) |
| - алеврити (P_3, kv) | - річковий алювій (rl, Q_3) |
| - глинисті мергелі (P_4, kv) | |

Мал. 3.2. Схеми перекриття контактів водоносних та водотривких шарів делувіальних призм на схилах /схил Дніпра в районі м. Києва/.

хів фільтрації, їх порушення. Умови стоку ускладнюються, що викликає тимчасові застійні явища, підйом рівня води, зростання обводненості схилових відкладів та розвиток асувів, що охоплюють інколи великі маси ґрунту, що виповнює структурно-ерозійні пониження на схилах (наприклад, окремі асуви на Південному узбережжі Криму, асуви у Яссинській котловині в Карпатах).

Асуви як повільний рух порід під впливом сили тяжіння практично можливі на будь-яких схилах, в будь-яких комплексах осадових, метаморфічних й навіть магматичних звітнених та тріщинуватих порід і відмічаються в породах різних геологічних формацій за віком - від докембрійських до четвертинних.

Наявність схилу створює умови гравітаційної нестійкості, а наявність водотоків (водоймищ) в основі схилу призводить до постійної зміни крутизни схилів в результаті ерозійної (абразійної) відробітки порід, що складають схили. Ерозійні та абразійні процеси обумовлюють порушення поверхневого та підземного стоків, створюють умови для прояву механічної суфозії. Додаткова умова - мінливість властивостей порід під впливом різних факторів. Міцні породи можуть зміщуватись по ослабленим поверхням та зонам, слабкі - спроможні деформуватись та текти подібно до в'язких рідин. В одних випадках потрібні більші перепади висот, значна крутизна схилів, в інших - деформації мають місце на відносно невисоких та покатих (3-5 град.) схилах.

Вельми складна та різноманітна динаміка схилів в гірсько-складчастих областях. у нестійкому стані в високим енергетичним потенціалом тут знаходяться структурно-тектонічні елементи, а також великі маси продуктів руйнування гірських порід, що постійно накопичуються. Тому інженерно-геологічні проблеми гірських схилів пов'язані з виникненням великих блокових асувів, які зміщуються вадовж нахилених поверхонь різного генезису, а також з рухами схилових глинисто-щебнистих відкладів.

Усі види схилових рухів у горах - від великих блокових асувів, розміри яких визначаються структурними елементами складчатості, до асувів та асувів-потоків пухких схилових відкладів, у більшій мірі належать від напрямку сучасних тектонічних рухів, повільних амін положення базисів ерозії та у зв'язку з цим - від інтенсивності ерозійно-денудаційних процесів. Найважливішими факторами розвитку схилових гравітаційних процесів є зонально-кліматичні. Як у випадках розвитку схилів річкових долин, так і у випадках розвитку

морських узбереж, гідрометеорологічні умови у значній мірі визначають умови протікання процесів. Ритмічність прояву атмосферних процесів визначає також ритмічність у розвитку та динаміці схилів.

Ритмічність протікання схилових процесів, механізм природного регулювання схилів порушується в результаті техногенних впливів. Техногенні впливи, які визначаються видом господарчої діяльності, по різному впливають на породні масиви, у тому числі, при певних інженерно-геологічних умовах дестабілізуюче.

Частина II. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СХИЛІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

4. МЕТОДИ, ОБ'ЄКТИ ТА ОБСЯГІ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основний зміст даної роботи складають результати тематичних та експедиційних досліджень автора, які виконані на узбережжях Азовського та Чорного морів, на схилах долин рівнинних рік України, в гірських областях Українських Карпат та Криму. Тематичні дослідження проводились в зв'язку з необхідністю обґрунтування можливості забудови ділянок схилів, розробки комплексних заходів, інженерного захисту територій на окремих ділянках та розробки генеральних схем протизсувних заходів м. Києва та узбережжя Чорного моря.

Використані комплексні методи інженерно-геологічних досліджень асувних схилів, які включають: вивчення геологічної будови ділянки, морфології, гідрогеологічного режиму, режиму розвитку деформацій та руху тіл, що асуються, взаємодія асувів з конструкціями інженерних споруд, ефективність різного виду протизсувних заходів, фізико-механічних властивостей порід та умов їх мінливості в присхилових масивах.

Використовувались переважно існуючі апаратура та приладна техніка. Для вирішення спеціальних питань розроблялись оригінальні пристрої та прилади (тросовий глибинний репер, прилад двуплощинного асуву для натурних досліджень глинисто-щебнистих ґрунтів з розміром касет 30х30 см.). Також розроблено метод інтерпретації спостережень реперів на поверхні схилів, який дозволяє уточнити положення границі розповсюдження деформацій в присхиловому масиві та об'єми порід, які втягуються в рух по схилу, з урахуванням векторів переміщення окремих контрольних знаків.

Для орієнтовного визначення можливих об'ємів зміщень пухких піщано-глинистих порід на схилах при наявності виявлених асувних переміщень на певній площі із умов граничної рівноваги одержана залежність:

$$V = C \cdot S / \gamma \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi),$$

- де C - зчеплення,
 S - площа виявлених на схилі асувних деформацій,
 γ - об'ємна маса,
 α - кут нахилу схилу,
 φ - кут внутрішнього тертя.

В умовах Південного берега Криму для встановлення шляхів руху підземних вод в схилових асувних відкладах застосовувались геофізичні методи вертикального електричного зондування (ВЕЗ) та електропрофілювання (ЕП).

Запропонована оригінальна методика моделювання умов порушення підземного стоку при розвитку асувів з використанням методу електрогідродинамічних аналогій на ЕТДА-9/80.

На ЕОМ виконано розрахунки по встановленню кореляцій між ходом рівнів у гідропостережних свердловинах на схилах Дніпра в межах Києва, величинами атмосферних опадів та проявом асувних зміщень.

В ході роботи виконано великий обсяг розрахунків з метою визначення придатності існуючих розрахункових методів для оцінки стійкості схилів, для їх вдосконалення та розробки нових. Використані аналітичні, графо-аналітичні методи, а також ЕОМ. Розроблена методика вияву, обліку та оцінки територій, що зазнають дії асувних та абразійно-ерозійних процесів в населених пунктах та розрахунковий метод картограм, який дозволяє визначити масу порід, які приймають участь у русі по схилу, величини зміщень, тиск, який розвивається породами, що зміщуються на різних ділянках.

Б. СХИЛОВІ ГРАВІТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ НА УЗБЕРЕЖЬЯХ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ

Рівень Азово-Чорноморського басейну на території України є основним денудатійним рівнем, який визначає взаємодію гідро- та літосфери. Його протяжність від дельти Дунаю до коси Кривої на Азовському узбережжі перевищує 2400 км, охоплюючи геоструктурні області Добруджі та Переддобруджинського прогину, Причорноморської западини, Скіфської плити та Гірського Криму, Індоло-Кубанської западини та Південно-Західного схилу Українського щита.

Літо- та морфодинаміка узбережжя визначаються деференційованими рухами літосферних блоків узбережжя, об'ємними та денівеляційними змінами рівня басейну.

Повдовжній профіль берега на рівнинній його частині характеризується чергуванням акумулятивних низинних форм (дельти, гирла рік, пересипи лиманів, коси, піщані вали) та підвищених ділянок, що вивіряються діл абразії (висота до 5 м), абразії, що супроводжується обвалами (висота до 20-25 м) та асувами (більше 20-25 м).

Характер перебігу процесів визначається також фізико-механічними властивостями порід, які знаходяться на рівні хвилювої дії, в полі дії дотичних напруг. На основі аналізу геологічної будови, морфометрії гідрогеологічного та гідрологічного режимів схилів вздовж узбережжя виділено 11 типів схилів, з них 9 - на рівнинній частині, 2 - на гірській частині узбережжя Криму (табл.Б.1). Для рівнинної частини узбережжя виділено літолого-генетичні комплекси, які розглядаються як основні деформовані горизонти.

Повсюдно на рівнинній частині узбережжя розповсюджені леси, які на окремих ділянках безпосередньо піднімаються морем і приймають участь в абразійних обвалах, в інших місцях вони складають верхні частини асувних схилів і суттєво впливають на розвиток асувних деформацій.

Досліджено реологічні властивості меотичних глин як основного горизонту, що деформується, для схилів північно-західного узбережжя Чорного моря. Встановлено зміни структурних зв'язків в цих глинах в межах шару від коагуляційних, в приконтактних зонах з піщаними та лігнітизованими прошарками, до змішаних коагуляційно-кристалізаційних та кристалізаційних на відстані від цих зон. Межа повзучості меотичних глин визначається в основному структурними зв'язками і змінюється від 86 до 157 кПа.

Типи схилів узбережжя Чорного та Азовського морів
в кордонах України, що зазнають дії абразійно-
гравітаційних процесів

УМОВИ	ПОЗНАЧЕННЯ
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

Г - ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕМ
У - УБЫТОК
С - СРЕДНЕЕ
В - ВРЕМЯ
М - МАСШТАБ
ОБ - ОБЪЕМ
ИЗ - ИЗМЕНЕНИЕ
ИЗ - ИЗМЕНЕНИЕ

1	В-114	АЕС	ТА
2	СТАННИ	АЕСОВ	ТА
3	СТАННИ		ТА
4	БАТОВ		ТА
5	ТА		ТА
6	ТА		ТА
7	ТА		ТА
8	ТА		ТА
9	ТА		ТА
10	ТА		ТА

Сучасний етап розвитку Чорноморського басейну характеризується переважно опусканням узбережжя із швидкістю 2-10 мм/рік. На цьому фоні відбувається постійне руйнування підвищених берегів в участю абразії, обвалів, зсувів.

Для рівнинної частини узбережжя (Північно-Західне узбережжя Чорного моря - Одеса; Північне узбережжя Азовського моря - Бердянськ, Маріуполь) встановлена просторова картина руйнування, яка контролюється геологічною будовою і сучасними тектонічними рухами. Ділянка узбережжя між двома пониженнями (виступами, мисами) розглядається як окрема берегова система і всі процеси, які тут відбуваються, тісно взаємопов'язані. Зсувні руйнування, їх механізм залежать від швидкості абразії, об'ємів наносів, які надходять на підводний схил, який має напрямки та швидкості їх переміщення. Визначена послідовність зміщення окремих блоків зсуву в межах амфітеатрів зсуву, періоди появи зсувних тріщин на плато. Швидкість відступу берегової лінії, врешттю, визначаються швидкістю підйому рівня моря. На основі спостережень за періодичністю зміщень окремих блоків зсуву встановлюється періодичність зсувних проявів та масштаби можливих зміщень.

На ділянках, які захищені від хвильової дії моря на основу сили, зсувні зміщення можуть активізуватися в результаті техногенних змін режиму вологості порід (схил Приморського бульвару в Одесі) або в результаті статичних (динамічних) навантажень.

Для гірських ділянок узбережжя Південного та Південно-Східного Криму розкрито механізм дії абразії, який приводить до активного стану величезні маси пухкого делювіально-продувального зсувного матеріалу, який заповнює структурно-денудаційні пониження на схилах (зсувні системи типу Кучук-Койської, Долонської, Алушкінської та ін.). Суть дії цього механізму складається в порушенні абразійними зсувами шляхів стоку, які склалися, утворенні підпору та накопичення води у схилових відкладах.

На основі проведених досліджень зроблено висновки у відношенні комплексу заходів інженерного захисту рівнинних та гірських узбережжь. Для рівнинної частини узбережжя активні методи берегозахисту часто є достатніми для стабілізації зсувів та попередження подальшого руйнування території. Стабілізація великих зсувів на гірських схилах потребує здебільшого комплексного підходу, які разом з береговим захистом, включають також заходи в регулювання стоку та механічного утримання порід, які зміщуються.

6. ГРАВІТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ НА СХИЛАХ ДОЛИН РІВНИННИХ РІК УКРАЇНИ

Сучасні річкові долини, як природні динамічні системи, були сформовані як результат складної довгої взаємодії літо-, гідро-, атмо- та біосферних процесів.

Аналіз умов формування, просторового положення, напрямків сучасного розвитку долин рівнинних річок України показав, що на цілому ряді їх відрізків, в зв'язку з особливостями геологічної структури, тектонічного режиму, дії зонально-кліматичних факторів (опадів, температура, рослинний покрив) були сформовані частіше на одній стороні долини (переважно правій), високі (50-220 м), круті (15-70 град.) схили з редукованими або невиразними терасовими рівнями. Такі схили при природному розвитку (заглиблені долини при тектонічному підйомі території, донної та бокової ерозії, суфозії та розвитку карсту), в результаті техногенного впливу (привантаження, підрівки, планівки, зміни рослинного покриву, умов поверхневого та підземного стоків) стають ареною прояву гравітаційних процесів, головним чином асувного характеру.

На основі аналізу за ознаками геологічної структури, морфометрії, гідрогеологічних умов виконана типізація схилів, що зазнають дії гравітаційних процесів руйнівного та катастрофічного характеру на ділянках максимального врізання долин першого та другого порядків для басейнів річок Дніпра, Південного Буга, Сіверського Дінця (табл. 6.1.).

Виділені відкриті річками глинисті шари (основні деформовані горизонти) дана їх характеристика за умовами залягання у відношенні денудаційних рівнів (базисів ерозії) та визначена роль у розвитку асувних явищ.

Дослідження правобережного схилу долини Середнього Дніпра дозволили:

- встановити причини сучасної активізації асувів на схилах, в межах урбанізованих територій, що полягають в зміні гідрологічного режиму ріки (підведення основного русла ріки Дніпро під правий схил біля Києва, створення Київського та Канівського водосховищ), вирубування дерев та чагарників, закладання кар'єрів на схилах, порушень умов природного дренажу та стоку;
- виділити особливості залягання на схилах делювіального чохла та

Типи схилів річкових долин рівнинної частини території України,
що зазнають впливу гравітаційних процесів

ДІЛЯНКА ДОЛИНИ	ІНДЕКС ГЕОЛО- ГІЧНОЇ СТРУКТ.	СХЕМА СХИЛУ	ТИПОЛОГІЧНА ФОРМУЛА
СЕРЕДНІЙ-ДНІПРО /Київ - Ходорів/	C ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
СЕРЕДНІЙ-ДНІПРО /Трактмирів- Пекарів/	C ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ЛІВОБЕРЕЖНІ ПРИ- ТОКИ ДНІПРА /Сула, Псел, Ворскла/	D ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ	D ₀ B ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ПІВДЕННИЙ БУГ /Купель-Меджи- бож/	B ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ПІВДЕННИЙ БУГ /Меджибож-Перво- майськ/	Щ		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ПІВДЕННИЙ БУГ /Первомайськ- Миколаїв/	Ч		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
СЕРЕДНІЙ ДНІСТР ТА ЙОГО ЛІВОБЕ- РЕЖНІ ПРИТОКИ I	B ₀ C ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
СЕРЕДНІЙ ДНІСТР ТА ЙОГО ЛІВОБЕ- РЕЖНІ ПРИТОКИ II	B ₀ C ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
СЕРЕДНІЙ ДНІСТР ТА ЙОГО ЛІВОБЕ- РЕЖНІ ПРИТОКИ III	B ₀ C ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ПРУТ /район м. Чер- нівці/	B ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$
ПІВНІЧНО-ЗАХІД- НИЙ СХИЛ ПОДІЛЬ- СЬКОЇ ВИСОЧИНИ	B ₀		$R_{1r} = \frac{S \cdot v \cdot d \cdot H \cdot K_0 \cdot P \cdot w}{P_0 \cdot w \cdot l \cdot z \cdot d}$

УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

АБСТРАКТИВНІ СХЕМИ
 ГЕОМОРФІЧНІ АРХАЙНИ
 АНТИКЛІНАЛЬНІ СХЕМИ
 АНТИКЛІНАЛЬНІ СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ

СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ

СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ
 СХЕМИ

w₁ - висота схилу з відношенням
 w₂ - висота схилу з відношенням

ПРОФІЛ СХИЛУ

- профіль з відношенням; - профіль з відношенням; - профіль з відношенням

типівувати їх за признаками положення делювіальної приями у відношенні контактів водонесучих та водотривких порід корінного схилу;
- встановити роль окремих літолого-генетичних комплексів у розвитку схилових процесів (лес, морена, бурі та строкаті глини, полтавські та харківські піски, глинисті мергелі київської свити);
- з урахуванням ергодичності асувних процесів виділити на різних ділянках схилу аналоги, що знаходяться в однакових умовах розвитку;
- визначити роль та ефективність роботи спеціальних гідротехнічних споруд на схилах Дніпра в межах Києва, що збудовані в зв'язку з протипасувними заходами.

Встановлено, що на ділянках, де відроджена рослинність дерев та кущів з достатньо обгрунтованим підбором порід дерев (розгалужена, глибоко проникаюча коренева система, високі транспіраційні властивості), протипасувні інженерні споруди виконують допоміжну роль та, з урахуванням типу використання територій, можуть не експлуатуватись.

Розроблено критерії загальної та часткової ефективності протипасувних заходів. Загальна ефективність протипасувних заходів оцінюється за співвідношенням коефіцієнтів стійкості: нормативного - $K(n)$, до - (K_0) та після - (K_k) здійснення протипасувних заходів з урахуванням умов граничної рівноваги масиву:

$$Еоб. = (K_k - K_0) / (K_n - 1) * 100\%$$

Для схилів річкових долин басейна Дністра встановлено, що техногенні зміни умов дренажу водомістких горизонтів, що розташовані в прогарках пісків, супісків, суглинків в глинистих товщах, що знаходяться в присхильових масивах, призводять до розвитку тривалих процесів розпушування глин, деформацій повзучості із захватом великих площ, виходом на пологі (5-7 град.) ділянки схилів.

Широке розповсюдження асувів в басейнах Дністра та Прута на сучасному етапі обумовлено зміною режиму вологості в присхильових масивах та, частково, неогенових глин (сармат, тортон), які залягають майже всюди на рівнях ероційного урізу.

Створення Дністровського водосховища при підйомі рівня води на ділянці долини Могилів-Подільський - Мельниця-Подільська викликало активізацію давніх блокових асувів, що виникли на пізніх стадіях розвитку долини Дністра при її заглибленні та врізанні у відклади протерозою, що включають аргіліто-алевролітові шари, виділені в нашій схемі як основний горізон, що підлягає деформуванню, самого стародавнього для території України віку.

Зсуви на схилах долин басейну Сіверського Дінця приурочені до глин четвертинного, палеогенового, тріасового та карбонового віку. Аналіз прояву зсувів дозволяє зробити висновок, що їх сучасна активізація є наслідком техногенних змін обстановки, характерної для урбанізованих та промислових територій.

Вперше виконано аналіз формування зсувних осередків у глинистих відкладах при умові зволоження з поверхні, розроблена схема розрахунку стійкості схилових відкладів, що перекривають виходи на схил водомістких горизонтів зони активного водообміну, що дозволяє враховувати морфометрію схилу, зміни рівня ґрунтових вод (hв) та зміни міцнісних характеристик ґрунтів (φ та C).

Для схилів долин рівнинних рік виділяються періоди активізації гравітаційних процесів, пов'язаних із змінами на базисі ерозії (зростання інтенсивності глибинної та бокової ерозії) та змінами поверхневого та підземного стоків по схилу, які викликані як природними, так і техногенними факторами.

У прийнятій схемі стадійності зсувних зміщень нами виділяється стадія руйнування зсувного тіла, виводу його з зони впливу ерозії або поховання. Тривалість цієї стадії залежить від маси порід, які змістилися, їх властивостей, інтенсивності кліматичних впливів і змінюється від кількох місяців до десятиріч та століть. Великі блоки скельних та напівскельних порід, що амішуються, аберігаються на схилах річкових долин на протязі геологічних епох, виведені за межі досяжності змін на базисі ерозії при підйомі території або ж поховані під делювіально-алювіальними відкладами при їх опусканні.

7. ГРАВІТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ НА СХИЛАХ У ГІРСЬКО-СХИЛЧАСТИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА КРИМУ

Динамічність та висока чутливість геологічного середовища гірських областей до порушення сталих природних зв'язків визначають основні інженерно-геологічні проблеми при освоєнні цих територій.

На основі аналізу умов розвитку гірських областей на різних етапах орогенезу розгорнутий механізм формування первинних (структурних) схилів при складінних підняттях, насувах, складкоутворенні, розчленуванні скидами, підкидами, їх наступної денудаційної переробки.

Виходячи з геологічної будови виділяються основні типи схилів Українських Карпат та Криму (табл.7.1). Схиліві гравітаційні процеси в Карпатах на сучасному етапі пов'язані з переходом до руху ски-

Таблиця 7.1

Типи схилів Українських Карпат та Гірського Криму,
що зазнають дії гравітаційних процесів

ПІСЬКА СИСТЕМА	НАЗВА ДІЛЯНКИ	СХЕМА БУДОВИ СХИЛУ	ТИПОЛОГІЧНА ФОРМУЛА
КАРПАТСЬКА	1 СКИБОВА ЗОНА		$M_k = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	2 КРОСНЕНСЬКА / СІЛЕЗСЬКА / ЗОНА		$M_k = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	3 ДУКЛЯНСЬКА ЗОНА		$M_k = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	4 ЧОРНОГОРЬСКА ЗОНА		$M_k = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	5 ПОРКУЛЕЦЬКА ТА РАХІВСЬКА ЗОНИ		$M_k = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
ГІРСЬКИЙ КРИМ	6 ПІВДЕННИЙ БЕРЕГ КРИМУ / м. АЯ - Алушта /		$M_{kp} = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	7 ПІВДЕННО-СХІДНИЙ КРИМ / Алушта - м. Меганом /		$M_{kp} = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	8 СХІДНИЙ КРИМ / м. Меганом - Феодосія /		$M_{kp} = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
	9 ПІВНІЧНИЙ СХИЛ ГОЛОВНОГО ПАСМА		$M_{kp} = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$
10 ГІРСЬКИЙ	ВНУТРІШНЯ КУЕСТОВЕ ПАСМО / долина прориву Салгіра /		$M_{kp} = \frac{\sum (c + \sigma \tan \phi) \cdot \cos \alpha}{\rho_{sk} \cdot w \cdot l}$

- фліс піщано-глинистий
- фліс піщано-глинистий
- вапняки, закарстовані тріщинуваті
- піщаники
- схилі відклади

- рівень ґрунтових вод / -рівень води у водотоці
- тонкоритмічний фліс
- сильно-дислоковані флішеві породи
- піщані глини
- алювій

Профілі схилів: - увігнутий, - східчастий,

- напрям змін рівня

лових глинисто-щебнистих утворень (dQ), що накопичуються на схилах на проміжних рівнях, активізацією давніх асувів, утворенням блокових (структурних) асувів із зміщенням по площинам напластування, тектонічним порушенням, тріщинам.

Перехід в асувне зміщення пухких схилових відкладів, що накопичуються в структурних пониженнях схилів або ж перед перешкодами, відбувається внаслідок порушення умов накопичення при зниженні швидкості виходу матеріалу із структури (за межі перешкоди).

Стійкий стан схилу зберігається при вільному переході матеріалу з верхньої частини схилу на базис ерозії. При збільшенні коефіцієнта накопичення (відзначаємо співвідношення Q/g , де Q - маса матеріалу, який надходить в пониження, g - відповідно, який виходить з пониження) відбувається накопичення матеріалу, таким чином створюються умови для чергового циклу швидкого переміщення.

Аналіз розвитку схилів Гірського Криму та особливо південних схилів його Головного пасма свідчить про те, що основний рух, пов'язаний з переміщенням продуктів звітрювання та руйнування тріасових, юрських та палеогенових відкладів, які накопичуються часто в ерозійно-структурних пониженнях схилів, що утворюють запаси рухомого матеріалу, який обчислюється десятками млн. м.куб. і знаходиться в постійному русі від вершин до базисів ерозії (асувні системи).

В наш час відмічаються відколи великих масивів верхньоярських вапняків, які справляють детрузивний вплив на верхні частини асувних систем. Активізація руху асувних систем Південного берега Криму типу Доломійської, Кучук-Койської поза впливом, абразії, обумовлена також змінами в режимі накопичення переміщення пухкого глинисто-щебнистого матеріалу та вирівнювання профілю поверхні кошування (ложе асуву) із зривом окремих виступів корінних порід.

Основні задачі при проведенні досліджень стійкості схилів у горах нами сформульовані таким чином:

- вияв умов та встановлення можливості виникнення на схилах крупних блокових асувів з розвитком зміщення по площинам нашарування, поверхням тектонічних порушень, тріщинам;
- оцінка стану та можливості переходу в рух схилових делювіально-пролювіально-схилових відкладів.

Перша задача вирішується на основі геоструктурного аналізу, умовах залягання порід, стані контактів та площин напластування.

Вирішення другої задачі потребує визначення запасів рухомого матеріалу, умов його накопичення та підрахунку балансу на ділянці

накопичення, режиму зволоження.

На конкретних прикладах Карпат та Гірського Криму проаналізовані особливості формування структурних (блокових) асувів та асувів схилових відкладів. Структурні асуви Карпат мають чітко визначені розбіжності по геоструктурним зонам (Скибовій, Кросненській, Дуклянській, Чорногорській), які відрізняються віком та літологічним складом порід, що їх складають, характером залягання та тектонічної порушеності. Особливо виділяються контакти стрийської світи крейди (K2st) та менілітових сланців олігоцену (Pam1) в Скибовій зоні, контакти в шарах піщано-глинистого тонкоритмічного флішу еоцену в Дуклянській зоні, розривні порушення в структурах скидів та насувів присхилових масивів. Вивчені умови активізації давніх асувів, що відклались, частково або повністю похованих на різних терасових рівнях гірських рік.

Механізм формування асувів у пухких схилових відкладах розглянуто на прикладах крупних асувних систем Південного берега Криму. Відзначається гідрофільність та здатність до різкої втрати міцності при зволоженні алювію таврійської серії (Ts-J1).

Проявлення схилових гравітаційних процесів у горах в більшій мірі залежить від сейсмічності та гідрометеорологічних умов, які ведуть до зниження стійкості схила, більшою мірою незворотньому, а також виступають в якості спускового механізму обвальних асувних явищ. Оцінка стійкості гірських схилів виконується на основі ретельного всебічного аналізу структури присхилових масивів, вияву ослаблених зон та поверхней, складу та властивостей пухких відкладів, їх маси, умов залягання, режимів стоку.

Пропонується метод картограм, який дозволяє на основі використання великомасштабних планів, геологічних карт враховувати при оцінці стійкості схилів об'ємний характер процесів.

8. ТЕХНОГЕННІ ВПЛИВИ НА СХИЛИ ТА УКОСИ.

ШТУЧНІ СХИЛИ ТА УКОСИ.

На основі аналізу матеріалів дослідження стійкості штучних укосів, виїмок та насипів залізниць на території України, бортів кар'єрів та укосів відвалів при гірничих роботах встановлені основні закономірності прояву схилових гравітаційних процесів в умовах техногенного впливу.

Порушення стійкості схилів та укосів при будівництві лінійних об'єктів пов'язано:

- із зміною профілю схилів при підрізках для прокладання дорожнього полотна;
- із зміною умов стоку та дренажу ґрунтових вод;
- із створенням додаткових статичних та динамічних (рух транспорту) навантажень.

Порушення стійкості схилів відбувається при зміні напруженого стану (збільшенні крутизни схилів) та режиму вологості на рівні основних деформативних горизонтів (червоно-бурі та строкаті глини на схилах долин басейну Дніпра, сарматські глини в басейні Дністра та Південного Бугу, местичні глини у Південному Причорномор'ї).

Зсувні порушення та деформації укосів дорожніх виїмок, котлованів, каналів, бортів кар'єрів, сформованих у піщано-глинистих пухких відкладах, обумовлюються поверхніми і зонами ослаблення усередині глинистих шарів і на контактах глин з обводненими піщаними породами. В зонах контактів обводнених глин при достатньо швидкому заглибленні розвивається поровий тиск, що веде до різкого зниження опору зрушення. Міцність на зрушення глинистих порід понижується при динамічних навантаженнях.

В процесі досліджень в прибортових масивах кар'єрів, в стінках котлованів, в тілах земляних споруд спостерігались тривало зберігаючись в глинах зеркала скочування, поверхні скочування зсувів. Наприклад, характер зсуву, що зруйнував греблю хвостосховища Стебниківського камієного заводу було встановлено через 11 місяців після аварії в результаті розбирання тіла зсуву і виявлення фрагментів його поверхні скочування. Відмічено явище збільшення вологості глин в зонах концентрації зрушувачих деформацій. Ослаблена зона в тілі плотины Стебниківського хвостосховища оформувалась через відсіпку некондиційного глинистого матеріалу і характеризувалась показниками вологості (27-29%, проектна 22-23%), щільності $(1,40-1,35) \cdot 10^{-3}$ кг/м³, проектна $1,65 \cdot 10^{-3}$ кг/м³). Показники опору зрушенню: φ - 5 град.45 мин (+2 град.), C - 32 (+16) кПа.

На основі проведених досліджень даються рекомендації для виявлення ослаблених зон і поверхонь в масивах піщано-глинистих порід, врахування їх розмірів, просторового положення при оцінці стійкості бортів кар'єрів, відкосів виїмок та котлованів.

Положення ослаблених зон в присхислових масивах або наявність умов для формування ослаблень при техногенних змінах обстановки, що

склалась, з метою запобігання асувних руйнувань (деформацій) вимагають вастосування відповідних методів, технологій виконання будівельних і гірничих робіт, заходів для зміцнення відкосів, обмежень при експлуатації споруд.

9. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КОНТРОЛЮ СТАНУ СХИЛІВ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРУ ПРОТІКАННЯ СХИЛОВИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Розташування об'єктів на схилах та в зонах їх впливу, забезпечення стійкості та безпечного функціонування природно-техногенних систем потребують виконання комплексних оцінок стану схилів та прогнозу можливих проявів гравітаційних процесів руйнівного та катастрофічного характера.

Оцінка стану схилу виконується на основі його геомеханічних моделей, що дозволить визначити:

- положення ослаблених поверхонь та зон, межі можливого поширення деформацій (порушень), поверхню ковзання асувів та контури її виходу на схилі;
- площі, на яких проявляються деформації поверхні;
- масу (об'єм) порід, охоплених деформаціями (рухом);
- швидкості деформацій (руху);
- величини деформацій, величини шляху, що проходять породні маси, які відокремились від схилу;
- енергію, що виділяється при швидких зміщеннях.

Стан схилу, в необхідних випадках контролюється створенням спеціальних систем спостереження, що дозволяють визначити:

- деформації та ознаки порушень поверхні схилу, споруд на схилі та в зоні його впливу;
- зміни умов поверхневого та підземного стоків, гідравлічного режиму водойм (водотоків) на схилах, режиму перших від поверхні водонесних горизонтів, що дрениються на схили;
- режим вологості порід присхилового масиву та основного горизонту що деформується.

Виконано аналіз інструментальних геодезичних спостережень деформацій схилів на Одеському узбережжі (52 створи реперів), на схилах Дніпра на ділянці Київ-Ходорів (35 створів), на Південному березі Криму (15 створів). Що дозволило визначити механізм розвитку деформацій, виявити недоліки прийнятих методів спостережень, розробити рекомендації по вдосконаленню системи спостережень. Обгрун-

тована необхідність підвищення точності спостережень за деформаціями ділянок, що прилягають безпосередньо до активних асувів з метою визначення можливості та швидкості розширення площин, що охоплюються асувними деформаціями (ділянки плато на морських рівнинних узбережжях, ділянки плато, що прилягають до стрімчаків Головного пасма Кримських гір та ін.).

Виконано розрахунки парних кореляцій даних спостережень деформацій схилів з гідрометеоданими (опаді, хвилювання моря). Досліджені також залежності деформацій схилів від ходу рівнів води у гідропостережних свердловинах, що контролюють режим водоносних горизонтів на схилах.

Важливим для визначення асувних деформацій схилів є контроль вологості, напрямків її міграції, що дозволяє визначити місця формування ослаблених зон та асувних осередків.

Визначено порядок комплексування та взаємоув'язування, контролю деформацій, напружень, режиму стоку і стану водойм (водотоків) на базі сповання, використання з цієї метою новітніх технічних засобів. Кінетику накопичення напружень у породах на прихованих стадіях розвитку деформацій при виникненні мікротріщин та на стадії прогресуючого порушення ґрунтів можливо встановити за допомогою використання експресного метода реєстрації варіацій природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПІЕМЗ).

В роботі запропоновані нові схеми розрахунку стійкості схилів на основі побудови картограм з використанням топографічної та інженерно-геологічної карт.

Метод полягає в розбивці ділянки схилу, де передбачається розвиток асуву, на квадрати з визначенням положення поверхні ковзання, розрахунку об'ємів потенційно рухомих порід, визначення напрямків зміщення, розрахунку діючих асувних сил опору асуву з врахуванням часової і просторової мінливості характеристик міцності ґрунту.

Особливостями проведення розрахунків є те, що в даному випадку показники опору асуву φ та C не розглядаються як постійні параметри, властиві породам схилу, а як величини, що змінюються в просторі та часі.

Аналіз методів розрахунку стійкості схилів та виконані нами дослідження показали, що спроби знайти та оперувати міцносними показниками порід, незмінними в часі, безперспективні. Сучасні методи опробування породних масивів дають надто низьку ймовірність відбору зразків із зон концентрації напружень (деформацій), але навіть у

випадку такого відбору вилучений з масиву зразок не буде з відомих причин відображувати стан ґрунтів в цій зоні. Виходячи з цього пропонується новий підхід до оцінки стану схилу, суть якого полягає в наступному:

- для ґрунтів в ході польових та лабораторних досліджень встановлюються діапазони зміни розрахункових показників фізико-механічних властивостей;

- встановлюються умови, при яких в масиві ґрунтів можуть формуватися ослаблені поверхні (зони) з мінімальними значеннями показників опору зсуву;

- шляхом розрахунку на ЕОМ при зміні параметрів структури та стану пород схилу визначаються коефіцієнти, які визначають граничний стан породних масивів.

Така схема дозволяє розрахувати кількість варіантів, які відповідають варіаціям параметрів схилів та властивостей пород в зонах передбачуваних проходжень поверхні ковзання та оцінити можливість переходу у спадний рух певних частей присхилового масиву, що відчленовані ослабленими поверхнями та зонами. Місця можливого прояву деформацій, їх масштабність та характер протікання встановлюються за морфометричними характеристиками схилу, та властивостями порід, що його складають з врахуванням просторового положення основних деформуючих горизонтів, ослаблених зон та поверхней ослаблення, з врахуванням положення ділянок, що еродуються (абрадуються), додаткових навантажень, концентрованих надходжень води в масив. Задача встановлення часу порушень, точної дати прояву процесів викликає інтерес, але коли небезпека виразно виявлена, необхідно приймати заходи до її усунення, попередження можливого катастрофічного наслідку або залишення небезпечного місця.

Час прояву зсувів, обвалів часто корелюється з часом аномального прояву гідрометеорологічних процесів, землетрусів, які виступають як в якості основного силового фактора впливу на схили, так і в якості спускового механізму. Ця остання обставина ставить задачу прогнозу часу катастрофічних проявів схилових процесів в тісну залежність від задачі прогнозу часу землетрусів, повеней, злив, штормів, яка, як відомо, ще сама далека від вирішення.

Можливість та доцільність штучного впливу на характер протікання гравітаційних процесів, їх регулювання, здійснення укріплювальних заходів визначаються у зв'язку з потребами освоєння територій, захисту існуючих об'єктів, та об'єктів, що зводяться.

Принципи, яких при цьому треба дотримуватись, полягають в:

- стимулюванні здібності схилів, як природних систем, до саморегулювання та динамічного самовідновлення;
- адекватності заходів, що виконуються, характеру та масштабам прояву процесів;
- врахуванні циклічності, ритмічності та стадійності прояву схлизових процесів;
- комплексності проведення інженерного захисту території та селективності дії окремих заходів, направлених на усунення окремих факторів асуво- (обвало-) утворення;
- поєднанні регулюючих заходів з інженерною підготовкою території та елементів захисних систем з елементами конструкцій будов та споруд, що дозволяє знизити витрати на проведення заходів з інженерного захисту територій та об'єктів.

ВИСНОВКИ

В роботі виконано аналіз і теоретичне узагальнення матеріалів досліджень динаміки схилів на території України, вирішена проблема оцінки сучасного стану схилів, прогнозу і запобігання руйнівного і катастрофічного прояву схлизових гравітаційних процесів, що має важливе економічне значення. На основі аналізу геологічної будови, тектонічного режиму та еволюції геологічних структур, гідрогеологічних і гідрологічних умов автором вивчений генезис і просторове положення схилів, на яких можливі руйнівні (катастрофічні) прояви гравітаційних процесів.

Для території України вперше:

- дана генетична класифікація схилів з визначенням характеристик для кожного класу схилів морфометричних параметрів і притаманних йому схилромодельючих процесів;
- виконано районування території за геологічною будовою схилів з виділенням районів, в межах яких в будові схилів приймають участь один, два, три або більше геолого-літологічних комплексів, що виступають середовищем розвитку екзогенних геологічних процесів;
- виконана інженерно-геологічна типізація схилів за ознаками, що впливають на перебіг схлизових процесів руйнівного (катастрофічного) характеру;
- встановлені закономірності руйнівного (катастрофічного) прояву

схилових гравітаційних процесів, що визначаються положенням підвищених і знижених ділянок рівнинних узбережжь морів; положенням структурно-ерозійних впадин, що відкриваються до моря на гірських узбережжях, умовами поверхневого і підземного стоку на схилах річкових долин і гірських областей. Розкрито роль абразії, яка полягає в провокуванні зсувів, що руйнують шляхи підземного стоку, що, в свою чергу, викликає обводнення великих масивів рухомих порід і розвитку в них зсувних процесів руйнівного (катастрофічного) характеру;

- розкриті закономірності прояву зсувів на схилах річкових долин, природна ситуація, на яких змінена, в результаті урбанізації і промислового освоєння;

- розроблено принципи оцінки впливу на стійкість схилів техногенних перетворень ландшафтів і узагальнені матеріали з стійкості схилів і укосів в зв'язку з транспортним будівництвом і відкритими гірничими роботами;

- запропонований новий підхід до оцінки стану схилів, що дозволяє враховувати мінливість властивостей ґрунтів, ослаблені поверхні і зони з визначенням маси порід, охоплених рухом по схилу, величин і швидкостей можливих зміщень, енергії, яка виділяється при цьому;

- висунуті і обґрунтовані принципи інженерного захисту від руйнівного (катастрофічного) прояву схилових гравітаційних процесів, які полягають в стимулюванні здатності схилів, як природних систем до авторегуляції та самовідновлення динамічної рівноваги; врахуванні циклічності, ритмічності та стадійності прояву процесів, адекватності заходів, що вживаються, характеру і масштабам можливого прояву процесів; комплексності заходів та селективності дії окремих з них; поєднання захисних заходів з інженерною підготовкою, елементів, захисних систем з конструктивними (функціональними) елементами інженерних об'єктів.

Новизна наукових розробок автора полягає в прогностичному напрямку досліджень, при якому об'єктом розгляду виступає не процес, що відбувся (відбувається) або його наслідки, а ділянки території з певними характеристиками, на яких при певних умовах можуть проявлятися схилові гравітаційні процеси руйнівного (катастрофічного) характеру.

Автор виходить з позицій детермінізму, показуючи, що характер та масштаби прояву процесів визначені будовою схилів, характером, тривалістю, масштабами дії зовнішніх чинників. Автор вважає, що один коефіцієнт стійкості схилу, який отримують при розрахунках, як

це прийнято тепер, не задовольняє потреб проектування освоєння та інженерного захисту територій, пропонує і дає метод визначення маси порід, що активізується в полі зрешуючих напруг на схилі, шляху і швидкості можливого розвитку зміщень, енергії, яка виділяється при реалізації процесу.

Висунуті принципи інженерного захисту дозволяють підвищити його надійність, знизити вартість закріплювальних робіт в результаті застосування відповідних методів і заходів, так і в результаті вибору часу їх проведення, виходячи із циклічності, ритмічності і стабільності процесів.

Розробки знайшли застосування в практиці проектування і здійснення протинасуючих заходів в країні, а також відкривають нові напрямки для пізнання природи геодинамічних процесів, створення теорії регулювання екзогеодинамічних процесів, раціонального використання земельних ресурсів та геологічного середовища в цілому.

ОСНОВНІ ДРУКОВАНІ РОБОТИ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Оползневые деформации рабочего борта Валаховского угольного разреза // Уголь Украины. 1964. 7. С. 25-27. (Співавтор Яценко І.Г.).

2. Сопротивление сдвигу в зоне контакта слоев песка и глины. // Уголь Украины. 1966. 2. С. 35-37.

3. Зоны ослабления прочности в массивах песчано-глинистых пород, их развитие и роль в возникновении оползней бортов карьеров // Совершенствование техники и технологии разработки полезных ископаемых. Киев. 1966. С. 32-34.

4. Особенности управления бортами буроугольных карьеров в условиях развитых диапировых структур // Уголь Украины. 1967. 4. С. 25-27.

5. Условия устойчивости рабочих уступов, нагруженных тяжелым горным оборудованием // Устойчивость породных масс и осушение карьеров. Киев: Техника, 1968. С. 43-57. (Співавтори: Кувасєв М.М., Коваленко С.Ф.).

6. Прогноз устойчивости высоких отвалов проектируемого Ново-Дмитровского разреза // Добыча угля открытым способом. М., 1969. С. 48-51. (Співавтори: Загсруйко Л.П., Осинцева К.В., Алексеєнко М.І.).

7. Визначення обсягів земельних робіт на асувних схилах // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1971. Вип. XV. С. 128-

133.

8. Ослаблені зони в делювіально-зсувних відкладах на Південному березі Криму і оцінка стійкості територій на схилах // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1971, Вип. XVII. С. 94-101.

9. Зсувні руйнування берегового схилу в районі Вердянська і методи їх запобігання // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1972, Вип. XIX. С. 71-76. (Співавтори: Крамаренко О.О., Самойленко В.А.).

10. Про ефективність дренажів в протизсувному будівництві // Наука і техніка в міськ. господарстві. Київ, 1972, Вип. XX. С. 88-93.

11. Стійкість делювіальних накопичень на схилах ерозійних долин // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1972, Вип. XXI. С. 86-92 (Співавтор Шулепова Р.Ф.).

12. Про ефективність протизсувних заходів // Міське господарство України. 1972. 4. С. 37-38.

13. Про умови забезпечення стійкості земляних мас при виконанні планувалих робіт на схилах // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1973, Вип. XXIII. С. 70-74.

14. А.с. 391152 (СССР). Способ изготовления фильтрующих изделий. Опубл. в В.И. 1973. 31. (Співавтори: Грущенко М.І., Вілеуш А.І., Козленко Д.Д.)

15. А.с. 391152 (СССР). Способ изготовления фильтров. Опубл. в В.И. 1973. (Співавтори: Грущенко М.І., Вілеуш А.І., Козленко Д.Д.).

16. Виположення схилів привантаження // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1974, Вип. XXV. С. 91-94. (Співавтор Каплаух З.П.)

17. Регіональні особливості розвитку схилів по території УРСР // Наука і техн. в міськ. господарстві. Київ, 1975, Вип. XXVIII. С. 40-45.

18. Определение объемов пород, вовлекаемых в движение по склонам // Наука и техн. в гор. хоз. х-стве. Киев, 1976, Вип. XXXI. С. 86-92.

19. Оползневые процессы на территориях населенных пунктов Украинской ССР // Наука и техн. в гор. хоз. х-стве. Киев, 1977, Вип. XXXIV. С. 80-83.

20. Экономическое и социальное развитие Киева на 1976-1980 г.г. Благоустройство города / Совет по изуч. производ. сил УССР. Киев: Наук. думка, 1978. С. 379-383.

21. Указания по выявлению, учету и оценке территорий, подверженных оползневым и абразионно-эрозионным процессам в населенных пунктах Украинской ССР. Киев, 1977. 53 с.

22. Подземный сток и устойчивость склонов // Наука и техн. в гор. хоз. х-стве. Киев, 1978. Вып. XXXVII. С.71-75. (Співатори: Лалинський В.П., Файер Д.В.).

23. Проявление экзогенных геологических процессов в рельефе Киевского плато на современном этапе // Инж.-геол. свойства грунтов и характеристика геодинамических процессов. Киев: Наук. думка, 1979. С.32-40. (Співатор Лалинський В.П.).

24. Условия формирования ополневых очагов в глинистых породах на склонах // Основания и фундаменты. Киев, 1980. Вып. XIII. С.34-35.

25. Инженерно-геологические проблемы устойчивости склонов // Киев: Знание, 1980. 24 с.

26. Про роль відкладів київської світи в розвитку берегових схилів Дніпра в межах м. Києва // Доп. АН УРСР. Серія В. 1981. 8. С.21-24.

27. Инженерно-геологическая характеристика платформенной части Украины. // Киев: Наук. думка, 1982. 168с. (Співатори: Краев В.Ф., Боськов В.Г., Костяний М.Г. та ін.).

28. Инженерно-геологические изыскания для освоения склонов с целью эффективного использования земельных ресурсов. // Киев: Знание, 1982. 20с. (Співатор Яковлев Е.О.).

29. Прогноз и предупреждение ополневых явлений на территории Украины // Препринт Института геологических наук АН УССР, 82-18. Киев, 1982. 54с.

30. Роль отложений таурической серии в развитии гравитационных процессов на Южном берегу Крыма / Доклады о горных породах Украины и их использовании в строительстве. Киев, 1982. С.32-34.

31. Slope processes control in the urbanized regions // Proceeding of the First international symposium on soil, geology and landforms. Bangkok, Thailand, 1982 p.p.721-731. (Співатор Краев В.Ф.).

32. Оползни в бассейне Среднего Днестра в связи с особенностями геологического строения его долины // Оползни Молдавии и охрана окружающей среды. Кишинев, 1983. С.11-12.

33. Особенности дифференциации аллювия Днепра в связи с развитием склоновых процессов // Аллювий. Пермь, 1983. С.40-49. (Співатор Боськов В.Г.).

34. Engineering geological conditions in the zones of entrans and exit of underground construction // Intern. sympos. on Engineering geology and underground construction. Lisbon, 1983

р.1.303-1.312. (Співавтор Краєв В.Ф.).

35. Природа состава и свойств грунтов и связанных с ними геодинамических процессов. Киев: Наук. думка, 1984. 136 с. (Співавтори: Краєв В.Ф., Костяний М.Г., Еськов В.Г.).

36. Оползневая опасность при прокладке газопроводов в горах // Газовая промышленность, 1984. N 5. С.36-37. (Співавтор Гинсарь С.О.).

37. Инженерно-геологическая оценка склонов бассейна Среднего Днепра // Геол. журн., 1984. 4. С. 93-98. (Співавтори: Краєв В.Ф., Костяний М.Г.).

38. Оползни на территории г.Киева // Геологические и зонально-климатические особенности формирования оползней. М.: Наука, 1984. С.5-28. (Співавтори: Шешеня М.Л., Тихвинський И.О.).

39. Оползни на берегах Черного моря как отражение его современной трансгрессии // Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей. Ч.2. Киев: Наук. думка, 1984. С.108-113.

40. Инженерная геология и гидрогеология Кавказа и Крыма // Сводный путеводитель. XXVII МКГ. - Тбилиси: Хеловнеба, 1984. С.89-129. (Співавтори: Буачидзе И.М., Краєв В.Ф., Сриш І.Ф.).

41. Инженерно-геологические проблемы Днепровских водохранилищ // Препринт Института геологических наук АН УССР. 85-15. Киев, 1985. 53 с. (Співавтори: Еськов В.Г., Савенко Т.С.).

42. Проявление древних оползней в Советских Карпатах в связи с транспортным строительством // Труды XIII конгресса КВГА. Краков, 1985. С.475-478.

43. Склоновые гравитационные процессы в Советских Карпатах и их связь с общей геологической обстановкой региона / Там же, С.485-488. (Співавтор Краєв В.Ф.).

44. Изменение устойчивости склонов в Советских Карпатах в связи с созданием водохранилищ // Экзогенные процессы и проблемы рационального использования геол. среды. Ташкент, 1985. С.34-39. (Співавтори: Краєв В.Ф., Новосельський Ф.А., Яблонський В.В.).

45. Классифицирование гравитационных склоновых процессов в связи с задачами их прогноза и контроля // Проблемы классифицирования склоновых гравитационных процессов. М.: Наука, 1985. С.53-56. (Співавтор Краєв В.Ф.).

46. Рациональное использование и охрана геологической среды в долинах равнинных рек. // Киев: Знання, 1986. 20 с. (Співавтор Еськов В.Г.).

47. Гравитационные процессы на береговых склонах Среднего Днепра в голоцене // Корреляция отложений, событий и процессов антропогена. Тезисы докладов УІ Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода. Кишинев, 1986. С.281-282.

48. Инженерно-геологические условия Карпатского участка трассы газопровода Уревой-Помары-Ужгород // Геол. журн., 1987. 2. (Спів-автор Гинсарь С.О.).

49. Инженерно-геологические условия правобережных склонов Среднего Днепра // Основания и фундаменты, 1987. Вып.20. С.15-19. (Співавтор Беспалова О.М.).

50. Динамика склонов территорий, прилегающих к сейсмогенным зонам // Геол. журн., 1987. 6. С.42-48. (Співавтор Краєв В.Ф.).

51. Современная динамика склонов территории Украины // Препринт Института геологических наук АН УССР, 88-13, 1988. 54 с.

52. Проблемы рационального использования и охраны геологической среды Киевско-Черкасского Приднепровья // Препринт Института геологических наук АН УССР, 88-15, 1988. 53 с. (Співавтори: Шестопалов В.М., Корженевський В.А., Лютий Г.Г., Сергеева Л.Г.).

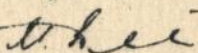
53. Устойчивость склонов долин равнинных рек в условиях интенсивных техногенных воздействий // Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды. Киев: Наук. думка, 1988. Ч.2. С.43-45.

54. Современная экзогеодинамика территории Украины // Там же. С. 75-76. (Співавтори: Краєв В.Ф., Єлін В.М., Савенко Т.С., Сергеева Л.Г.).

55. Геологическая среда Киева // Геол. журн., 1991. 2. С.14-24.

56. Современная динамика склонов на территории Украины. // Киев: Наук. думка, 1992. 256 с.

Дисертант



Демчишин М.Г.

Підп. до друку 22.07.94. Формат 60х84/16. Папір офс. Офс.друк.

Ум.друк. арк. 1,9. Обл.-вид. арк. 2,0. Тираж 100 прим. Зам. 101.

Поліграфічна дільниця Інституту економіки НАН України.

252011 м.Київ 11, вул.Панаса Мирного,26.

458510

AB 30.716