

Т. П. Мокрицкая, Л. Д. Богаченко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭРОЗИОННО-ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Б. ТОННЕЛЬНАЯ

В статье рассмотрены некоторые аспекты активизации оползневых явлений в границах г. Днепропетровска, описана взаимосвязь между деградацией просадочных свойств, суффозионно-просадочными и псевдокарстовыми явлениями, оползнями на конкретном примере.

Ключевые слова: эрозия, псевдокарст, оползень

У статті розглянуті деякі аспекти активізації зсувних явищ в межах м. Дніпропетровська, описаний взаємозв'язок між деградацією просадочних властивостей, суффозионно-просадочними і псевдокарстовими явищами, обвалами на конкретному прикладі.

Ключові слова: ерозія, псевдокарст, зсув.

The article discusses some aspects of the activation of landslides on example the city of Dnepropetrovsk, described the relationship between the degradation of loessess, and subsidence-suffosion,pseudokarst phenomena, landslides in a specific example.

Key words: erosion, pseudokarst, landslide.

Постановка проблемы. Изучению оползневых процессов на территории г. Днепропетровска уделяется значительное внимание с 1976 г. Составлен и обновляется кадастр оползневых участков, осуществляются мероприятия по инженерной защите. Мониторинг оползневых процессов на территории города на протяжении 2009-2010 и 2011-2012 г. г. выполнялся сотрудниками Приднепровской ГРЭ при участии студентов и преподавателей ДНУ им. О. Гончара. Использование GPRS-технологий дало возможность выполнить картирование участков оползневой активности с высокой точностью. К сожалению, анализ фондовых материалов об изучении оползневых процессов и явлений [1-4] показал, что типизация оползневых явлений построена на морфологических признаках. Причиной развития оползневых явлений считают падение прочности лессовидных грунтов в связи с подтоплением, оползни описаны преимущественно как поверхностные. Некоторые аспекты развития соподчиненных просадочных, суффозионных, эрозионных и оползневых процессов на примере территории г. Днепропетровска рассмотрены в настоящей статье.

Фактический материал. В статье использованы результаты инженерно-геологических и гидрогеологических исследований специалистов предприятий КП «ЮжУкргеология», ДП «ДнепроГИИНТИЗ», ОАО «Укркоммунпроект», ОАО «УкрГипротранс» и некоторые результаты многолетних исследований, выполненных студентами ДНУ, в ходе инженерно-геологической учебной практики, под руководством автора.

Результаты исследований. Анализ инженерно-геологических условий региона представляет собой анализ информации об особенностях состава, свойств и состояния геологической среды необходимый для решения прикладных задач, в том числе – для установления факторов активизации опасных геологических процессов. Развитию оползневых процессов способствует широкое развитие обводненных пылевато-глинистых пород, слагающих склоны. В правобережной

части басейна р. Днепр розпространені: плейстоценові лесовидні суглинки, глинисті відкладення, неогенові новопетровські піски і глини, палеогенові мандрыковські і бучагські піски і глини, дисперсна пылевато-глиниста підзона кори виветривання. Локальне розпространення мелкозернистих пісків новопетровської свити, к которым приурочен водоносний горизонт, приводить к асиметрії формування оползневих процесів, в частині, в границях глибоко врезаної ерозійної системи балки Тоннельна.

Попытки об'єктивного аналізу закономірностей активізації процесів потребують вивчення довгих часових рядів даних про стані компонентів геологічної середовища. Найбільш повні дані про закономірності часової змінливості, як правило, характеризують гідрогеологічні умови. В районі г. Дніпропетровська, по історическим даним (1893 г.), перший від поверхності водоносний горизонт був приурочен к піскам полтавського ярусу (новопетровська свита), залегав на глибинах від 60,0 до 100,0 м[5]. Широке розпространення водоносних горизонтів в зоні впливу інженерних споруджень відзначається в більш пізніх матеріалах інженерно-геологічних зйомок[1962 г.]. Були виділені водоносні горизонти: четвертичних відкладень (верховодка в лесовидних суглинках, горизонти в схилових і аллювіальних відкладеннях), неогена, харьковських, киевських, бучагських відкладень і трещинної підзони елювія. В дальнішому [см. 3, 1993-1995 г.г.], вивчаються горизонти: нижневерхньочетвертичних і сучасних аллювіальних відкладень (*a I-IV*); сучасних аллювіально-делювіальних відкладень *adIV*; нижневерхньочетвертичних еолово-делювіальних, реже елювіальних і елювіально-делювіальних відкладень *vd,e,edI-III*; нерасчленених відкладень полтавської серії *P3-N1np* і верхньої трещиноватої зони кристалічних порід і продуктів їх виветривання *AR-PR*. На території басейна балки Тоннельна гідрогеологічні умови лівого і правого схилів різні из-за особливостей розпространення бучагського і новопетровського водоносних горизонтів, техногенно-природного горизонту в лесовидних суглинках, аллювіального водоносного горизонту.

Відомо, що в 1900-1925 г. г. суттєво змінилися гідохімічні показники ґрунтових вод. Якщо в 1900 г. (дані Н.Д. Аверкієва, дослідження 1154 колодців), окислюємість води перевищала ПДК в низинних заболочених ділянках, то в 1925 г. – во всіх пробах. Води по величині мінералізації відносились к різним категоріям: від прісних до солених. Найбільші зміни за 25 років були відзначені в районі міських озер, найменші – на схилах, в зоні транзиту (рис. 2).

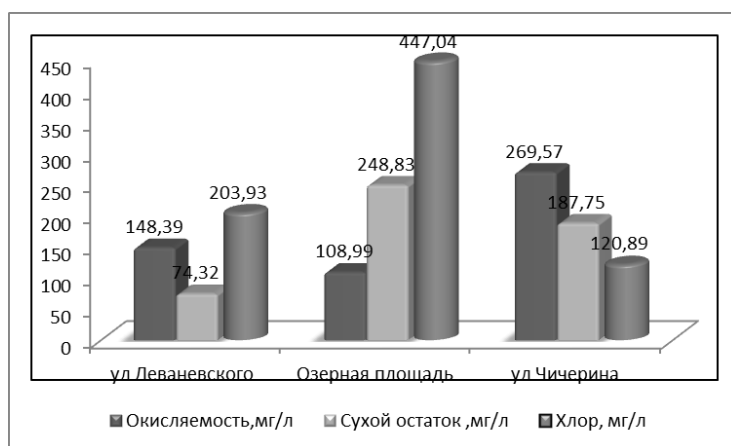
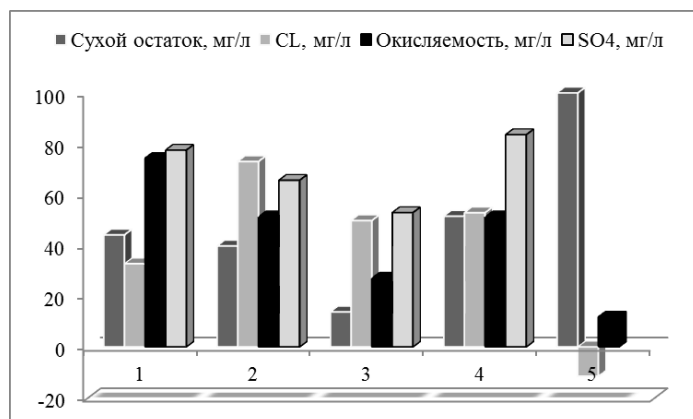


Рис. 2. Приращения показателей химического состава грунтовых вод (1900-1925 г.г., в процентах от начальных значений).

За 1924-1948 г. г., несмотря на продолжающуюся тенденцию к увеличению загрязненности и ухудшения качества грунтовых вод, темп изменений замедлился. Практически вся территория распространения грунтовых вод, кроме наиболее поднятой нагорной части, проявляла агрессивность к бетону из-за высокого содержания сульфатов (рис. 3). По современным данным (инженерно-геологические изыскания, 2006 г.), гидрохимический состав существенно изменен. Уменьшились в несколько раз содержание хлора и сульфатов, сухого остатка. Формирование водоносного горизонта с изменяющейся во времени агрессивностью и нестационарным гидрохимическим составом оказывали и оказывают влияние на свойства грунтов лессовой формации и подстилающих доплейстоценовых глинистых отложений. Отсутствие результатов определения свойств грунтов в 1900-1925 г. г. не дает возможности установить степень их измененности в этот период. В качестве исходных данных для сравнительного анализа приняты результаты определений свойств грунтов лессовой формации (81 монолит, 1934-1949 г.г. [5]).

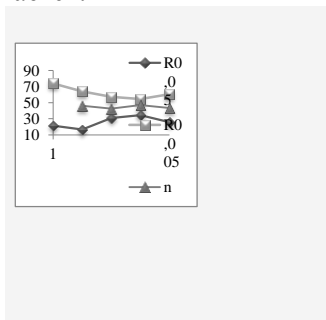


Примечания: 1,2,3,4,5 - районы города: Мандрыковка; Новые Кайдаки, средняя, юго-западная и нагорная части.

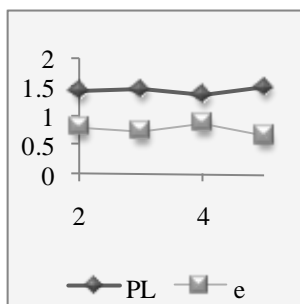
Рис. 3 Изменение гидрохимических показателей грунтовых вод (в процентах от начальных значений, период 1924-1948 г. г.).

Для целей анализа изменений свойств грунтов лессовой формации данные применимы, хотя подразделение грунтов на первичные лессы и лессовидные суглинки, за редким исключением (данные о свойствах причерноморского горизонта) не отвечает современным стратиграфо-генетическим критериям выделения таксонов инженерно-геологического районирования. Анализ средних, размаха содержаний отдельных фракций, плотности и влажности, пределов пластичности указывает на отчетливую геоморфологическую зональность распределения гранулометрического состава, природной влажности (рис. 4 а, в), зависимость плотности грунта и пористости от глубины (рис.4 б). Со временем, изменчивость плотности лессовидных суглинков по глубине становится более сложной (рис.5), что указывает на развитие реактивных процессов. Показательно сравнение особенностей гранулометрического состава причерноморско-дофиновского горизонта по данным 1924-1949 и 1992-2007 г. г. Выборки (содержания фракций) отличаются по количеству частных значений, однородности, средним и дисперсиям. По результатам анализа гранулометрического состава причерноморского горизонта *vdIIIpчh* (12 проб), преобладала мелкопылеватая фракция 0,01-0,05 мм. Асимметричность распределений влажности на границе раскатывания не проявлялась в выборках, отсортированных по принадлежности к одной скважине. Наибольшая вариативность по значениям коэффициента вариации была характерна для содержаний крупнодисперсной фракции, размером более 2 мм и асимметричность - в распределении крупнопылеватых частиц, размером более 0,01 мм. Эти же фракции определяли значения природной влажности: коэффициенты ранговой корреляции природной влажности и средних содержаний указанных фракций составили 0,928 и -0,899 соответственно. Значение уточненного значения коэффициента детерминации AR^2 множественной регрессии природной влажности от глубины и содержания крупнодисперсной фракции указывает на близкую к линейной связь (коэффициент равен 0,97).

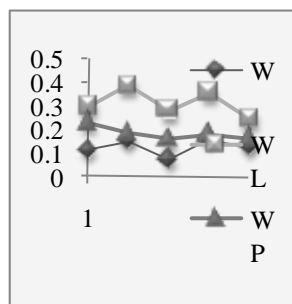
Статистический анализ свойств верхнего горизонта зоны влияния локальной природно-техногенной системы (причерноморско-дофиновские нерасчлененные отложения, 1992-2007 г. г.) выполнен по результатам лабораторных исследований 552 монолитов. Установлена резкая асимметричность распределений по содержанию тонкопесчаной (размер 0,1-0,05 мм) и пылеватой фракций (0,05-0,005мм), действующего диаметра D60, асимметричность распределений модуля деформации, параметров прочности. Ранговая корреляция значений с годом отбора показала, что пределы пластичности в этот период снижаются, содержание тонкодисперсных песчаных увеличивается, действующий диаметр D60 уменьшается.



4 а



4 б



4 в

- 4а. Средние содержания тонкопесчаной и мелкопылеватой фракций лессов и лессовидных суглинков плато, склонов плато, склонов IV и III террас р. Днепр;
 4б. Средние значения плотности PL , кг/м³ и коэффициента пористости e , д.ед., грунта;
 4в. Средние значения природной влажности и пределов пластичности, д.ед.
 Примечания: значения по оси ОХ: 1- лессы, 2,3,4,5 – лессовидные суглинки плато; склонов плато; IV и III террас р. Днепр соответственно.

Рис. 4. Пространственная зональность показателей свойств лессовой формации. (1926-1949 г.г.).

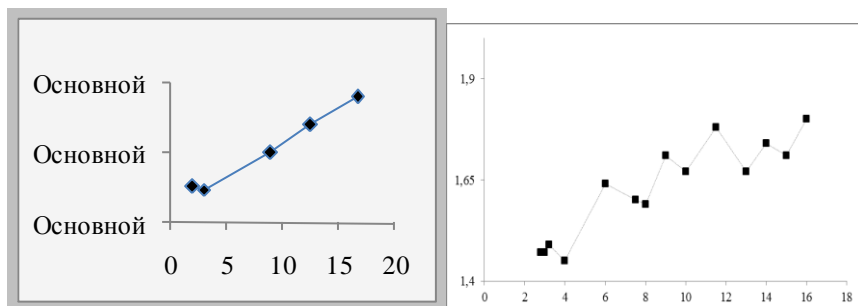


Рис. 5. Изменение плотности лессовидных суглинков с глубиной (IV терраса р. Днепр) по данным 1949 и 2007 г. г.

Асимметрия является следствием увеличивающейся неоднородности свойств грунтов из-за деградации просадочных свойств, сопровождающейся структурными преобразованиями, что приводит к неоднозначным изменениям механических свойств. Приращения прочности и относительных деформаций, особенно на начальных ступенях давления, могут иметь один знак. Для других стратиграфо-генетических разностей приращения показателей деформируемости и прочности во времени на протяжении заданного интервала времени, имеют разный знак. Изменения вида и тесноты зависимости показателей от глубины и времени отбора, корреляционных связей и абсолютных значений показателей установлены для горизонтов как лессовой формации, так и эоплейстоценовых глин (объем выборки - 2171 монолит, 1964-2007 г. г.). Деградация просадочных свойств в зоне влияния локальной природно-техногенной системы, длительные изменения структуры и гранулометрического состава, - факторы, способствующие активизации оползневых процессов.

Известно, что оползневые процессы в эрозионной системе балка Тоннельная начали изучаться после формирования локальных оползневых тел на застроенном малоэтажными домами левом склоне в 1978 г, когда впервые были выполнены систематические исследования овражно-балочной сети Днепропетровска.

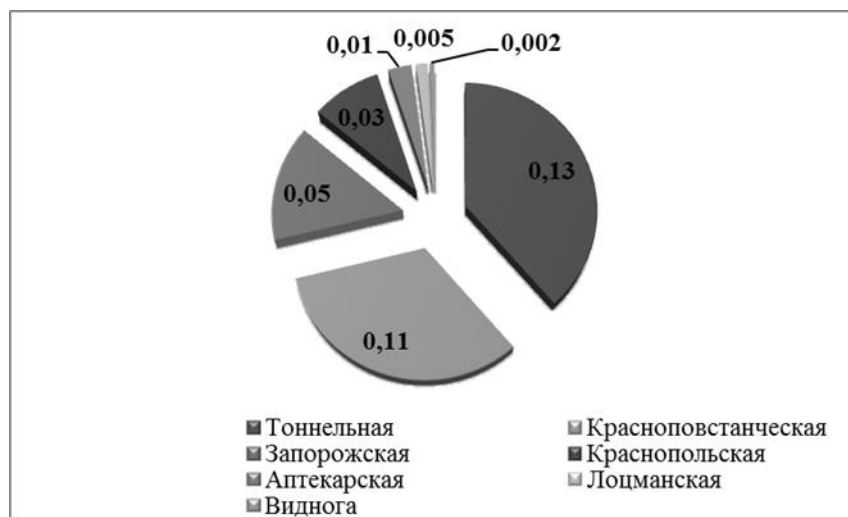
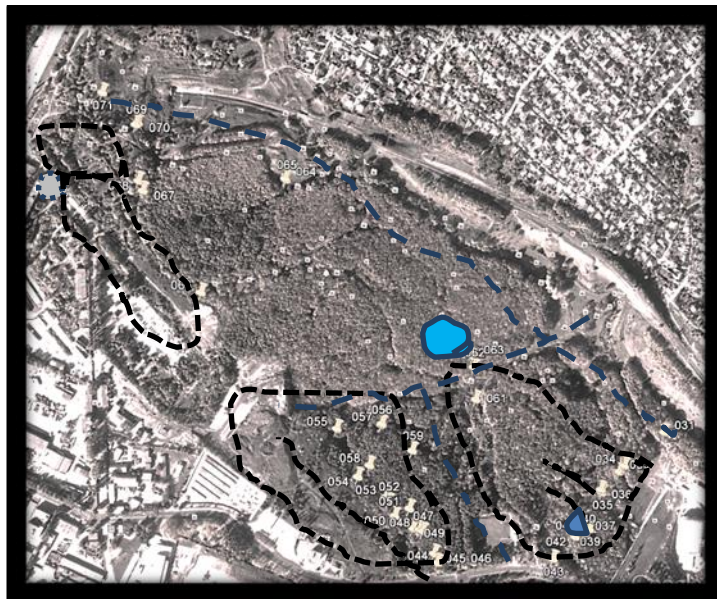


Рис. 6. Площади активизации оползневых процессов, км², на территории эрозионных систем г. Днепропетровска (2010-2011 г. г.).

Были описаны два древних стабилизированных оползневых тела на правом склоне и три участка на левом, застроенном малоэтажными домами, склоне. Наиболее активные проявления оползневых процессов были отмечены в 1981, 1996 и 2004 г. г. В 2005 году урочище «Тоннельная балка» отнесено к зоне рекреации, выполнено строительство оздоровительного комплекса «Лавина». По данным 2010 г., общая площадь активизации в балке была максимальна по сравнению с данными по другим эрозионным системам (рис. 6). В настоящее время активизация на левом склоне происходит в форме сложно построенных локальных оползневых явлений. В верховье формируются оползни в изотропной среде, встречены трещины отрыва и растяжения массива. Междокольные проемы расположенных в этой зоне как новых, так и реконструированных зданий, покрыты однотипными трещинами. На участках близкого залегания водоупорных глин (средневысотный ярус) присутствуют очаги разгрузки грунтовых вод, маломощные оползневые тела имеют вид потоков; в нижней части склона присутствуют валы выпирания. На правом склоне причины активизации оползневых явлений связаны с техногенными факторами. Плохое состояние систем инженерной защиты, изменение свойств грунтов при подтоплении в зоне влияния жилого массива, привели к развитию глубоких, сложно построенных оползневых тел. На правом склоне выделены четыре оползневых тела (рис. 7).



Условные обозначения к рис. 7:

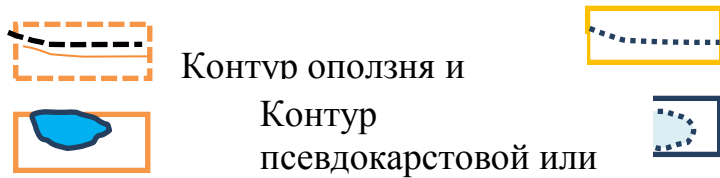


Рис. 7. Схема расположения участков активизации оползневых, суффозионных и псевдокарстовых процессов в б. Тоннельная (правый склон, вид сверху, 2012 г., Googleearth, с изменениями и дополнениями автора).





Рис. 8. Суффозионные и псевдокарстовые формы (б. Тоннельная, 2012)

В верховье балки циркообразный оползень соседствует с оползнем фронтального типа, в средней части продолжается активизация древнего оползневого тела, разделенного постоянным водотоком на два самостоятельных блока. Промоины шириной до 1 м закладываются в среднем высотном ярусе, на участках развития оползневых трещин. Встречены проявления лессового псевдокарста в форме глубоких и протяженных ходов в теле оползня, поноров (рис. 8). Выше по склону промоины переходят в потяжины, затем – в суффозионные блюдца и воронки. Активное развитие псевдокарстовых явлений ранее в регионе не описывалось, что указывает на опасные тенденции.

Выводы:

- Активизация оползневых процессов в зоне влияния природно-техногенной системы, в числе других факторов, вызвана деградацией свойств просадочных грунтов.
- Изменения гранулометрического состава и свойств грунтов зоны аэрации приводят к активизации суффозионно-просадочных и псевдокарстовых явлений на участках стабилизированных древних оползневых явлений.
- Активное развитие соподчиненных суффозионно-просадочных, оползневых и псевдокарстовых явлений приводит к высокому геодинамическому риску бассейна б. Тоннельная.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Активизация опасных геологических процессов на территории городов Днепропетровска и Днепродзержинска. В.А. Рябых, М.П. Порубай, А.П. Данилов, А.В. Рябых. Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань №4, 1998, с. 55-56.
2. Прогноз влияния проектируемых дренажей на гидрогеологическую обстановку территории жилого массива “Тополь-1” г. Днепропетровска. Н.А. Белокопытова, Г.Н. Лейко, В.Ю. Сынах, Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань №4, 1998, с. 25-26.

3. Отчеты об изучении экзогенных геологических процессов на территории г. Днепропетровска за 1986-95г.г.. М.П. Порубай. ДНВП «ГеоінформУкраїни» – фонди та відділ гідрогеологічних робіт, КП «Південукргеологія»

4. Отчет о противооползневой защите жилой застройки в районе ул. Подвойская, Ермоловой в г. Днепропетровске. АО Днепрокоммунпроект. 2004 г.

5. И. А. Скабалланович, Л. И. Сафронов, В. Г. Колдунов, Р. И. Гершенович, Е. В. Рипский. Инженерно-геологическое районирование территории г. Днепропетровска.- НИИГДГУ,- 1948г. 321 с

6. Подгорнова Н.Ф. Пустовой В.У., Чугуй В.А., Яковлев Е.А. Отчет об инженерно-геологической съемке. – Павлоградская ГРЭ. В 5 т. Т. 2 - 1964 г.