

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 бассейна р. Днепр распространены: плейстоценовые лессовидные суглинки, глинистые отложения, неогеновые новопетровские пески и глины, палеогеновые мандрыковские и бучагские пески и глины, дисперсная пылевато-глинистая подзона коры выветривания. Локальное распространение мелкозернистых песков новопетровской свиты, к которым приурочен водоносный горизонт, приводит к асимметрии формирования оползневых процессов, в частности, в границах глубоко врезанной эрозионной системы балки Тоннельная.

Попытки объективного анализа закономерностей активизации процессов требуют изучения длительных временных рядов данных о состоянии компонентов геологической среды. Наиболее полные данные о закономерностях временной изменчивости, как правило, характеризуют гидрогеологические условия. В районе г. Днепропетровска, по историческим данным (1893 г.), первый от поверхности водоносный горизонт был приурочен к пескам полтавского яруса (новопетровская свита), залегал на глубинах от 60,0 до 100,0 м[5]. Широкое распространение водоносных горизонтов в зоне влияния инженерных сооружений отмечается в более поздних материалах инженерно-геологических съемок[1962 г.]. Были выделены водоносные горизонты: четвертичных отложений (верховодка в лессовидных суглинках, горизонты в склоновых и аллювиальных отложениях), неогена, харьковских, киевских, бучагских отложений и трещинной подзоны элювия. В дальнейшем [см. 3, 1993-1995 г.г.], изучаются горизонты: нижне-верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений (*a I-IV*); современных аллювиально-делювиальных отложений *adIV*; нижне-верхнечетвертичных эолово-делювиальных, реже элювиальных и элювиально-делювиальных отложений *vd,e,edI-III*; нерасчлененных отложений полтавской серии *P3-N1np* и верхней трещиноватой зоны кристаллических пород и продуктов их выветривания *AR-PR*. На территории бассейна балки Тоннельная гидрогеологические условия левого и правого склонов различны из-за особенностей распространения бучагского и новопетровского водоносных горизонтов, техногенно-природного горизонта в лессовидных суглинках, аллювиального водоносного горизонта.

Известно, что в 1900-1925 г. г. существенно изменились гидрохимические показатели грунтовых вод. Если в 1900 г. (данные Н.Д. Аверкиева, обследование 1154 колодцев), окисляемость воды превышала ПДК в низинных заболоченных участках, то в 1925 г. – во всех пробах. Воды по величине минерализации относились к разным категориям: от пресных до соленых. Наибольшие изменения за 25 лет были отмечены в районе городских озер, наименьшие – на склонах, в зоне транзита (рис. 2).

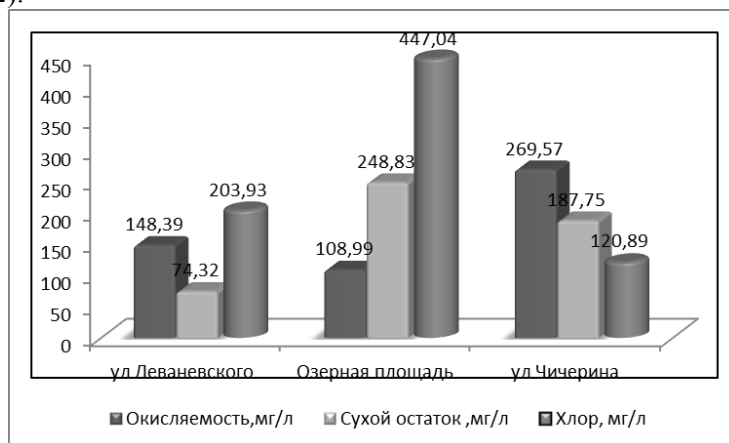
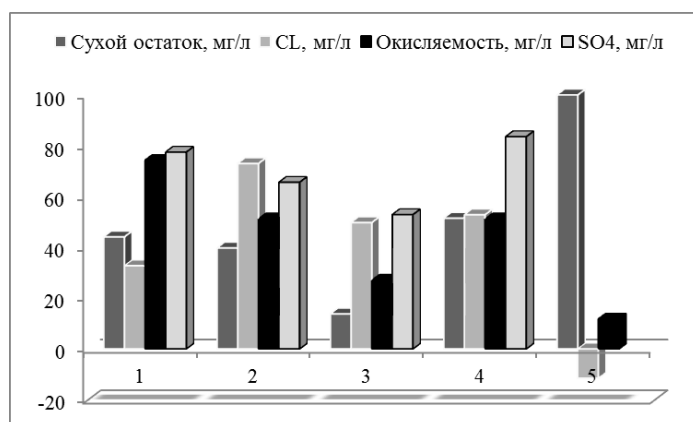


Рис. 2. Приращения показателей химического состава грунтовых вод (1900-1925 г.г., в процентах от начальных значений).

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]).



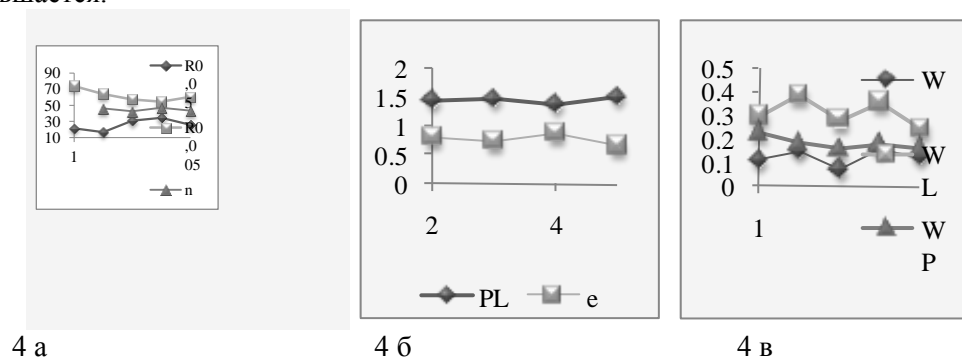
Примечания: 1,2,3,4,5 - районы города: Мандрыковка; Новые Кайдаки, средняя, юго-западная и нагорная части.

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 *vdIIIpch* (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 D_{60} уменьшается.



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.).

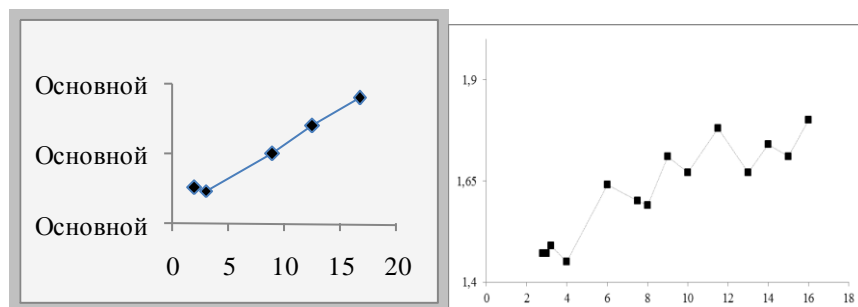


Рис. 5. Изменение плотности лессовидных суглинков с глубиной (IV терраса р. Днепр) по данным 1949 и 2007 г. г.

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.

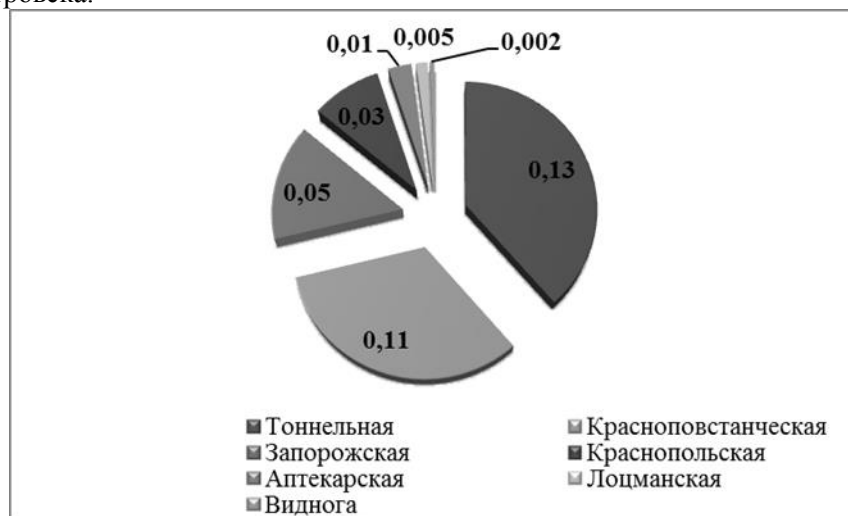
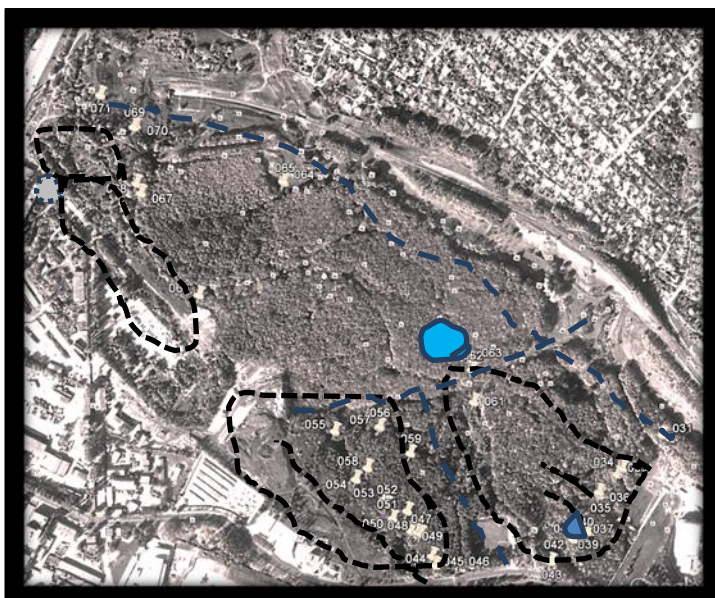


Рис. 6. Площади активизации оползневых процессов, км², на территории эрозионных систем г. Днепропетровска (2010-2011 г. г.).

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. Междоукомные 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:

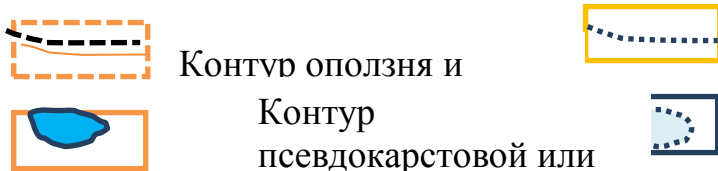


Рис. 7. Схема расположения участков активизации оползневых, суффuzionных и псевдокарстовых процессов в б. Тоннельная (правый склон, вид сверху, 2012 г., Googleearth, с изменениями и дополнениями автора).



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 оползневоего 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.