

УДК 551.24.624.69

**ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*д-р геол.-м. наук, проф. Г.А. КОЛПАШНИКОВ  
(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Инженерно-геологические условия в значительной степени определяют выбор площадок и типов фундаментов для проектируемых сооружений. Все они возводятся в теснейшей связи с геологической средой и процессами, которые в ней протекают. Поэтому совершенствование теории и методологии взаимодействия геологической среды с инженерными сооружениями – одно из важнейших условий подготовки кадров в строительстве.*

*Рассмотрены условия развития геодинамических процессов на примере одного из объектов на территории Республики Беларусь, материалы по которым были получены автором при проведении инженерно-геологических исследований. Даны практические рекомендации по исключению их опасного воздействия на гражданские объекты.*

**Введение.** Инженерная геология рассматривается как наука о геологической среде и ее взаимодействии с инженерными сооружениями. Геологическая среда – это верхняя часть литосферного пространства, представленная горными породами как грунтами, так и подземными водами. Они служат основанием для зданий и других объектов и с ними взаимодействуют. От характера этого взаимодействия во многом зависит надежность и долговечность строительных конструкций [1 – 4].

Изучение инженерно-геологических условий площадки строительства представляется одним из наиболее приоритетных направлений развития строительной науки. Особенно это важно для территории Республики Беларусь. Она располагается на западе Восточно-Европейской платформы и по сложности строения верхней приповерхностной толщи плейстоценовых отложений и особенностям развития опасных геологических процессов является ключевой для всей ледниковой зоны.

Инженерно-геологические условия в значительной мере определяют выбор площадок для строительства промышленных предприятий, трасс газо- и нефтепроводов, жилых зданий, влияют на проектирование наземных и подземных сооружений, типы фундаментов и др. Все они возводятся в теснейшей связи с геологической средой и процессами, которые в ней протекают в процессе строительства и эксплуатации сооружения. С другой стороны, техногенное воздействие человека на окружающую среду может спровоцировать интенсивное развитие неблагоприятных геодинамических процессов, зачастую приводящих к катастрофическим последствиям. Так, бесконтрольная вырубка лесов Закарпатья привела к наводнению в районах Западной Украины в 2008 году. Поэтому совершенствование теории и методологии исследования взаимодействия геологической среды с инженерными сооружениями, прогнозирование влияния техногенного вмешательства человека на нее составляет одну из важнейших задач инженерной геологии. Это связано с тем, что строительство и эксплуатация промышленных и гражданских объектов всегда вызывают изменения в геологической среде. Незнание проектировщиками и строителями закономерностей техногенеза, неумение спрогнозировать его геологические последствия нередко наносит непоправимый ущерб геологической среде и ее гидросфере.

В настоящее время совершенствуются методы оценки инженерно-геологических условий в местах намечаемого строительства новых объектов. Внедряются приборы, позволяющие в полном объеме диагностировать условия строительства (георадар, сдвиговой прибор, прибор трехосного сжатия и др.).

**Основная часть.** Изучение особенностей развития экзогенных процессов особенно необходимо для защиты народнохозяйственных объектов от опасного воздействия оползней, осыпей и обвалов. В качестве примера рассмотрим оползень у населенного пункта Переделка. Здесь вблизи оползающего склона расположены историческое здание, реликтовый парк и памятники воинам, погибшим в Великую Отечественную войну. Обозначенный склон расположен в центре меандра, образованного речным потоком, и относится к флювиогляциальной правобережной долине Днепра, окончательное формирование которой произошло к концу сожского оледенения. Его инженерно-геологическое строение показано на рисунке 1.

На этом примере типичного берегового склона Днепра, подрезаемого русловым потоком, четко прослеживается последовательность эволюции инженерно-геологических условий, определяющих развитие ЭГП. Здесь происходила смена условий и факторов, которые обусловили:

- развитие оползней солифлюкционного типа в период березинского и сожского (московского) оледенений;

- возникновение оползней-течений днепровской морены в эпоху сожского (московского) оледенения;
- проявление обнажений, обвалов и оползней в нижней части склонов на современном этапе эволюции склона.

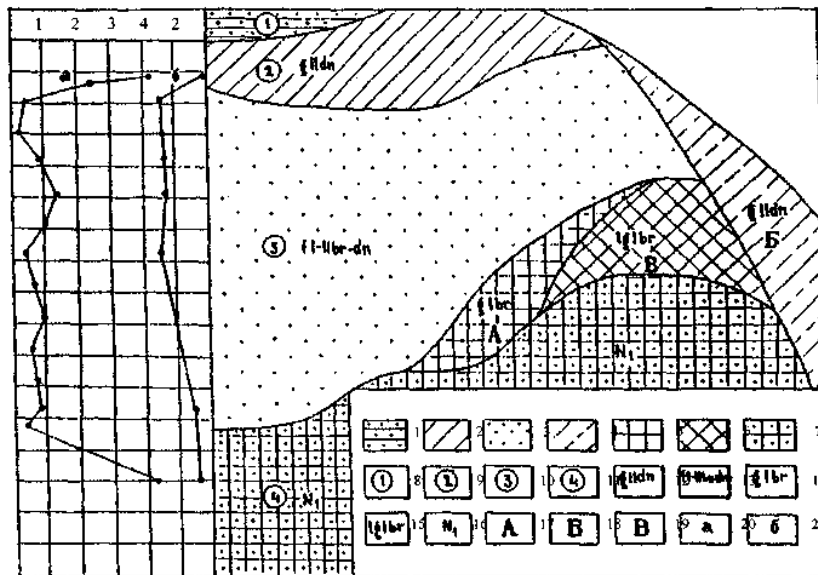


Рис. 1. Инженерно-геологическое строение склона у населенного пункта Переделка:

- 1 – супесь пылеватая, лессовидная; 2 – супесь моренная;
- 3 – пески и супеси переслаивающиеся; 4 – супесь моренная, перемятая;
- 5 – пески и супеси горизонтально-слоистые и косослоистые с включением комочков перемятых глин;
- 6 – глины черные, комковатые; 7 – суглинки слоистые, ниже – однородные; 8 – горизонт первый; 9 – горизонт второй;
- 10 – горизонт третий; 11 – горизонт четвертый; 12 – донно-моренные отложения днепровского оледенения;
- 13 – флювиогляциальные отложения березинско-днепровского оледенения;
- 14 – морена березинского оледенения; 15 – озерно-ледниковые отложения березинского оледенения;
- 16 – неогеновые отложения; 17 – часть склона, подвергнутая оползневому процессу за счет смещения морены;
- 18 – часть склона, подвергнутая оползневому процессу за счет смещения днепровской морены;
- 19 – часть склона, сложенная черными глинами, по которым происходит смещение пород;
- 20 – предельное сопротивление пород сдвигу, кгс/см<sup>2</sup>; 21 – плотность горных пород, г/см<sup>3</sup>

Примечание. Составлено автором в связи с необходимостью проведения берегоукрепительных мероприятий.

Современный этап характеризуется активным развитием обвалов и оползней, что связано с воздействием в основном двух факторов:

- 1) подрезкой склона речным потоком в весенний период;
- 2) ветровой эрозией песчаных прослоев, залегающих под днепровской мореной.

Роль ветровой эрозии здесь чрезвычайно велика, поскольку осыпание выдуваемого песка приводит вначале к раздроблению и обрушению комковатых глин, а затем – обрушению залегающих выше массивов днепровской морены объемом несколько кубических метров. Первые признаки обрушения выражаются в виде трещин вертикального типа, образующихся в ослабленных зонах. Осыпавшаяся масса днепровской морены при смачивании атмосферными осадками превращается в оползень-течение, медленно передвигающийся вниз по склону (рис. 1, 2).

Днепр в районе проектируемого укрепления делает глубокую излучину (см. рис. 2) радиусом около 500 м.

Изменение береговых линий право- и левобережной частей долины осуществлялось с помощью системы реперов, установленных перпендикулярно береговой линии. Замеры проводились с 1978 года, что позволило установить скорости размыва на участках I и II.

Наиболее интенсивно идет переработка береговых склонов в период прохождения паводков, когда вначале наступает максимум скоростей, затем – максимум расходов и, наконец, – максимум уровней. Наибольшее воздействие на прибрежные склоны оказывается в момент, когда паводок вступает в максимум расходов. В это время возникают наибольшие скорости циркуляции воды в реке. Скорость воды у дна вследствие трения меньше, чем у поверхности реки, поэтому у поверхности результирующая сила давления

не в состоянии обеспечить движение воды по окружности с большой скоростью и вода «отбрасывается» к дальнему (от центра поворота) берегу (участок I). На этом участке, как и в месте, где река делает поворот (участок II), происходит интенсивная переработка склона. Как показали наблюдения на системе реперов, участок I в течение пяти лет был размыт в глубину на 4 м, участок II – на 12,4 м (рис. 3). Вследствие поперечной циркуляции воды в потоке на правобережной части у центра поворота формируется пляж.



Рис. 1. Подрезка склона русловым потоком Днепра у н. п. Переделка (съемка выполнена в 1981 г.)



Рис. 2. Подрезка склона русловым потоком Днепра у н. п. Переделка (съемка выполнена в 1984 г.)

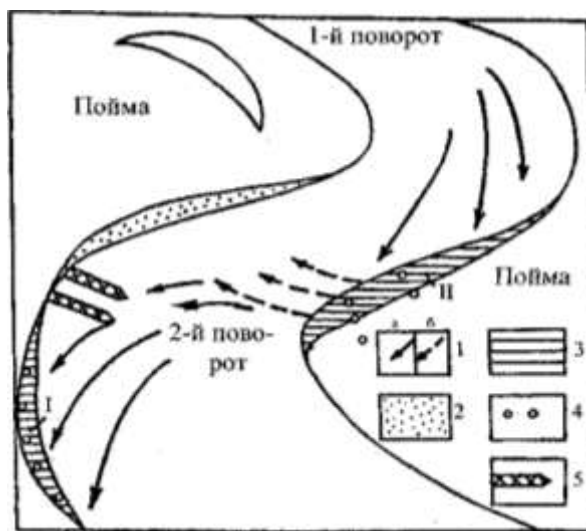


Рис. 2. Участок долины Днепра у населенного пункта Переделка:

- 1 – направление движений струй потока; а – приповерхностные; б – придонные;
- 2 – прирусловая отмель, формирующаяся на правом берегу; 3 – размываемые участки берега; 4 – система реперов;
- 5 – фашинное устройство из камня, предлагаемое для изменения направления струй потока;
- I – размываемая часть коренного берега; II – размываемая часть прирусловой поймы

Теоретические и экспериментальные исследования (Асламов, 1973) показали, что при изгибе русла линия тока, соответствующая максимальной скорости, смещается к дальнему от центра повороту берега. Это происходит вследствие невозможности повернуть быстрые частицы, так как для этого требуется большое центростремительное ускорение. Там, где больше скорость течения, возникает большая циркуляция воды и более интенсивная переработка склона. На этих участках и глубины русла бывают максимальными. Эрозия склона у дальнего берега и осаждение наносов у ближнего приводят к постепенному смещению всего русла реки в сторону от центра поворота. На этом основании можно утверждать, что будет происходить постепенное изменение формы прирусловой части поймы участка II с размывом выступающей части берега и ослаблением воздействия руслового потока на правобережную часть склона на

участке I. Для того чтобы ослабить еще более воздействие потока на склон I, можно рекомендовать фашинное устройство из камня или бетона, показанное на рисунке 2.

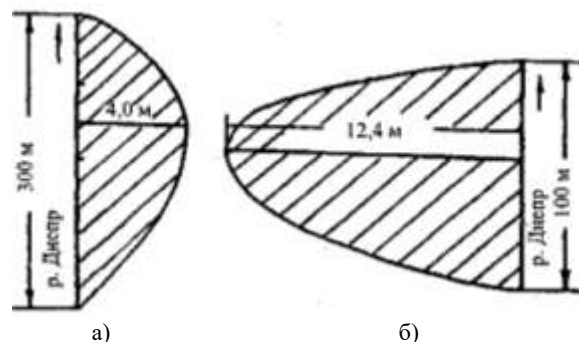


Рис. 3. Скорости и объемы размыва правого (а) и левого (б) берегов Днепра у населенного пункта Переделка при высоте 4,5 м на левобережье и 18,3 м на правобережье

Большое значение для оценки степени переработки склонов имеют повторные аэрофотоснимки, которые позволяют наиболее детально проследить во времени за характером смещения русла реки и дать прогноз переработки склонов.

Определенные сведения можно получить также путем сравнения снимков, выполненных в разное время. Так, при внимательном рассмотрении двух снимков склона, сфотографированного в 1981 и 1984 годах (см. рис. 1, 2), видно изменение в очертаниях склона и уничтожение части растительности в результате образования обвала, который в средней части склона преобразуется в оползень-течение.

**Заключение.** Основой для понимания инженерно-геологических условий региона является инженерно-геологическое районирование, а также таблица инженерно-геологических показателей, где приводятся сведения о ледниковой формации – её структурных элементах:

- отложениях и грунтах;
- их преимущественного распространения, возрасте и типе;
- инженерно-геологических свойствах;
- расчлененности поверхности;
- глубинах залегания уровней грунтовых вод;
- современных геологических процессах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колпашников, Г.А. Инженерно-геологические условия Беларуси / Г.А. Колпашников // Бюл. Белорус. горной акад. – Минск, 2000. – № 1. – С. 40 – 44.
2. Колпашников, Г.А. Значение изучения курса «Инженерная геология в учебном процессе» / Г.А. Колпашников // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2004. – Т. 1. – С. 462 – 465.
3. Колпашников, Г.А. Инженерная геология: учеб. пособие для студ. строит. спец. / Г.А. Колпашников. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 132 с.
4. Колпашников, Г.А. Комплект инженерно-геологических карт Беларуси и их значение для строительства / Г.А. Колпашников // Вестн. Белорус.-Российск. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 131 – 137.

Поступила 10.11.2008