

УДК 624.137.5

Кучер С.А., Зайченко С.В., Вапничная В.В.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ СКЛОНОВ В РАЗНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА КИЕВА

Город Киев разделен на 3 зоны, в зависимости от уязвимости к воздействию динамических нагрузок, характеризующихся плотностью транспортных магистралей (рис. 1). Для территорий характерным есть совместное влияние статических и динамических нагрузок, которые формируются в процессе застройки.

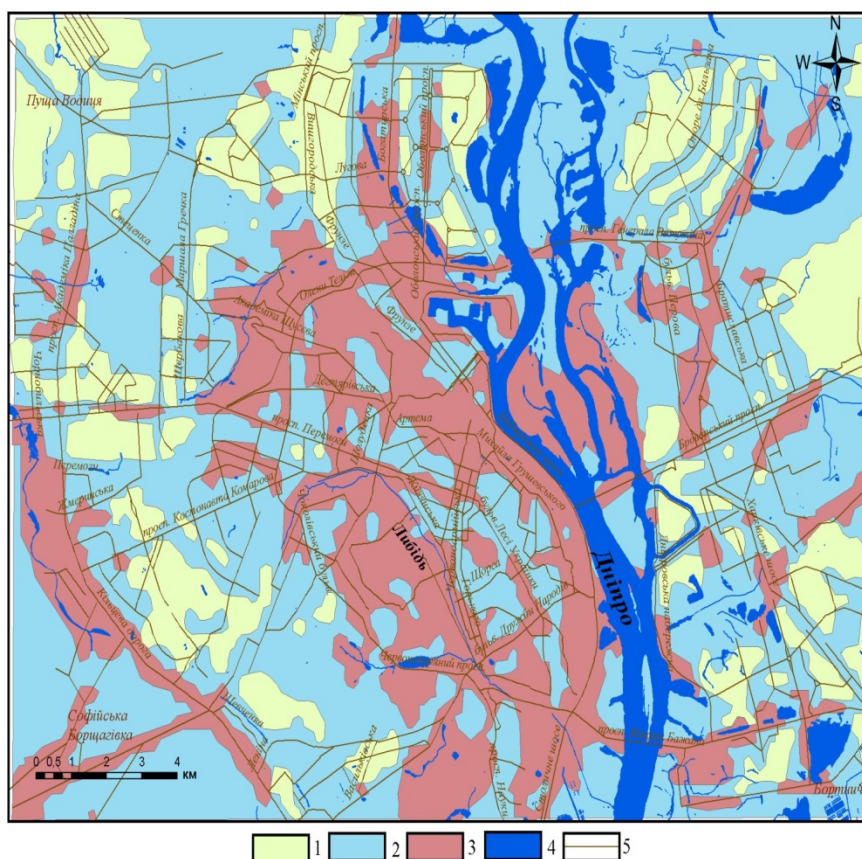


Рис. 1 Схема районирования геологической среды территории города Киева в зависимости от влияния динамических нагрузок. I-III – типы геологической среды, в соответствии с таблицей 1.

К типам I зоны относятся участки с грунтовыми толщами плотных песчаных отложений с низкой степенью насыщения водой; суглинками и глинами плотного строения. Слои почвы, способных к разжижению, залегают на глубинах от 20 м от поверхности. Разрезы II зоны представлены песчаными аллювиальными отложениями, усиливающиеся глинистыми мергелями;

намывными или насыпными отложениями, которые залегают на современных пойменных участках. К типам III зоны относятся участки с грунтовыми толщами, представленными моренными отложениями, перекрытые суглинками лессовидными и подстилаемые песками. Третий тип включает песчаные обводненные отложения зернистых пород, наиболее подверженных воздействию динамических нагрузок (рис. 2).

Таблица 1.

Типизация геологической среды по стойкости к влиянию динамических нагрузок

С	Критерии устойчивости							Инженерно-геологические процессы и явления
	динамическая нагрузка		Статическая нагрузка баллы	характер отложений		Характер рельефа		
	плотность трансп. магистралей Км/км <sup>2</sup>	Виброскорость частиц почвы, дБ		грунтовые основания	Расчётное сопротивление грунта, кПа	Тип рельефа	Морфометрия	
I	<1,5	<46	4-5	Крепкие почвы, пески, супеси, суглинки	150	Мореноледниковые равнины, плоские участки надпойменных террас	наклон поверхности до 4	Отсутствуют или застabilизированные
II	1,5-2,5	46-73	3	Слабые природные грунты, закрепленные в результате намыва	150	Участки водоотливов равнин со слабым наклоном поверхности	наклон поверхности 4 - 8	процессы застabilизированные

III	>2,5	>73	1-2	Слабые просадочные почвы, грунты с особым и свойствами и составом складом	150 <	Долины малых рек, склоны с активным размывом оврагов, провалов	наклон поверхности >8	Активное проявление просадки, оползней, подтопления
-----	------	-----	-----	---	-------	--	-----------------------	---

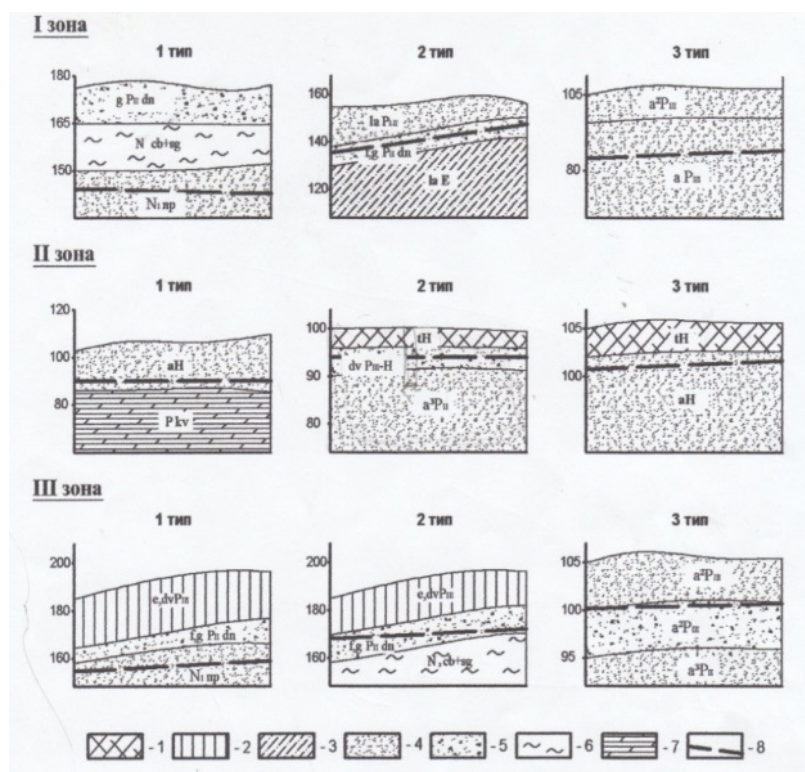


Рис. 2. Схемы разрезов, характерных для зон с разной уязвимостью к воздействию динамических нагрузок: 1 – техногенные отложения; 2 – суглинки лессовидные; 3 – суглинки пресноводные; 4 – пески разнозернистые; 5 – пески с прослойками суглинков и супесей; 6 – глинистые почвы; 7 – мергельные глины; 8 – уровень грунтовых вод

Возникновение и развитие оползневых процессов связаны с геолого-гидрогеологическими условиями, обусловленными различными природными факторами. К противооползневым поддерживающим сооружениям относятся подпорные стены. Невозможно в условиях городского ландшафта обойтись без

подпорных сооружений, поскольку относительная плотность застройки характерна для города и отказ от подпорных стен приведет к потере ценного жизненного пространства территории городов.

Оценка устойчивости склонов была выполнена с помощью метода конечных элементов, реализованного в программе Plaxis (рис. 3). Было смоделировано 3 варианта подрезания склона (а – снизу, б – сверху, в – а + б) для различных инженерно-геологических условий города. В качестве механической модели почвенной среды применялась модель Кулона-Мора – упруго-пластическая модель, которая содержит 4 основных параметра:  $E$  и  $\nu$  – параметры упругости грунта,  $c$  и  $\varphi$  – параметры прочности грунта. При создании геометрической модели почвенный массив разбивается на 15-узловые треугольные изопараметрические конечные элементы, в которых перемещения определяются во всех 15 узлах, а напряжения в 12 точках. Для оценки общей устойчивости в Plaxis реализован метод Phi-c-reduction (понижение  $c$  и  $\varphi$ ), при котором выполняется пропорциональное снижение прочности до тех пор, пока не произойдет разрушение. Устойчивость при этом определяется

коэффициентом  $\sum M_{sf} = \frac{tg\varphi}{tg\varphi_r} = \frac{c}{c_r}$ ,  $c_r$  и  $\varphi_r$  – характеристики прочности грунтов

в предельном состоянии. Угловая консольная стена была принята с геометрическими размерами  $h=11$  м – высота стенки, из которых  $d = 3$  м – глубина заложения подошвы фундамента;  $y = 8$  м – высота подпора грунта при подрезке склона снизу,  $b = 6$  м – ширина подошвы фундамента; В15 - марка бетона из которого изготовлена стенка.

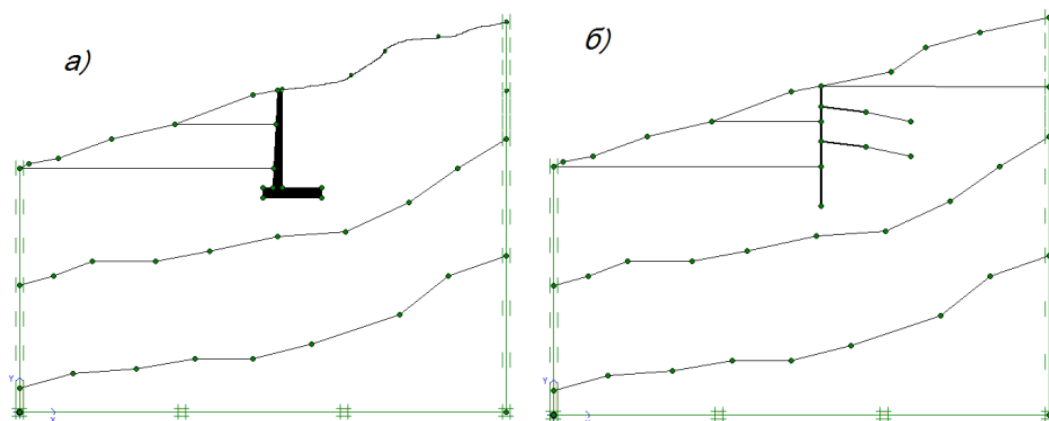


Рис. 3. Расчетные схемы подпорных стенок реализованные в программе Plaxis: а – угловая консольная; б – шпунтовая заанкеренная.

Для проектирования шпунтовой заанкеренной использовано шпунт корытного профиля AU 20 длиной 12 м и анкер ТИТАН с предельной нагрузкой на разрыв 759 кН (при вариантах а и а + б было рассчитано два ряда анкеров, при б – один).

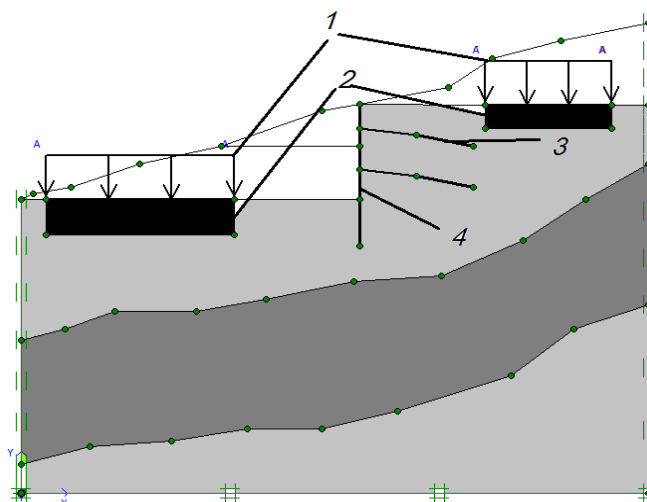


Рис. 4. Расчетная схема с фундаментами запроектированных сооружений (2) и нагрузками (1) от собственного веса на примере шпунтовой (4,) заанкеренной (3) подпорной стенки (вариант а+б).

По полученным результатам можно сделать следующие выводы: – при подрезке склона сверху нецелесообразно использовать обе конструкции, так как  $M_{sf} > 2$  и можно подобрать другие варианты инженерной защиты склона; – в III зоне, в которой наибольшая плотность динамических нагрузок, невозможно использовать оба варианта данных подпорных стен. Во II зоне значение коэффициента устойчивости для уголкового консольной стены не намного больше допустимых, что тоже указывает на их неэффективность в данных инженерно-геологических условиях; – при моделировании в программном комплексе Plaxis было обнаружено взаимодействие фундаментов, что может привести к сдвигам под подошвой подпорной стенки. Так что использовать данные типы подпорных стен возможно только в I зоне и при подрезке склона снизу. Для других вариантов целесообразно рассмотреть подпорную стенку из буронабивных свай.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кріль Т.В. Вразливість геологічного середовища урбанізованих територій до техногенних динамічних навантажень (на прикладі м. Київ) // Геологічний журнал. – 2011, – №3. – С. 78-88.
2. ДБН В.1.1-3.97 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Основные положения»
3. Plaxis. Учебное пособие. Версия 8.