

ТИПИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЭРОЗИИ ДЛЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ГЕОСИСТЕМЫ «ГРУНТ-СООРУЖЕНИЕ»

Лаврусевич И.А., Хоменко В.П., Абенэ А.И.

(НИУ МГСУ, г. Москва)

Аннотация: Опасные экзогенные геологические процессы оказывают негативное воздействие на объекты строительства, а последствия подобных воздействий нередко приобретают катастрофический характер. В статье рассматривается развитие таких процессов как суффозия и подземная эрозия грунтов в рамках единой природно-технической геосистемы «грунт-сооружение». Составленная типизация позволяет идентифицировать тип подземной эрозии и определять рациональный выбор защитных мероприятий. Подробно рассмотрен типичный механизм развития подземной эрозии на примере набережной реки Волга г. Волгограда.

Ключевые слова: суффозия, подземная эрозия, типизация подземной эрозии, природно-техническая геосистема «грунт-сооружение», эрозионный канал.

Строительство зданий и сооружений, даже в простых инженерно-геологических условиях, нередко вызывает появление и развитие опасных геологических процессов, таких как суффозия и подземная эрозия грунтов. Последствиями этих негативных процессов являются деформации и разрушения строительных конструкций, а также грунтового массива.

Авторы придерживаются закрепленного в СП 116.13330.2012 определения [1], согласно которому, под суффозией понимается процесс *разрушения и выноса потоком подземных вод отдельных компонентов и крупных масс дисперсных и сцементированных обломочных пород, в том числе слагающих структурные элементы скальных массивов*. А под подземной эрозией, понимаются вызванные суффозией разрушения горных пород, в состав которых входит их размывание [2].

Условиями для развития механической суффозии являются, обладающий определенной силой гидродинамический водный подземный поток, структурно-текстурная неоднородность горных пород и наличие области выноса разрушенного механической суффозией грунтового материала. Механическая суффозия принимает вид подземной эрозии при наличии в грунтовых массивах, на контакте с бетонными сооружениями, сквозных подземных каналов, стенки и дно которых размываются свободной гравитационной водой. Зона контакта бетонного сооружения и вмещающего грунтового массива, изначально является потенциально ослабленной зоной для возникновения таких каналов. От состава, свойств, характера и структурных связей горных пород, а также скорости подземного водного потока, зависит их размываемость. Для объектов промышленного и гражданского строительства наибольшую опасность представляет процесс формирования суффозионных полостей, который может протекать в дисперсных грунтах, относящихся к четвертичным отложениям различных генетических типов [3, 4, 5, 6].

Несмотря на то, что суффозионно-эрозионное разрушение грунтов представляет максимальную опасность именно для сооружений и объектов инфраструктуры, до настоящего времени, этот феномен не рассматривался в рамках единой природно-технической геосистемы «грунт-сооружение». До настоящего времени не существует общепризнанной теории процесса подземной эрозии, не определена его самостоятельная роль среди других экзогенных геологических процессов. Отсутствует методика оценки влияния подземной эрозии на устойчивость сооружений и принципы осуществления мониторинга за развитием этого процесса. Составленная типизация подземной

эрозии для природно-технической геосистемы «грунт-сооружение», позволяет идентифицировать тип подземной эрозии и определить рациональный выбор защитных мероприятий.

тип грунтов		дисперсные грунты						п/п	
		несвязные			связные				
расположение эрозионного канала относительно сооружения		све рху	сбо- ку	сни зу	све рху	сбо ку	сни зу	п/п	
направление подземного водного потока	гори- зонтальное	A-1	B-1	C-1	D-1	E-1	F-1		
	наклон- ное	A-2	B-2	C-2	D-2	E-2	F-2		
	вертикальное	нисхо- дящее	A-3	B-3	C-3	D-3	E-3	F-3	
		восхо- дящее	A-4	B-4	C-4	D-4	E-4	F-4	
п/п		A	B	C	D	E	F		

Рис.1. Таблица типов подземной эрозии в зоне контакта с бетонным сооружением.

Таблица представляет собой типы подземной эрозии, развивающейся в зоне контакта с бетонными сооружениями в зависимости от пространственного расположения эрозионного процесса (нахождения эрозионного канала) относительно бетонного сооружения (сверху, снизу или сбоку), от направления подземного потока относительно бетонного сооружения (вертикальное, в виде восходящего или нисходящего потока наклонного или горизонтального потока, а также типа грунтового массива (состоящего из связного или несвязного типа грунта слагающего данный массив).

Рассмотрим подробно механизм развития типов подземной эрозии С-1 и F-1 природно-технической геосистемы «грунт-сооружение». В данном случае, эрозионный канал располагается под бетонным сооружением (снизу), а направление водного потока при этом горизонтальное. Тип С-1 рассматривает несвязные грунты, а тип F-1 связные грунты, слагающие массив. В результате суффозионно-эрозионного процесса происходит деформация грунтового массива, зачастую скрытая от визуального наблюдения. Бетонное сооружение подвергается частичной или полной деформации (рис 2).

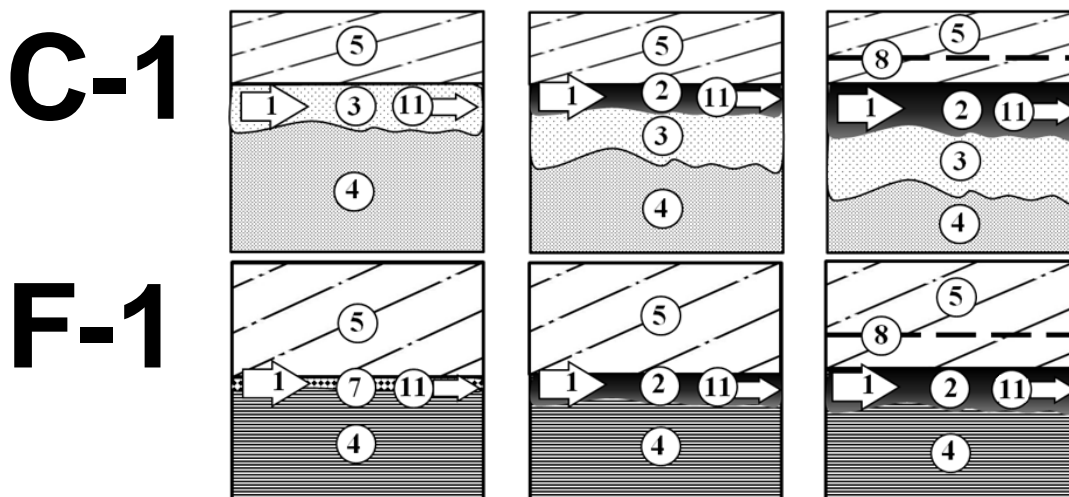


Рис.2. Стадии развития типов подземной эрозии С-1 и F-1 в зоне контакта с бетонным сооружением: 1 – направленный водный поток; 2 – эрозионный канал; 3 – зона суффозионного разуплотнения (неразрушающая фильтрация); 4 – грунт; 5 – железобетонное сооружение; 7 – зона контакта «грунт-сооружение» (канал), 8 – зона потенциальной деформации бетонного сооружения; 11 – направление выноса частиц грунта к зоне разгрузки

Примером, иллюстрирующим вышеуказанные типы подземной эрозии, является набережная Волгоградского речного пассажирского порта. Объект исследования находится на правом берегу р. Волга в самом центре г. Волгограда (набережная Волгоградского речного пассажирского порта, в 300 м. ниже по течению) [7].

В геоморфологическом отношении это южная часть Приволжской возвышенности. Правый берег гипсометрически выше левобережья. Склон облицован армированными монолитными железобетонными плитами размером 2,5х2,5 метра, стыки между которыми залиты бетоном. Основание склона набережной сложено мелкозернистыми песками верхнечетвертичного возраста, угол склона около 30°.

Приблизительно весной 2015 года, произошел провал плиты покрытия, примыкающей к нижнему ростверку, разделяющему укрепленный склон и пойму р. Волги (Рис.3). При осмотре провала плиты и прилегающей территории, выше по откосу, за гребнем ростверка, была обнаружена суффозионная полость размером 1,5х0,8 м. (Рис.4). Измеренная глубина полости более 2,3 м. Видно направление выноса грунта - вниз, под бетонные плиты облицовки склона. В примыкающей к верхнему ростверку площадке не перекрытой асфальтом и плитами по линии разреза видны неглубокие (до 0,4м.) суффозионные провалы диаметром от 0,7 до 1,3 м.

Отсутствие цивилизованного сброса излишков воды при поливе площадки спровоцировали возникновение и развитие суффозионно-эрозионного канала. Увеличение диаметра эрозионного канала и возросшее гидродинамическое давление в нижней части откоса, вызвало вынос песчаного грунта и последующий за ним провал плиты.

Остается опасность провала плит облицовки откоса, так как под ними, на данный момент, уже сформированы суффозионные полости. При детальном осмотре плит облицовки откоса видны небольшие деформации, вызванные выносом и разуплотнением грунта из-под основания плит. Не принятие экстренных мер в кратчайшие сроки, приведет к смещению плит покрытия, последующему разрушению откоса и большим финансовым затратам на восстановление [7].



Рис.3. Провал плиты, примыкающей к нижнему ростверку, разграничивающему укрепленный склон и пойму р. Волга



Рис.4. Суффозионный провал в верхней части откоса. Направление выноса грунта в сторону провала плиты в нижней части склона.

Составленная типизация подземной эрозии для природно-технической геосистемы «грунт-сооружение» позволяет:

- идентифицировать какой тип подземной эрозии развивается.
- оценивать опасность и последствия воздействия суффозионно-эрозионных процессов на все виды бетонных сооружений и вмещающие их грунтовые массивы.
- разработать комплекс профилактических и оперативных мер для защиты бетонных сооружений и земной поверхности от деформаций.
- создать рекомендации по предотвращению и прогнозированию негативных последствий развития подземной эрозии на эксплуатируемый объект, в зависимости от его конструктивных особенностей и типа грунтов.

Литература

1. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. М.: Минрегион России, 2012. 60 с.
2. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2003. 216 с.
3. Лаврусевич А.А., Крашенинников В.С., Лаврусевич И.А. Лёссовый псевдокарст и опыт укрепления лёссовых массивов и откосов искусственными посадками некоторых растений (на примере лёссового плато в провинциях Ганьсу и Шеньси, Китай) // Инженерная геология. 2012. №3. С. 48–58.
4. Лаврусевич А.А., Хоменко В.П. Инженерная защита территорий, пораженных лёссовым псевдокарстом // Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 213–220.
5. Лаврусевич А.А., Хоменко В.П., Лаврусевич И.А. Проблемы строительного освоения пораженных псевдокарстом лёссовых массивов // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 11. С. 11–13.
6. Лаврусевич А.А., Брюхань Ф.Ф., Лаврусевич И.А., Хоменко В.П. Псевдокарстовые явления в четвертичных и коренных отложениях юго-востока Крымского полуострова // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 11. С. 15–18.

7. Лавруевич И.А., Лавруевич А.А. Геоэкологические аспекты развития при-
клоновой суффозии правого берега реки Волга//Сборник трудов конферен-
ции Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные про-
блемы и прикладные задачи Юбилейная конференция, посвященная 25-летию образо-
вания ИГЭ РАН. 2016. С. 150-153.