

# СУФФОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

И.А. Красовская<sup>1</sup>, А.Н. Галкин<sup>1</sup>, А.И. Павловский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», 210038, Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 33. E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

<sup>2</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», 246019, Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, 104. E-mail: aipavlovsky@mail.ru

На территории Белоруссии суффозия - один из довольно распространенных экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов. Она встречается примерно на 1/4 всей площади республики. Благоприятные обстановки для ее развития складываются в пределах моренных и водно-ледниковых равнин и низин восточной части страны, а также краевых ледниковых возвышенностей (Минской, Новогрудской, Оршанской, Копыльской, Мозырской и др.) с покровом лёссовых и лёссовидных образований (рис. 1). Наиболее характерными последствиями её проявления являются неглубокие, овальной или грушеобразной, чаще округлой формы западины и блюдца [6]. Иногда встречаются западины вытянутой, ложбинообразной формы, у которых длина в 2–3 раза больше ширины. Такие формы характерны для территорий, где мощность лёссовидных отложений незначительна. Относительная глубина суффозионных понижений составляет 0,1–1,5 м, редко до 3,0 м. Площадь их колеблется от 100 до 20000 м<sup>2</sup> при диаметре (или ширине вытянутых форм) от 30–50 м до 100–120 м. Западины часто располагаются в виде цепочек по плоским тальвегам, иногда объединяются в массивы. Количество и размер западин находится в прямой зависимости от мощности лёссовидных отложений (70% общей площади западин приходится на участки с мощностью лёссовидных грунтов более 4 м) [1].

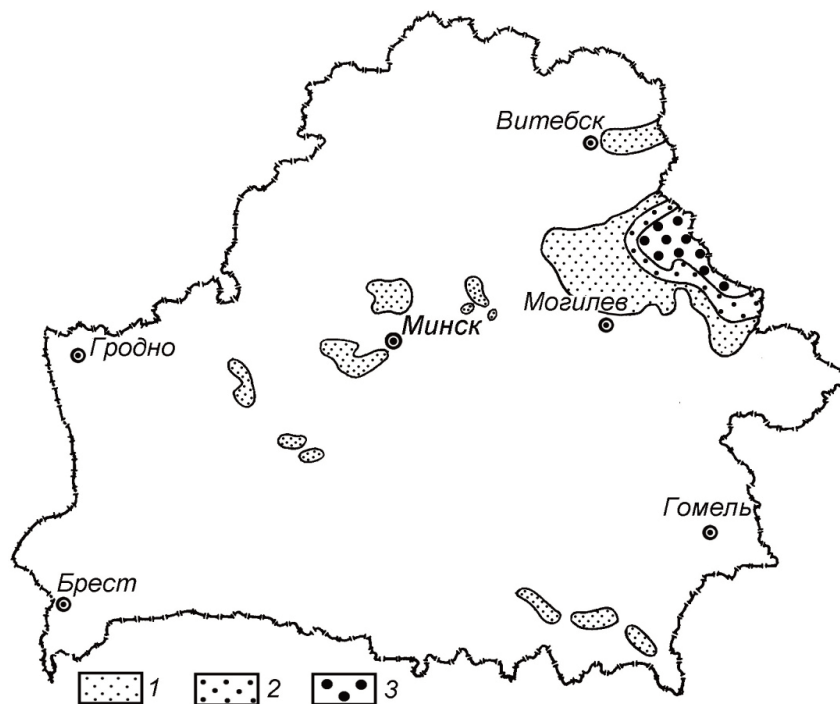
Интенсивность проявления суффозии во многом зависит от рельефа. Например, западины отсутствуют на плоских поверхностях с превышениями до 2 м, а также на коротких крутых склонах Мозырской гряды и отдельных участков Минской и Новогрудской возвышенностей. На юго-востоке Минской возвышенности, в пределах Хойникской, Стрешинской, Чечерской и некоторых других моренных и водно-ледниковых равнин и низин из-за малой мощности лёссовидных грунтов (1 м и менее) суффозионные процессы слабо интенсивны и поэтому количество западин здесь сравнительно невелико – до 2 шт/км<sup>2</sup>. Наибольшая же плотность суффозионных форм (70–80 шт/км<sup>2</sup> и более) приурочена к районам с волнистым и полого-волнистым рельефом и мощным, до 10–12 м, чехлом лёссовидных пород. Такие условия для развития суффозионных процессов сложились в восточной части Могилёвской водно-ледниково-моренной и на Горецкой моренной с краевыми ледниковыми образованиями равнинах [5].

К суффозионным формам относятся также циркообразные ниши, встречающиеся по бортам овражно-балочных систем и склонам речных долин (рис. 2). Наиболее выражены такие формы в пределах Мозырской и Новогрудской возвышенностей. Вдоль рек они изредка встречаются на Оршанской возвышенности и Могилёвской равнине. Эти образования не отличаются крупными размерами и в поперечнике не превышают 4–5 м [1].

Активизация суффозионных процессов может привести к образованию колодцев и тоннелей. Такие формы в стране особенно характерны для Мозырской конечно-моренной возвышенности, где они располагаются в вершинах оврагов (рис. 3).

В естественных условиях суффозионные западины преимущественно закустарены и заболочены, часто обрамлены берёзово-ивняковыми зарослями, а в центре заняты осоковыми, осоково-злаковыми и разнотравными ассоциациями. В целях хозяйственного освоения территории с развитием суффозионных форм рельефа малопригодны, попытки их мелиорации не принесли каких-либо положительных результатов.

В отдельную категорию следует выделить проявления суффозии, развивающиеся в условиях интенсивного техногенеза – на урбанизированных территориях, участках гидротехнических сооружений, в береговой зоне водохранилищ и т.д. Причем надо отметить, что техногенная суффозия по своей интенсивности и причиненному ущербу часто превосходит природную.



Плотность суффозионных западин (шт/км<sup>2</sup>): 1 – <10; 2 – 10–30; 3 – >30

Рис. 1. Распространение суффозионных процессов на территории Белоруссии (по [4]).



Рис. 2. Суффозионная ниша на склоне оврага Гапеевский в Витебске (2008).

Утечки из водонесущих коммуникаций в городах, вскрытие водоносных горизонтов горными выработками, работа дренажных систем и водозаборных скважин способствуют активному развитию суффозионных процессов. Довольно быстро образуются суффозионные провалы при авариях водопроводных и канализационных систем, когда вода вырывается из труб под высоким давлением. В этом случае струйный размыв грунта способен приобретать опасный и ущербноносящий ха-



Рис. 3. Суффозионный колодец в вершине оврага в г. Мозырь Гомельской обл. (1993).

рактер, распространяется по всем подземным полостям и сопровождается интенсивным выносом дисперсных частиц. Формирующиеся при этом пустоты мгновенно обрушаются (рис. 4).



Рис. 4. Прорыв водопроводной трубы, вызвавший суффозионный размыв грунта, и его последствия вблизи Ледового дворца в Гомеле (по <http://gomel.today>, 2013).

К примеру, утром 10 марта 2014 г. в Минске по ул. Могилевской из-за прорыва канализационного коллектора, расположенного на глубине более 3 м, под асфальтовым покрытием автомобильной дороги образовалась суффозионная воронка площадью  $16 \text{ м}^2$  и глубиной более 2 м. В результате движение транспорта было парализовано до вечера того же дня, пока коммунальные и дорожные службы не выполнили все необходимые ремонтные работы. Позднее в Минске крупные суффозионные провалы фиксировались на пересечении улиц Клары Цеткин и Мясникова (2016), на улицах Кирова (2017), Фабричной (2018) и других местах. Подобные аварийные ситуации случались в разные годы также в Бресте, Витебске, Гомеле, Могилеве и других городах страны. Так, в декабре 2013 г. в одном из дворов по ул. Луцкая в г. Брест в результате суффозии из-за прорыва водопроводной сети образовалась промоина площадью около  $5 \text{ м}^2$  и глубиной более 1 м. Два легковых автомобиля оказались в этой промоине [2].

Благоприятные условия для протекания суффозии в городах создаются в процессе строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений, когда осуществляется отсыпка песчаных и крупнообломочных пород на слабопроницаемое основание, перекапывание глинистых грунтов, создание поверхностей контакта грунта с различными искусственными материалами и многое другое. Суффозия, возникающая в грунтах отсыпки, зачастую приводит к деформациям тротуаров, от-мостков, лестниц (рис. 5).



Рис. 5. Деформации тротуаров, вызванные суффозией: а, б) в Витебске вблизи Летнего амфитеатра (2011 и 2012); в) в Гомеле вблизи парка «Фестивальный» (2020); г) в Бресте на перекрестке улиц Мицкевича и Куйбышева (2020) (по [7–10]).

Суффозионный процесс может также начаться и в засыпанных при планировке городских территорий крупных оврагах, поскольку они продолжают служить естественными дренами [2].

Активизация суффозионных процессов происходит, как правило, после выпадения значительного количества атмосферных осадков, что, с одной стороны, повышает уровни подземных вод, а с другой – увеличивает расход воды в ливневой канализации и, соответственно, объём утечек из нее.

Довольно часто суффозионные процессы на территории страны можно наблюдать на отдельных участках гидротехнических сооружений: дамб, плотин, мелиоративных каналов и т.д., в береговых зонах Вилейского, Заславского и др. водохранилищ, бортам карьеров по добыче строительных материалов (например, месторождения «Крапужино», «Веснянка», «Узборье», «Киржи» в Минской области), а также на территориях крупных промышленных предприятий и объектов энергетики [3].

В заключение отметим, что суффозионные процессы в последние два десятилетия стали одним из осложняющих факторов формирования инженерно-геологических условий отдельных территорий страны, особенно в крупных городах. В то же время следует отметить, что какие-либо специализированные наблюдения за их проявлением, как и любых других экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов (ЭГиИГП), в стране давно не проводятся. Создание системы

мониторинга ЭГиИПП локального и регионального уровней позволило бы обеспечить получение актуальной информации о распространении и активности проявления указанных процессов, в том числе суффозионных, и факторах, их определяющих.

### Литература

1. Галкин А.Н., Матвеев А.В., Жогло В.Г. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно- геологических условий и история их формирования. Витебск, ВГУ им. П.М. Машерова, 2006.
2. Галкин А.Н., Матвеев А.В., Павловский А.И., Санько А.Ф. Инженерная геология Беларуси: в 3 ч. Ч.2. Инженерная геодинамика Беларуси. Витебск, ВГУ им. П.М. Машерова, 2017. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/8608> (дата обращения: 27.10.2022).
3. Колпашиников Г.А. Инженерная геология. Минск, УП «Технопринт», 2005.
4. Нацыянальны атлас Беларусі / Гал. рэдкал.: М.У. Мясніковіч і інш. Мінск, Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Сав. Мін. Рэсп. Беларусь, 2002.
5. Нечипоренко Л.А. Современные геологические процессы в бассейне верхнего Днепра (на территории Беларуси) // Природопользование. Вып. 20. 2011, с. 41–47.
6. Трацевская Е.Ю., Галкин А.Н. Закономерности развития суффозионно-просадочных явлений на территории Белоруссии // Инженерная геология массивов лёссовых пород: тр. междунар. науч. конф., Москва, 25–26 мая 2004 г. / МГУ им. М.В. Ломоносова; под ред. В.Т. Трофимова, В.А. Королева. М., 2004, с. 108–109.
7. Новости TUT.BY, 2011. На улице Ленина в Витебске после урагана провалилась земля. URL: <http://news.tut.by/accidents/233977.html?crnd=286> (дата обращения: 04.07.2018).
8. Новости TUT.BY, 2012. Девушка провалилась под землю в центре Витебска. URL: <https://news.tut.by/accidents/288712.html> (дата обращения: 04.07.2018).
9. Новости Imag.One, 2020. Будьте внимательнее. Яму у парка «Фестивального», в которую несколько дней назад провалилась девушка, огородили. URL: <https://imag.one/news/budte-vnimatelnee-yamu-u-parka-festivalnogo-1/2673069> (дата обращения: 27.10.2022).
10. News 21.BY, 2020. На улице Куйбышева в Бресте ведутся восстановительные работы, они продлятся до 6 августа. URL: <https://news.21.by/other-news/2020/08/05/2095642.html?ysclid=19sl5arqrm335561330> (дата обращения: 27.10.2022).