

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКА

А.Н. Галкин, А.Д. Тимошкова, И.А. Красовская, А.Б. Торбенко

Витебский государственный университет им. П.М. Машерова

пр. Московский, 33, 210038, Витебск, Беларусь

E-mail: nis@vsu.by

Рассматриваются особенности проявления на территории г. Витебска экзогенных геологических процессов и явлений. Отмечается, что их взаимодействие с объектами городской инфраструктуры нередко приводит к аварийным ситуациям и серьезному ущербу. Делается вывод о том, что основными средствами предотвращения развития опасных процессов в условиях города являются грамотное ведение градостроительной политики и применение специальных технических решений.

Экзогенные геологические процессы (ЭГП) представляют собой сложную открытую многокомпонентную систему, в которой проявление любого процесса обусловлено взаимодействием всех факторов (Шеко, 2003). Являясь одним из наиболее динамичных агентов преобразования земной поверхности, ЭГП существенно влияют на природную среду и хозяйственную деятельность человека. Их пространственное распространение, масштабы и интенсивность проявления, глубина воздействия и размеры последствий становятся с каждым годом все ощутимее, нередко нанося значительный материальный и моральный ущерб; для снижения неблагоприятных эффектов современных экзогенных процессов необходимы их изучение и картографирование, а также проведение различных мероприятий с целью уменьшения интенсивности этих процессов.

В настоящее время на территории Витебска достаточно широко развиты разнообразные геологические процессы и явления, возникшие, с одной стороны, по естественным причинам, а с другой – в результате активной хозяйственной деятельности. На участках проявления интенсивного техногенеза первые причины играют подчиненную роль, однако в местах, где воздействие человека на природную среду невелико, они главенствуют.

Исходя из сказанного, все процессы и явления на территории города можно подразделить на две группы (Методические ..., 1990):

1) имеющие как природное (естественное), так и техногенное происхождение – эрозия, суффозия, оползни, крип, подтопление, заболачивание;

2) непосредственно связанные с объектами городской инфраструктуры – морозное пучение, оседание земной поверхности и др.

Среди комплекса природно-техногенных геологических процессов своей масштабностью и интенсивностью обращают на себя внимание эрозионные, которые проявляются в виде плоскостного смыва, оврагообразования и русловых процессов.

Плоскостной эрозии в большей степени подвержена левобережная часть города, характеризующаяся холмистым рельефом и значительным перепадом высот (до 80 м). Здесь величина плоскостного смыва составляет в среднем 0,6 мм/год. В отдельные периоды, в условиях обильных дождей или снеготаяния, этот показатель может возрасти до 1,0 мм и выше. В то же время следует отметить, что плоскостной смыв в условиях города несколько ослаблен за счет планировки и застройки территории, создания искусственных покрытий, посадки зеленых насаждений и др.

Оврагообразование на территории Витебска приурочено преимущественно к склонам речных долин Западной Двины, Лучосы, Витьбы, ручьев Дунай и Гапеевский. В настоящее время количество линейных эрозионных форм в городе составляет порядка 70, общая протяженность – более 17 км. Длина наиболее крупных оврагов достигает 1200 м, а глубина в приустьевой части – 10–40 м. Овраги находятся в стадии молодости, имеют V-образный поперечный профиль с крутыми и обрывистыми бортами. Рост оврагов наблюдается в основном в периоды весеннего снеготаяния и сильных ливневых дождей вследствие концентрации воды и создания размывающих скоростей потоков по межам и бороздам у бровок склонов.

Немаловажная роль в проявлении овражной эрозии принадлежит техногенному фактору. Неорганизованный сброс на склоны ливневых и производственно-бытовых вод, утечки и про-

рывы из коммуникационных систем способствуют быстрому росту оврагов, которые могут формироваться в течение нескольких лет, но при отсутствии водосбора их рост резко сокращается или прекращается вообще.

Русловые процессы, представленные преимущественно боковой эрозией, характерны для всех постоянных водотоков в городе. При этом следует отметить, что в долинах рек в пределах городской черты эрозионные процессы имеют весьма ограниченное распространение, поскольку речные берега в большинстве своем защищены от размыва (устройство набережных, выполаживание берегов и т. д.). Весьма интенсивно русловые процессы протекают в долинах ручьев Дунай и Гапеевский.

Процессы боковой эрозии действуют круглогодично, но наибольшая их интенсивность отмечается в периоды половодий и паводков, когда происходит увеличение расходов и скоростей течения. Уровни в водотоках повышаются над меженными на несколько метров, в результате чего затопливается пойма, происходит подмыв и поступательное разрушение склонов коренных берегов.

Важными факторами боковой эрозии служат геоморфологическое строение, состав и свойства отложений, слагающих берега и склоны долин, а также хозяйственная деятельность человека.

Весьма распространенным и опасным процессом в городе является суффозия. Развивается она в неоднородных по гранулометрическому составу грунтах с размером пор, достаточным для передвижения тонкодисперсных частиц, при значительном градиенте напора фильтрационного потока и наличии условий для разгрузки.

Суффозию можно наблюдать на склонах берегов рек и оврагов – в местах выхода на поверхность подземных вод. Особенно широко данный процесс проявляется на склонах долины ручья Гапеевский – в районе улицы Правды. Это ослабляет склоны и способствует их сползанию, а на равнинных участках – оседанию и провалам.

Нередко причиной суффозии в городе является хозяйственная деятельность. Причем техногенная суффозия по своей интенсивности часто превосходит природную. Утечки из водонесущих коммуникаций, вскрытие водоносных горизонтов выработками, работа дренажных систем способствуют активному развитию суффозионных процессов.

Очень 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 катастрофический характер, распространяется по всем подземным каналам и сопровожда-

ется интенсивным выносом дисперсных частиц. Формирующиеся при этом полости мгновенно обрушаются. Так, в марте 2000 г. в районе дома № 45 на улице М. Горького из-за прорыва канализационного коллектора, залегающего на глубине 3,5 м, под трамвайными путями образовалась суффозионная воронка глубиной около 1 м и диаметром более 1,5 м. В результате движение трамваев было парализовано на три часа до устранения аварии.

Благоприятные условия для протекания суффозии 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 деформации тротуаров, отмостков, лестниц. Такие явления в городе можно наблюдать на улицах Правды, Жесткова, проспектах Московский, Победы и др.

Активизация суффозионных процессов происходит, как правило, весной и осенью 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, объем утечки из нее.

Активно в городе проявляют себя гравитационные процессы, среди которых наиболее опасными и ущербноносными являются оползни. Свидетельством тому оползень, возникший 23 августа 2006 года во дворе 15-этажного дома № 26 на улице Правды. Образовавшийся в близко расположенном от здания глубоком (до 30 м) овраге в условиях проливного дождя, он «съедал» до 1,5 м грунта в час. В результате в течение нескольких часов образовалась выемка глубиной 18–20 м и шириной до 50 м, угрожавшая за короткое время вплотную подойти к фундаменту высотного дома. Возникла опасность для всего здания, потребовалась эвакуация жителей. Однако своевременно принятые меры (засыпка выемки 2,5 тыс. м³ скальной породы) позволили избежать катастрофы.

Оползневые процессы в Витебске наиболее широко представлены на склонах долин рек и ручьев, а также на площадях развития крупных оврагов. Основными причинами их возникновения, как показали исследования, служат: 1) высокие крутые (30° и более) склоны и наличие в геологическом разрезе четвертичных глинистых отложений; 2) эрозионный подмыв склонов во время паводков; 3) наличие водоносных горизонтов, которые обуславливают смачивание поверхности глинистых пород в разрезе, результатом чего является снижение сил трения и сцепления, увеличение гидродинамичес-

кого давления в сторону водотока и возникновение суффозии.

В пределах города встречаются оползни различного генезиса, формы и величины: суффозионные, оплывины, обвалы и др. Наиболее широко распространены относительно небольшие по объему смещенных земляных масс оползни, в отдельные годы в особо благоприятных условиях они могут достигать значительных объемов.

Основная роль в образовании современных оползней в Витебске принадлежит природным формам. Однако хозяйственная деятельность способствует их активному развитию. Техногенные причины, вызывающие возникновение оползней: 1) подрезка склонов и устройство различных выемок; 2) дополнительное увлажнение пород за счет утечек из подземных коммуникаций; 3) увеличение нагрузок на склоны из-за застройки; 4) уничтожение растительного покрова; 5) динамические нагрузки (вибрация, транспорт и др.).

Широкое развитие на склонах речных долин и оврагов получил крип, или медленное перемещение дезинтегрированных рыхлых отложений вниз по склону вследствие периодического изменения термического режима и увлажнения (Галкин и др., 2006). В подобное перемещение вовлекается слой покровных отложений мощностью около 0,5 м. В результате смещения материала образуются ступенчатые и микробугристые наплывы или террасы.

По данным наблюдений и информации, содержащейся в опубликованных картографических работах (Современная ..., 1991), скорости смещения материала на склонах в городе составляют от 2 до 4 мм/год, в отдельные годы этот показатель может превышать 4 мм.

Наличие в верхней части геологического разреза моренных и озерно-ледниковых глинистых толщ с многочисленными линзами и прослоями обводненных песков в совокупности с техногенными и другими природными факторами (увеличение инфильтрационного питания грунтовых вод в результате преобразования верхней части разреза; значительное количество атмосферных осадков; подпор подземных вод в паводковый период; уничтожение существующей гидрографической сети: ликвидация мелких водотоков, канализование рек, засыпка оврагов; заиливание и засорение естественных дрен; устройство снежных свалок и отсыпка техногенных грунтов; утечки из водонесущих коммуникаций; сокращение испарения с поверхности грунтовых вод за счет зданий и асфальтовых покрытий и т. д.) создают проблему подтопления, причем, по оценкам авторов, подтопленной может считаться практически вся территории города, за исключением сильно расчлененных и хорошо дрени-

рованных участков. Так, например, в августе 2006 г. из-за проливных дождей в Витебске произошло более 90 случаев подтопления жилых и производственных зданий и сооружений. В результате были подтоплены 15 домов на улице 2-я Полоцкая, 20 – на улице Войкова, 5 – на улице Тракторная, 40 – на улице Красного Партизана, 10 – на улице Заводская, здания комбината «Мастацтва», больницы скорой помощи и областной больницы и др.

Опасность подтопления в городе заключается не столько в причинении морального и материального ущерба, сколько в провоцировании возникновения других опасных процессов: овражной эрозии, суффозии, оползней и др., которые могут его усугубить.

С подтоплением в Витебске связан и такой процесс, как заболачивание, но хозяйственное освоение территории часто приводит к его исчезновению. Так, в результате застройки и благоустройства отдельных кварталов города многие болота и заболоченные земли прекратили свое существование (например, низинное болото вблизи ветеринарной академии на улице Доватора, болото внутри квартала в районе средних школ № 12 и 38 на Московском проспекте, заболоченный участок в районе Юрьевой горки, ныне застроенный частными домами, и др.). Этому способствовало и способствует осуществление ряда мероприятий: канализование и засыпка мелких водотоков, вертикальная планировка, регулирование стока атмосферных осадков.

Довольно активно на территории Витебска протекают процессы, непосредственно связанные с объектами городской инфраструктуры, среди которых определенным интерес представляет морозное пучение. Происходит оно за счет объемных деформаций водонасыщенных глинистых, пылеватых и мелкопесчаных грунтов при их замерзании и проявляется главным образом в виде деформаций тротуарных плиток и асфальтового покрытия, а также «легких» зданий и сооружений (Галкин, 2006).

Проявление рассматриваемого процесса на территории города наблюдалось, например, вблизи главного корпуса Витебского госуниверситета на Московском проспекте. Здесь зимой в 2005–2006 гг. имело место пучение грунтов, в результате чего тротуарная плитка приподнялась на 150 мм, а в основании подпорных стоек навеса парадной галереи образовались трещины шириной до 15 мм. Подобные явления можно наблюдать на улицах Ленина, Правды, проспектах Победы, Строителей и др.

Широко, как и морозное пучение, на территории Витебска протекают процессы, вызванные статическими и динамическими нагрузками от сооружений и транспорта. Одним из характерных проявлений таких процессов являются осадки под действием статических нагрузок.

Величина осадки здания на жестком фундаменте неодинакова в разных его частях: выше в его центральной части и меньше у краев при одинаковых значениях деформационных показателей грунтов. Одновременно происходит оседание прилегающей к зданию территории, формируется воронка. Глубина и размер воронок зависят от величины нагрузки, площади и типа фундамента и физико-механических свойств массива грунтов (Методические ..., 1990). Воронки имеются вокруг каждого здания в массиве. При плотной застройке, обычной для городской территории, они накладываются друг на друга и образуют общую сниженную поверхность.

Установлено, что осадки зданий и сооружений, основанием которых служат песчаные грунты, характеризуются небольшими величинами (в верхнеплейстоценовых флювиогляциальных песках осадки достигают 19–25 мм) и быстрым затуханием после завершения строительства. На глинистых грунтах процесс осадки развивается медленно и продолжается длительное время после окончания строительства, отличаясь большими величинами (в моренных суглинках осадки превышают 30 мм).

Динамические нагрузки по-разному воздействуют на грунты, в зависимости от особенностей их состава и структуры, в результате чего происходят уплотнение рыхлых недоуплотненных отложений (при степени плотности менее 0,6) и нарушение структуры тиксотропных грунтов (Методические ..., 1990). Динамические нагрузки на грунт передаются в результате вибрации при движении транспорта, действия строительных и других ударно-вибрационных механизмов. Наблюдения показали, что в зданиях, расположенных вдоль улиц, где проложены трамвайные пути и имеется интенсивный транспортный поток, осадка в 1,5 раза больше, чем в зданиях, находящихся на улицах, где движение транспорта ограничено.

В заключение отметим, что основными средствами предотвращения развития опасных процессов в условиях города являются грамотное ведение градостроительной политики и применение специальных технических решений, в частности проведение инженерных защитных мероприятий (устройство дренажей, подсыпок, повышение несущей способности грунтов, применение особых конструкций фундаментов и т. д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГАЛКИН А.Н. Особенности проявления инженерно-геологических процессов на территории Беларуси // Літасфера. 2006. № 1 (24). – С. 95–100.
 ГАЛКИН А.Н., МАТВЕЕВ А.В., ЖОГЛО В.Г. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий и история их формирования. Витебск, 2006.
 МЕТОДИЧЕСКИЕ основы оценки техногенных изменений геологической среды городов / Г.Л. Кофф, Т.Б. Минакова, В.Ф. Котлов и др. М., 1990.
 СОВРЕМЕННАЯ динамика рельефа Белоруссии / А.В. Матвеев, Л.А. Нечипоренко, А.И. Павловский и др. Мн., 1991. – 102 с.
 ШЕКО А.И. Оценка риска экзогенных геологических процессов с учетом техногенных факторов // Оценка и управление природными рисками. Т. 1. М., 2003. – С. 355–360.

Рецензент А.В. Матвеев

Поступило 19.09.06

АСАБЛІВАСЦІ ПРАЯЎЛЕННЯ СУЧАСНЫХ ЭКЗАГЕННЫХ ПРАЦЭСАЎ НА ТЭРЫТОРЫІ ВІЦЕБСКА

А.М. Галкін, А.Д. Цімашкова, І.А. Красоўская, А.Б. Тарбенка

Экзагенныя геалагічныя працэсы з'яўляюцца складанай адкрытай шматкампанентнай сістэмай, у якой праяўленне ўсякага працэсу абумоўлена ўзаемадзеяннем усіх фактараў. З'яўляючыся адным з найбольш дынамічных фактараў пераўтварэння зямной паверхні, экзагенная морфадынаміка істотна ўплывае на прыроднае асяроддзе і гаспадарчую дзейнасць чалавека.

На тэрыторыі Віцебска дастаткова шырока развіты геалагічныя працэсы і з'явы як прыроднага, так і тэхнагеннага паходжання (эрозія, суфозія, апоўзні, крып, падтапленне, забалочванне), а таксама непасрэдна звязаныя з інфраструктурай горада (марознае пучэнне, асяданне зямной паверхні і інш.). Іх узаемадзеянне з аб'ектамі гарадской інфраструктуры нярэдка прыводзіць да аварыйных сітуацый і сур'ёзнага ўрону.

Асноўнымі сродкамі папярэджання развіцця небяспечных працэсаў ва ўмовах горада з'яўляюцца пісьменнае вядзенне горадабудаўнічай палітыкі і прымяненне спецыяльных тэхнічных рашэнняў.

RECENT EXOGENOUS PROCESSES AS MANIFESTED IN THE TERRITORY OF VITEBSK

A.N. Galkin, A.D. Timoshkova, I.A. Krasovskaya, A.B. Torbenko

Exogenous geological processes represent an open complicated multi-component system, where any process manifestation is determined by the interaction of all its factors. Being among the most

dynamic factors of the Earth's surface exogenous processes make a considerable impact on the environment and economy.

Numerous geological processes and phenomena that take place within Vitebsk are of both natural and technogenic origin (erosion, suffosion, landslips, creep, flooding, bogging) and are closely related to objects of the urban infrastructure (frosty swelling, land subsidence, etc.). Their interaction with objects of the urban infrastructure often results in accidents and serious damage.

The main measures to prevent dangerous processes under urban conditions are proper town-planning policy and application of special engineering approaches.