

СЕЙСМОГЕННЫЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ОПОЛЗНИ НА НИЗКИХ РАВНИНАХ, СЛОЖЕННЫХ ЛЕССОВИДНЫМИ СУГЛИНКАМИ

В.П. Чичагов

Обсуждаются актуальные вопросы рельефообразования на равнинах лесостепной зоны, сложенных лессовидными суглинками. Рассматриваются процессы формирования необычных крупных равнинных оползней и небольших долин на примерах северной окраины Центральной Азии – западного склона хр. Хэнтэй в Монголии, Предалтайских равнин на западной окраине Горного Алтая в России, поднятия Ергени, Приволжской возвышенности на Русской платформе, восточного склона Парижского бассейна в Люксембурге и равнин междуречья рр. Оттавы и Св. Лаврентия на Северо-Американской платформе, в Канаде.

Широкое развитие лессовидных отложений в пределах континентальных равнин в пределах сейсмоактивных областей вызывает повышенную опасность быстрых, часто непредсказуемых подвижек значительных масс этих осадков, приводящих к крупным катастрофам. Наиболее яркими примерами таких разрушительных сейсмогенных событий, сопровождавшихся сходом огромных масс лессовидных осадков, могут служить известные катастрофические землетрясения: Ашхабадское в Туркмении и Таньшанское в Восточном Китае.

В процессе изучения монотонных толщ лессовидных отложений в равнинных условиях Северной Монголии, гор Южной Сибири, на Предалтайских равнинах, в Прикаспийской низменности, Ергенях и ряде других районов неоднократно наблюдались участки, массивы и блоки осадков, испытавших перемещение, переотложение; следы широких, но небольшой глубины палеоврезов, различные криогенные деформации, иногда погребенные почвы. Криогенные текстуры и горизонты палеопочв хорошо распознавались, тогда как постоянство облика и гранулометрического состава лессовидных пород вуалировало следы внутриформационных врезов и их последующего заполнения практически тем же материалом и не позволяло однозначно определить генезис погребенных понижений. Постоянно возникали вопросы о вариациях устойчивости и причинах усиления подвижности этих рыхлых отложений. Обсуждались, в частности, вопросы о том, насколько размах рельефа – величина превышений неровностей равнинного рельефа – может определять интенсивность оползневого процесса? Могут ли происходить оползни в условиях низких плоских равнин? Каков вклад сейсмогенных процессов и увеличения увлажненно-

сти в возникновение и формирование оползней такого рода?

В предлагаемой статье показано, что в сейсмически активных областях, в пределах низких равнин с высотами порядка 50-70 м над уровнем моря, расчлененных реками до глубины 15-25 м, сложенных лессовидными породами и имеющими плоскую, как стол поверхность, могут происходить крупные и быстрые разрушительные оползни при сочетании ряда условий: сейсмической подвижности – сотрясений и встряхиваний, сезонного – летнего увеличения жидких осадков, наличия реликтовых пустот и антропогенных, прежде всего строительных, деформаций грунтов.

В 1993-2000 гг. автору удалось обследовать район проявления катастрофических оползней такого типа и познакомиться с последствиями прохождения последнего катастрофического оползня на низкой водораздельной равнине междуречья рек Оттавы и Св. Лаврентия, на крайнем юго-востоке провинции Онтарио, Канада. Этот оползень представляет определенный интерес для понимания механизмов формирования рельефа и строения рыхлых отложений низких, слабо расчлененных аккумулятивных равнин, сложенных лессовидными породами, особенно для Предалтайских равнин и равнин бассейна Верхней Оби – регионов, испытавших сейсмические нагрузки в 2003-2004 гг.

20 июня 1993 г. в праздничный день – День Отца – после обеда, в 50 км. восточнее г. Оттавы, на правом берегу р. Саут Нэйшн – правого притока р. Оттавы – быстро, всего за один час, сошел крупный оползень. Он захватил участок плоской равнины, сложенной с поверхности лессовидными суглинками, шириной (по фронту) 350 м и протяженностью (в глубину) 680 м и сбросил его в долину глубиной 25 м. Разжиженный материал оползня быстро тек двумя потоками, образуя на по-

верхности волны высотой в 2-3 м и сохраняя ровные, покрытые молодым лесом участки. В тыловой части оползень сорвал участок асфальтового шоссе с двигавшейся грузовой автомашиной. Для спасения водителя прибыл вертолет, выбросил спасательный плотик и забрал водителя. Брошенная машина вскоре погрузилась в массу оползня. Оползень «выстрелил» разжиженные отложения в долину Саут Нэйшн, заполнив ее на глубину порядка 15 м, разогнал волну высотой 2-3 м и создал дамбу, которая была пропилена рекой тем же летом. От дамбы в днище долины остались плосковершинные глиняные пирамиды. Скорость движения оползня быстро упала, но медленное перемещение продолжалось даже во время сильных январских морозов: в течение января он продвинулся на один фут. 30 января 1994 г., в 36-градусный мороз в уступе языка оползня наблюдались расположенные одна над другой трещины, показавшие, что верхние горизонты лессовидных отложений двигались несколько медленнее нижних. В основании уступа располагались трубообразные пустоты диаметром до 30 – 40 см.

Междуречье Оттавы и Св. Лаврентия расположено вдоль испытывающей общее современное вздымание и локальное надвигание на юг юго-восточной окраины Канадского щита, активной в сейсмотектоническом отношении. В цивилизационном отношении – это коридор освоения Нижней и Верхней Канады, район традиционного плотного заселения смежных частей провинций Онтарио и Квебек.

В раннем голоцене здесь существовал крупный, имевший меридиональную ориентировку залив приледникового озера – так называемого Шамплейнового моря, оставившего 30-50-метровую толщу тонких глинистых морских осадков шоколадного цвета; в среднем и позднем голоцене они были перекрыты субаэральными лессовидными суглинками.

Оползни типа описанного в этом регионе не редкость. В радиусе 60 км от г. Оттавы следов этих явлений насчитывается более 250. Катастрофические оползневые процессы унесли с середины XIX в. 33 жизни.

Возникновение оползней здесь известно со второй половины голоцена. Канадские ученые получили следующие радиоуглеродные даты древних оползней: 4470 ± 80 , 3050 ± 70 и 1100 BP. На глазах у местных жителей с 1850 г. здесь сошли восемь оползней, последние из которых отмечены в 1895, 1910, 1971 и 1993 гг. Все они сорвались в сходных

условиях: в области распространения морских осадков – зеркала оползней по кровле шамплейновых глин, захватили значительные участки низкой, с абс. высотами 50-70 м совершенно плоской аккумулятивной равнины; выбрасывались в долины притоков р. Оттавы; сброс тел оползней с объемами 2-6 млн. м³ происходил по ровной, плоской, практически горизонтальной поверхности морских глин, подстилавших лессовидные суглинки, что доказано детальными буровыми работами.

Оползневой процесс в 1993 г. протекал в сходных климатических (средних многолетних), но несколько отличных погодных условиях. По данным метеостанции международного аэропорта г. Оттавы, годовые осадки 1993 г. превысили значения среднегодовых (за период 1939-1993 гг.) почти на 150 мм, причем за две первых декады июня 1993 г. выпала месячная норма осадков. Площади (га) и длины (м) оползней были одного порядка, но первенство по второму показателю принадлежало оползню 1993 г.: 680 м. Он опередил даже наиболее протяженный – в 600 м. – оползень 1895 г., но уступил по площади – 17 га оползням 1895 г. – 24,4 га и 1971 г. – 28,0 га. В основаниях уступов всех оползней наблюдались многочисленные трубообразные пустоты. Таким образом, оползень 1993 г. имел наибольшую протяженность и представлял реальную опасность для хозяйства района и угрозу для жизни жителей.

Разрушительные последствия предыдущих оползней здесь разнообразны: повреждение и уничтожение жилых зданий и производственных построек, церквей, мостов, автомагистралей и железных дорог, линий электропередач, сельскохозяйственных и лесных угодий, наконец, кардинальная перестройка рельефа речных долин.

По поручению и на средства Министерства окружающей среды Канады ученые и исследователи из Геологической службы страны – J. M. Aylsworth с соавт. [1] – детально, с применением комплекса современных и традиционных методов, изучили район оползня 1993 г., обобщили имевшиеся материалы по проявлению оползневых процессов на междуречье рек Оттава и Св. Лаврентия, а также в бассейне нижнего течения Св. Лаврентия, в провинции Квебек; тщательно расшифровали аэрофотоснимки оползневых районов, провели большой объем геофизических и буровых работ, оконтурили древ-

СЕЙСМОГЕННЫЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ОПОЛЗНИ НА НИЗКИХ РАВНИНАХ, СЛОЖЕННЫХ ЛЕССОВИДНЫМИ СУГЛИНКАМИ

ние долины р. Оттавы и ее притоков, пришли к ряду новых выводов:

1. Большинство оползней здесь приурочено к эрозионным формам: древним долинам р. Оттавы и элементам ее древней эрозионной сети.

2. Повышенную неустойчивость поверхностных тонких лессовидных осадков здесь создают залегающие под ними прослои красных и серых морских глин с высокими значениями коэффициента неустойчивости: все оползни перемещались в виде потоков и имели огромную скорость.

3. Наибольшие разрушения оползни причиняли постройкам с фундаментами, заложёнными на выступах коренного скального ложа (гранитоидах докембрийского Канадского щита) или с неустойчивыми морскими глинами в основаниях. В первом случае здания жестко реагировали на сейсмические воздействия, во втором – более мягко.

4. Одной из причин быстрого движения оползней является возможное обводнение трубообразных пустот в основании оползневых тел.

Автор отдает должное профессионализму канадских исследователей, высокому качеству и новизне полученных ими материалов. И в то же время считает возможным и полезным обратить внимание на ряд аспектов дальнейшего исследования генезиса и динамики равнинных оползней рассматриваемого типа:

1. Происхождение трубообразных пустот в рыхлых тонких осадках здесь скорее всего связано с вытаяванием полигональных систем повторно-жильных льдов, т.е. подземные полости представляют реликтовые термокарстовые образования типа хорошо известных в Сибири (описанных А.Я. Литвиновым в 1962 г.) в разрезах террас Енисея в районе г. Красноярска. По данным канадских исследователей, южная граница многолетнемерзлых пород в Северной Америке располагалась южнее широты г. Чикаго. Однако, аэровизуальные наблюдения А.А. Величко (устное сообщение) обнаружили развитие реликтовых полигональных грунтов несколько южнее, в пределах широтной зоны Монреаль – Торонто, к которой и приурочен рассматриваемый оползневой район.

2. Быстрые оползневые подвижки могут подготавливаться медленными процессами изменения структуры, плотности и прочности морских осадков. Среди спектра этих процессов реальна угроза со стороны упоминавшихся сейсмических трясений и колебаний, уп-

лотнения осадочных пород и изменение гидрогеологического режима строительными работами. Эти, в целом недостаточно изученные явления, вполне возможно, ответственны за повреждение некоторых капитальных построек в г. Оттава, возведенных на фундаментах в условиях расчлененного рельефа коренного скального ложа, в частности, за обрушение башни крупного здания Канадского музея природы.

3. Не исключено, что на изменение плотности неустойчивых осадков и режима подземных вод могут играть некоторую роль усиливающиеся с годами перманентно увеличивающиеся нагрузки городской застройки.

4. Весьма велика вероятность включения сейсмического или сейсмотектонического механизма срыва равнинных оползней. Вдоль окраины юго-восточного фланга Канадского кристаллического щита, по широтному линеamentу – нижнее течение реки Оттава – залив Святого Лаврентия расположенной известной землетрясений. Наиболее сильные сейсмические сотрясения приурочены к восточной части этой сейсмической активной зоны и сопровождаются катастрофами. В провинции Квебек, в St. Jean Vianney только одна оползневая катастрофа такого рода унесла 31 человеческую жизнь. Слабые землетрясения в пределах этой зоны происходят постоянно. Длительные сейсмогенные встряхивания вполне могут приводить к нарушению прочности лессовидных пород и при дополнительном увлажнении – к срыву крупных оползней.

ВЫВОДЫ

Низкие аккумулятивные равнины в определенных геолого-структурных, палеогеографических, геоморфологических условиях при постоянно возрастающих антропогенных нагрузках могут становиться достаточно беспригодными в геодинамическом отношении образованиями, опасными для человека проявлениями быстротекущих оползневых катастроф.

Последствия проявления сейсмогенных процессов и событий в пределах аккумулятивных равнин существенно отличаются от последствий в горных территориях. Для активизации оползней лессовидных пород на низких плоских равнинах, по-видимому, недостаточно одного сейсмогенного фактора, требуется «оптимальное» сочетание комплекса неблагоприятных условий и процессов: залегания водоупорного горизонта под оползаю-

щими толщами, трещиноватости и наличия пустот в рыхлых отложениях, накопления деструктивных сейсмогенных напряжений в лессовидных породах, увеличения жидких осадков в теплый период года и, возможно, совпадения увлажнения с активизацией сейсмичности и антропогенных нагрузок.

Геоморфологические и геологические проявления быстрых оползней рассмотренного типа сохраняются большей частью в плановом рисунке участков равнин и в меньшей мере в строении лессовидных толщ. Возможно, по этой причине их следы практически не читаются в разрезах. Первые годы после активизации оползней сохраняется типичный мелкобугристый микрорельеф в фронтальной части оползней. Однако склоновые процессы (поверхностный сток талых и ливневых вод, сезонная солифлюкция, осыпание и обваливание склонов в результате подмыва его основания рекой, тропинчатая деструкция и проч.) в течение 7-10 лет значительно сглаживают эти неровности склонов.

Дальнейшее изучение особенностей и закономерностей оползневого рельефообразования на низменных аккумулятивных равнинах, сложенных лессовидными породами, представляет серьезную и важную в научном и практическом отношении проблему.

Представляется своевременным постановка наблюдений за устойчивостью сложенных лессовидными породами участков равнин и склонов в бассейне Верхней Оби и, в частности, в пределах Предалтайских равнин, испытывающих длительное сейсмогенное воздействие в 2003 – 2004 гг. Поскольку имеющиеся в нашем распоряжении данные позволяют судить о том, что сильные землетрясения в Горном Алтае повторяются через значительный интервал времени – через 1500-2000 лет [2], следы возможных древних сейсмогенных оползней могли быть сnivelированы и было бы весьма желательно и полезно не упустить возможность обнаружения их в наши дни.

Лессовидные породы, по-видимому, достаточно чутко реагируют на изменения ориентировки главных осей региональных напряжений. В последние годы происходит перестройка системы трещиноватости лессовидных пород района г. Барнаул. Под острым углом к традиционным трещинам, вдоль ко-

торых заложены многочисленные суффозионные полости, здесь образуются новые активные линии. Эти явления здесь изучаются С.Г. Платоновой, ее сотрудниками и учениками. С.Г. Платонова в 2002 г. познакомила автора с рядом разрезов, в стенках которых запечатлены следы перестройки ориентировки трещиноватости.

Приведенный выше материал о сейсмогенном, комплексном характере активизации оползневых процессов на низких аккумулятивных равнинах с плоской поверхностью дополняет представления об их повышенной экзо- и эндогеодинамической активности в современную эпоху и на протяжении голоцена, о значительном разнообразии проявляющихся в их пределах разрушительных природных и антропогенных процессов [3], о существенно большей их геолого-геоморфологической результативности, чем представлялось ранее. И дело не только в проявлении землетрясений типа землетрясения в районе г. Камень-на-Оби в пределах южной части одной из крупнейших равнин – Западной Сибири. Проблема представляется шире и глубже: в изучении механизмов деструктивных процессов на равнинах, взаимодействии этих процессов, в подготовке и реализации природных катастроф, наконец “взаимопомощи катастроф”, по Н.В. Шебалину [4].

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 03-05-64835.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Evans S.G. and Brooks. An earthflow in sensitive Champlain Sea sediments at Lemeux, Ontario, June 20, 1993, and its impact on the South Nation River // Canadian Geotechnical Journal. – 1994. – V. 31, № 3. – P. 384-394.
2. Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Платонова С.Г. и др. Следы сильных землетрясений в рельефе Горного Алтая // Геоморфология. – 1999. – № 1. – С. 82-95.
3. Чичагов В.П. Природные катастрофы на низких аккумулятивных равнинах // Вестник Камыцкого института социально-экономических и правовых проблем. – Элиста, 2001. – № 2. – С. 136-147.
4. Шебалин Н.В. Закономерности в природных катастрофах. – М.: Знание, 1985. – 48 с.