

УДК 551.3:624.131.543

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОМ КРЫМУ

*Б. И. Корженевский, Л. С. Борисенко, И. Б. Корженевский,
Н. Н. Новик*

Южный склон Горного Крыма на рассматриваемом участке (мыс Айя — г. Ялта) претерпел длительную геологическую эволюцию. В его геологическом строении принимают участие грунты флишевой (флишовой), вулканогенной (андезитовой) и карбонатной формаций, а также продукты их денудационной переработки.

Грунты флишевой формации, являющиеся наиболее древними для рассматриваемого региона, сложены породами таврической серии и средней юры. Породы таврической серии представлены обычно ритмично чередующимися аргиллитами, алевролитами, песчаниками, их отличительной особенностью является правильная и тонкая ритмичность сложения. В циклотемах наряду с преобладающими пилитовыми породами обязательно присутствуют алевролиты или песчаники, в основании нередко отмечаются гравелиты. В целом в строении толщи прослеживаются следующие закономерности: нижняя часть толщи представлена ритмично чередующимися слоями алевролитов, аргиллитов и песчаников, пачками черных аргиллитов мощностью до нескольких сотен метров, отдельными линзами кварцитовидных и кварцевых грубозернистых песчаников. Верхнюю часть толщи слагают аргиллиты с линзами известняков, а также флишевые образования, сходные с нижележащими слоями. В песчано-аргиллитовых ритмах встречаются конкреции сидеритов. Общая мощность таврической толщи достигает 2 км.

Породы средней юры с резким несогласием ложатся на породы таврической серии. В строении толщи отмечаются следующие закономерности: в нижней части прослеживается пачка грубозернистых полимиктовых песчаников мощностью до десятка метров, выше по разрезу — пачка переслаивающихся глинистых сланцев и песчаников мощностью до 300 м. К верхам этой пачки увеличивается мощность глинистых прослоев, уменьшается количество песчаников, появляются сидериты. Песчаники состоят из зерен кварца, полевых шпатов, остроугольных обломков аргиллитов, встречаются зерна карбонатных пород, обломки кварцитов, чешуйки биотита, хлорита, мусковита. Акцессорные минералы представлены цирконом и апатитом. Цемент — поровый, глинисто-карбонатный. Выветрелые аргиллиты состоят из глинистого и углифицированного материала с примесью до 10% алевритового. Содержание рудного материала — до процента. В некоторых разностях содержание алевритового материала достигает 25% [1]. Аргиллиты обычно слоистые, сложены ориентированными частицами. Основной породообразующий минерал — гидрослюда, содержание апатита, циркона крайне низкое, встречаются гидроокислы железа. В целом в аргиллитах отмечены две ассоциации минералов: 1) хлорит-гидрослюдистая с содержанием хлорита 16—36%, 2) каолинит-хлорит-гидрослюдистая с суммарным содержанием первых двух до 45%. С увеличением степени выветрелости возрастает содержание хлорита, появляются каолинит и смешанослойные ряда монтмориллонит — гидрослюда.

Интрузивные среднеюрские породы представлены выходами диабазовых порфиритов в форме штоко- и куполообразных массивов. Наибо-

лее подробно изучен мухалатский купол. Этот массив прорывает породы таврической серии. Мощность зоны интенсивного механического изменения осадочных пород на контакте не больше 3—4 м, мощность ороговикованных пород не превышает метра. По данным Т. С. Лебедева, Ю. П. Оровецкого [9], периферийная часть интрузии сложена интенсивно кальцитизированными микродиабазовыми порфиритами, содержащими 14,7% мелких вкраплений лабрадора, 79,8% основной массы, сложенной лейстами плагиоклаза, интенсивно кальцитизированной и хлоритизированной, и 5,5% рудного минерала. Средняя часть интрузии сложена мелкокристаллическими серо-зелеными диабазовыми порфиритами, часто миндалекаменной текстуры. Микродиабазовые и мелкокристаллические диабазовые порфириты связаны постепенными переходами. Эффузивные образования представлены туфами, лавами и вулканогенно-осадочной толщей. Расположенные западнее горы «Кошка» эффузивные образования расчленяются на две толщи. Нижняя, представленная спилитокератофировыми и спилитовыми переслаивающимися лавами с подчиненными пачками туфов и туфобрекчий видимой мощностью не менее 350—400 м, согласно перекрывается верхней, существенно терригенной, представленной переслаивающимися песчаниками, аргиллитами, туфами, туфоалевролитами, туфопесчаниками видимой мощностью не менее 100 м. Общая площадь эффузивов составляет первые квадратные километры. Западнее встречаются более мелкие эффузивные тела: гора «Дракон» и другие, литологический состав которых соответствует одной из двух вышеперечисленных толщ.

Верхнеюрские карбонатные грунты представлены отложениями от оксфордского по титонский ярус включительно (поярусное рассмотрение принято из-за значительного разнообразия их литологического состава). Отложения оксфордского яруса представлены в основном различными карбонатными породами. Обломочные — брекчии, песчаники, конгломераты — имеют подчиненное значение и чаще приурочены к низам толщи. На значительной части участка они представлены массивными, реже слоистыми пилитоморфными биогермными массивами. Известняки отдельных массивов связываются в единую толщу грубо-слоистыми брекчиевидными известняками. Биогермные известняки на отдельных участках подстилаются песчано-конгломератовой толщей, состоящей из переслаивающихся песчаных глин, песчаных известняков, реже мелкогалечниковых конгломератов и плитчатых известняков [14]. Общая мощность толщи до сотни метров.

Отложения кимериджского яруса распространены спорадически, преимущественно в западной части Ялтинского амфитеатра, и представлены мергелистыми известняками с подчиненными прослоями органических и пилитоморфных известняков. Несколькими километрами западнее эта толща выклинивается. Ее общая мощность до сотни метров.

Отложения титонского яруса представлены карбонатными породами с подчиненным содержанием терригенных. В западной части Ялтинского амфитеатра они представлены карбонатно-глинистой толщей. Западнее она замещается брекчированными известняками, которые в свою очередь на некоторых участках замещаются карбонатно-глинистым флишем. Флиш состоит из ритмично чередующихся известковистых глин, мелкообломочных известняков и песчаников. Мощность отдельных слоев до 10—20 см. Общая мощность толщи сотни метров. Видимая мощность всей карбонатной толщи на участке до 700—800 м.

Массандровские отложения широко распространены на рассматриваемом участке. Не углубляясь в продолжающуюся дискуссию о возрасте и генезисе этих отложений, укажем, что под такими нами

(Л. С. Борисенко [2]) понимаются любые континентальные отложения Южного берега Крыма, представленные пестроокрашенными (красных, бурых, коричневых тонов) суглинками с различным содержанием обломков известняков либо обломочным материалом известняков с глинистым заполнителем. Эти отложения распространены спорадически и нередко бывают приурочены не только к депрессиям в современном рельефе, которые они заполняют, но и к достаточно пологим, реже водораздельным поверхностям. Отмечается самое различное соотношение между содержанием обломков и глинистого заполнителя, размерами обломков. Соотношение обломочной и глинистой фракций колеблется от первых процентов до преобладающей одной из них. Размер обломков меняется от миллиметров до первых метров. Тем не менее, с определенной долей условности, можно выделить следующие разновидности массандровских отложений.

Первая представлена наиболее яркими бурыми суглинками с содержанием известняков дресвяной, щелнистой и валунной фракций до 40—50% от объема с преобладанием щелнистой и валунной фракций. Заполнитель весьма сильно карбонатизирован и ожелезнен. Красный оттенок обусловлен ожелезнением, которое связано, во-первых, с климатом во время осадконакопления, во-вторых, с размывом (разрушением) и переотложением ожелезненных тектонических брекчий. Мощность таких грунтов обычно превышает 5—7 м и нередко достигает нескольких десятков метров. Вторая разновидность представлена более бледными (желтыми, бурыми с сероватым оттенком) суглинками с несколько меньшим, чем в первой, содержанием обломочной компоненты. В обломках преобладают известняки щелнистой фракции. Их мощность редко превышает десяток метров. Третья разновидность представлена суглинками (желтыми, бурыми с сероватым оттенком), доминируют известняки дресвяной и щелнистой фракций. Более бледный оттенок этой разновидности обусловлен некоторым содержанием в глинистом заполнителе продуктов разрушения флишевых образований. Мощность таких накоплений редко превышает первые метры. Соотношение этих трех разновидностей по площади и мощности весьма изменчиво. Содержание обломочной фракции во второй и третьей разновидностях обычно не превышает 20—40%.

Во многих случаях на современный литологический состав и устойчивость грунтов гравитационным деформациям, на условия залегания грунтов и другие характеристики оказывают влияние разрывные нарушения, имеющие широкое распространение и длительную историю развития [3]. Так, если в карбонатных грунтах, деформирующихся в конкретных условиях регионального поля палеонапряжений, случаи прирывной складчатости крайне редки, а зона макротрещиноватости редко превышает метры (в связи с хрупким разрушением грунтов), то тектонические деформации во флишевой, наиболее геодинамически активной толще нередко представляют собой зону дробления шириной от метров до многих десятков, со следами последующей активной гидротермальной проработки, будинированными в зону валунами и глыбами скальных грунтов. Следовательно, зоны крупных тектонических нарушений нередко являются в инженерно-геологическом аспекте телами, существенно отличающимися по литологическим характеристикам от соседних зон, изначально сложенных такими же грунтами.

Наряду с традиционно рассматриваемыми формациями грунтов на Южном берегу Крыма выделяются также оползневые [1] как самостоятельный генетический тип континентальных грунтов, которые представлены следующими литологическими разностями [7]: А — известняково-

глыбово-обломочные накопления с суглинистым заполнителем; Б — аргиллитово-сланцевый мелко- и среднеобломочный материал с суглинком; В — известняково-сланцевый, разнообломочный материал с суглинком; Г — суглинки желто- и коричневатобурые с незначительной примесью обломочного материала.

Гравитационные процессы, в значительной степени контролируемые вышеперечисленными грунтами, на рассматриваемой территории представлены оползевым, обвальным, осыпным процессами, поверхностной и глубинной ползучестью. Под ползучестью далее понимаются деформации грунтов при уровне касательных напряжений, не вызывающих их срез, т. е. деформации без скольжения [12]. Этот процесс может в зависимости от совокупности факторов либо угаснуть, либо трансформироваться в оползневый. Под оползневым процессом понимается оползание грунтов при обязательном скольжении по оползневой плоскости или системе плоскостей скольжения. Под обвальным процессом понимается быстрое отчленение от массива определенной его части с преобладающим дальнейшим свободным падением, которая по достижении основания склона обычно раскалывается и продолжает перемещаться по основанию преимущественно посредством качения до полной остановки. Под осыпным процессом понимается периодическое или систематическое отчленение от массива незначительной его части (чаще щебнистых и гравелистых частиц), ее падение к основанию склона и остановка либо на месте падения, либо в непосредственной близости от него. Рассмотрим далее особенности каждого из определенных процессов в зависимости от литологического состава грунтов и некоторых прочих, неотъемлемых от механизма процессов, факторов.

Зоны ползучести. Деформации поверхностной ползучести широко распространены как на территориях, затронутых техногенным воздействием, так и на склонах, развивающихся пока в естественных условиях. Достоверно отмечены деформации ползучести в Симеизском районе в пределах полигона «Фасбурла», где посредством длительных (с 1970 г.) геодезических наблюдений установлены смещения вне пределов современного оползня. На другом участке (оползень у санатория «Золотой пляж») такие же деформации выявлены посредством повторного высокоточного нивелирования II класса. В обоих примерах средние величины смещений не превышают первых сантиметров в год. В первом деформируются элювирированные грунты таврической серии, во втором — массандровские.

Известны и другие случаи подобных деформаций. Многочисленные участки поверхностной ползучести отмечаются едва ли не во всех населенных пунктах и зонах эксплуатируемых сооружений при определенной крутизне склонов. Эти участки определяются морфологически однозначно по деформациям бутовых подпорных и облицовочных стен, по более редким случаям деформаций железобетонных стен, по крайне редким деформациям капитальных сооружений. Деформации отмечаются в искусственных (насыпных) грунтах, при подрезках на глубину 2—8 м флишoidных и массандровских отложений.

Обобщая сказанное о поверхностной ползучести, следует указать, что наиболее подвержены этому процессу элювирированная флишoidная толща и насыпные грунты, в меньшей степени — массандровские отложения с незначительным содержанием обломков щебнистой и гравелистой фракций. Крайне редко деформации ползучести отмечаются в массандровских отложениях со значительным содержанием глыбовой фракции. Техногенное воздействие на грунты часто создает благоприятные условия для развития поверхностной ползучести.

Деформации вековой глубинной ползучести отмечены на многих участках и происходят в двухслойной толще — карбонатных грунтах Яйлы и подстилающих их флишевых образованиях таврической серии и средней юры. Еще в 1935 г. были подтверждены сомнения относительно неподвижности южного обрыва Яйлы. Крымской оползневой станцией в 1930—1933 гг. крайние знаки геодезической сети были перенесены на 1,5—2,0 км вглубь от обрыва карбонатного массива. Анализ сети подтвердил предположения о смещении. Максимальное смещение (свыше 1 м) было отмечено для горы Ат-Баш [11]. В последующие годы работы оползневой станции прекратились и геодезические наблюдения для выявления смещений карбонатных массивов не проводились.

Геоморфологически участки глубинной ползучести выделяются в виде структур отседания объемом до нескольких млн м³, которые находятся в стадии отчленения от основного массива, а также в виде более многочисленных, потерявших контакт с Яйлой карбонатных массивов значительно меньших объемов.

Подтверждением факта глубинной ползучести двухслойной (карбонатной и подстилающей ее флишевой) толщи является, по нашему мнению, следующее: 1) несмотря на облик карбонатных массивов отседания, сходный с оползевым, ниже по склону во флишевых грунтах не отмечается сопряженных с ними оползневых форм; 2) ниже отсевших от Яйлы массивов расположено несколько уровней педиментов, не нарушенных глубокими оползевыми деформациями, что указывает на более высокую скорость планации в сравнении со скоростью смещений; 3) на некоторых отчленившихся и отчлениющихся от Яйлы карбонатных массивах произрастает сосна крымская возрастом свыше 150—200 лет, с нарушением ортотропности, что указывает на продолжающиеся в последние столетия смещения этих массивов; 4) ни в одной из скважин, пробуренных на участках потенциально возможных плоскостей скольжения в коренных отложениях на глубину до 100 м, этих плоскостей не обнаружено; 5) вязкость флишевых и карбонатных грунтов, достигающая 10^{16} и 10^{22} Па·с [1, 4], не исключает длительный во времени процесс затухающей ползучести, скорость которого несколько изменяется в зависимости от изменения действующих факторов.

В случае хрупкого разрушения флишевых грунтов в зоне сдвига и одновременного возникновения плоскости (системы плоскостей) скольжения высвобождается значительное количество энергии, затрачиваемое ранее на сохранение структурных связей, и процесс должен иметь характер основного оползневое смещения, чего не отмечено ни в литературе, ни выражено в рельефе.

Оползневой процесс. Оползневый процесс широко развит на рассматриваемой территории, где на начало 1987 г. отмечено свыше 210 активных и временно стабильных оползней. Современные оползни приурочены к морскому, эрозионному или искусственному базисам. Площадь оползней колеблется от сотен м² до первых км², мощность — от первых до 30—40 м. За последнюю четверть века отмечен значительный по количеству прирост оползней, вызванный техногенным воздействием: общее их число свыше 65, с 1962 г. вновь возникло около 40. Ниже приводятся данные о зависимости между площадью, типом и литологическим составом оползневых толщ (табл. 1, в соответствии с классификацией [7]).

Отметим закономерности, связанные с литологическим составом грунтов при оползневом процессе. В грунтах, где преобладают обломки известняков, процесс развит уже, не так широко, как в других литологических разностях. Это объясняется следующим: грунты А (см.

выше) занимают несколько меньшую площадь, чем прочие, они за длительное время своего существования приобрели достаточную прочность за счет карбонатизации и ожелезнения, имеют коэффициент фильтрации 10^0 — 10^1 м/сут — более однородный, чем в иных оползневых накоплениях. При деформациях в зоне сдвига в этих грунтах преобладает хрупкое разрушение (при определенном содержании обломочной

Таблица 1

Количество оползней различной площади и типов в толщах разного литологического состава

Литологический состав оползневых грунтов	Площадь оползня, м ²					Тип оползня*				
	менее 10 ³	10 ³ —10 ⁴	10 ⁴ —10 ⁵	10 ⁵ —10 ⁶	свыше 10 ⁶	I	II	III	IIIa	IV
Г	17	31	13	1	—	4	25	21	11	1
В	3	17	24	11	1	14	26	15	1	—
Б	3	37	25	2	—	5	44	11	8	—
А	2	11	5	4	—	7	5	5	5	—

* I — абразионный, II — эрозионный, III — искусственный при подрезке, IIIa — искусственный при пригрузке, IV — смешанный, по [7].

фракции эти грунты деформируются согласно законам деформаций сыпучих сред), а относительно постоянный коэффициент фильтрации не создает резких перепадов гидростатического и гидродинамического давления в оползневой толще.

В грунтах (Б—Г), представленных суглинками с меньшим содержанием обломков, оползневый процесс развит достаточно широко, но и в них отмечается дифференциация его характеристик в зависимости от содержания пестрых (с карбонатизацией) разностей. Чаще в оползневый процесс вовлекаются грунты Б и Г, первые — вследствие достаточного содержания в них продуктов разрушения флишевой толщи, наиболее предрасположенной к оползневому деформациям [1], вторые — из-за малого содержания в них обломочного материала и невысокой карбонатизации суглинков. Число оползней в грунтах Б—Г сходно, по площади — значительно преобладают оползни с большим содержанием грунтов В. Особенности смещения зависят также и от площади и объема оползней. При значительной площади, свыше 30—50 тыс. м², и мощности более десятка метров локальная активизация отдельных морфоэлементов крупных оползней происходит намного чаще, чем для мелких. Сложенные суглинками, которые имеют различные деформационные характеристики по мощности и площади, эти оползни, находящиеся в различных гидрогеологических, климатических, морфологических и прочих условиях, развиваются трансгрессивно-регрессивно, т. е. локальные смещения вызывают понижение устойчивости как залегающих выше, так и ниже по склону грунтов. Активизируясь, эти массивы в свою очередь понижают устойчивость других сопредельных массивов и т. п. Более мелкие по площади оползни, представленные менее разнообразными грунтами, смещаются значительно проще: иногда как единое тело, иногда несколькими ступенями. Их локальные смещения происходят реже, чем у больших оползней. Данные о зависимости количества смещений и площади оползней приведены в табл. 2.

Обвальными и осыпными процессами. На рассматриваемом участке они развиты достаточно широко, в них бывают вовлечены грунты всех формаций, но в различной степени. Существенную роль в

механизме этих процессов наряду с литологическим составом играют тектоника и геоморфология.

Выделяются три основные зоны распространения обвального процесса: 1) наиболее пораженный процессом обрывистый южный склон Яйлы, сложенный карбонатными грунтами, высота которого на различных участках колеблется и порой достигает 400 м, а крутизна —

Таблица 2
Количество смещений оползней в зависимости от их площади

Площадь оползней, м ²	1	2	3	4
Свыше 10 ⁶	1	23	4	—
10 ⁵ —10 ⁶	18	687	196	—
10 ⁴ —10 ⁵	67	1356	571	—
10 ³ —10 ⁴	96	1908	431	6
До 10 ³	25	543	72	—

Примечание. 1 — общее количество оползней указанной площади; 2 — суммарное количество лет непрерывных наблюдений за оползнями; 3 — суммарное количество лет со смещениями оползней; 4 — количество оползней, не смещавшихся за время наблюдений (1962—1984 гг.).

90°, и склоны начавших отчленяться от Яйлы массивов, но пока еще сохранивших с ней контакт; 2) менее пораженные процессом склоны отчленившихся и утративших контакт с Яйлой массивов, высота обрывистой части которых обычно на порядок меньше обрыва Яйлы; 3) зона береговых клифов, представленная различными суглинистыми отложениями, крайне редко — выветрелыми флишоидными и скальными грунтами.

Для уточнения понимания взаимосвязи обвального процесса с литологическим составом грунтов подразделим первый на обвалы, вывалы и камнепады. Первые два механизма различаются тем, что при вывалах не происходит захвата бровки обрыва, при обвалах — происходит. При камнепадах идет систематическое отчленение незначительных по объему масс от материнского массива в течение длительного времени и их дальнейшее падение подобно первым двум. Большая часть площади с развитием обвального процесса на рассматриваемой территории поражена камнепадами, которые обычно приурочены к слоистым известнякам или чередующейся толще слоистых, обломочных и массивных известняков. Наиболее интенсивно камнепады развиваются на участках, где на тектоническую трещиноватость наложена экзогенная. Сочетание тектонической трещиноватости двух систем: а) простирающейся в склон под углами 100—120° друг к другу при субвертикальных или крутопадающих сместителях (60—90°), б) падающей в склон под углами 60—80° параллельно бровке основного массива, с наложенной на них экзогенной трещиноватостью, создает участки с самым интенсивным развитием камнепадов в карбонатных грунтах. Менее всего поражены камнепадами склоны карбонатных массивов-отторженцев, сложенных неслоистыми известняками. Они в значительно меньшей степени, чем прочие, расчленены тектонической трещиноватостью, фрагменты разрывных нарушений различных рангов на них малочисленны. Поэтому камнепады происходят преимущест-

венно из зон, приуроченных к трещинам выветривания. Следует дополнить, что полностью отчленившиеся отторженцы в значительно меньшей степени подвержены изменению регионального поля напряжений, так как их незначительная площадь позволяет им, находясь «на плаву» во флишевых грунтах, воспринимать эти изменения пассивно, в отличие от основного яйлинского массива.

Выше рассмотрены и отмечены два крайних случая интенсивности камнепадов; кроме этого возможны в зависимости от соотношения литологических разностей грунтов, разрывных нарушений и прочих характеристик массива многочисленные промежуточные случаи интенсивности камнепадов. Объем одновременно падающего материала при камнепадах обычно составляет десятки дм^3 , крайне редки случаи в первые м^3 .

Распространение обвалов на участке по площади уже, чем камнепадов. Достоверно можно говорить о «Красном развале» — обвале, происшедшем около 200 лет назад у д. Кучук-Кой. Отчленение слоистых и обломочных известняков объемом сотни тыс. м^3 произошло в зоне тектонического дробления по трещинам, оконтурившим массив с бортов. В 1982 г. произошел обвал массивных известняков объемом около 2000 м^3 на мысе Айя. В этом случае материал отчленился по системе тектонических трещин. В 1985 г. произошел обвал выветрелых слоистых известняков объемом около 2000 м^3 , севернее пос. Кацивели, когда в результате действия временных водотоков, вызванных ливневыми осадками, обрушился фрагмент стенки понора. На некоторых участках массивные известняки, отчленившись по трещинам бортового отпора или тектоническим трещинам, не разрушились при падении. На других — отмечены начавшие отчленяться по трещинам, параллельным бровке, пластины массивных известняков. В некоторых из таких трещин находятся обломки, производящие температурное расклинивание, отмеченное ранее в литературе [12]. В целом обвалы небольших объемов происходят в массивных известняках по трещинам, параллельным бровке Яйлы; обвалы больших объемов отмечаются в единичных случаях и приурочены к зонам разрывных нарушений в обломочных, слоистых и массивных известняках.

Вывалы в карбонатных грунтах отмечены в 1977 и 1980 гг. на мысе Айя. Их объем соответственно 12 000 и 150 м^3 . Отчленение массивных известняков произошло по субвертикальным тектоническим трещинам, простирающимся в массив под углом 110—120° друг к другу, и одной субгоризонтальной, оконтурившей грунты сверху. В 1985 г. на этом участке отмечены трещины, раскрывшиеся значительно больше соседних, что указывает на подготовку к падению новой массы известняков. На прочих участках значительные (от 15 до 8000 м^3) вывалы в последнее десятилетие происходили 10—15 раз; морфологически выделяются зоны вывала, где процесс происходил в недалеком прошлом, так как упавший к основанию обрывов материал крайне незначительно разрушен выветриванием. Наряду с описанными данными в литературе [6, 10] приводятся сведения о процессе, имевшем место во время землетрясения 1927 г. В районе пос. Симеиз отмечалось падение двух глыб размером 15 и 34 м^3 , а у Нижней Ореанды это явление наблюдалось на трех участках.

На склонах в суглинистых (оползневых и массандровских) грунтах обвальный процесс до недавнего прошлого был распространен достаточно широко и территориально был приурочен к берегу моря. За последние 10—15 лет, в связи с многочисленными берегоукрепительными мероприятиями, длина незакрепленных клифов сократилась, со-

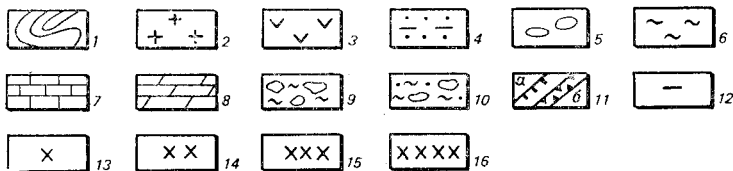
ответственно сократилась пораженность побережья обвальным процессом. Обвалы обычно происходили из клифов длительное время стабильных или периодически активных оползней как единичные случаи — в массандровских и флишевых грунтах. В случаях стабильности оползней в течение многих десятилетий, когда после смещения грунты успевали в достаточной степени уплотниться, обвалы происходили после выработки абразионной ниши глубиной до 1,0—1,5 м при высоте клифов до 30—35 м. Обвалы объемом до сотен м³ по времени бывали приурочены к периодам высокой штормовой активности, когда на склон действовали повышенная статистическая нагрузка, вызываемая его увлажнением морскими и поверхностными водами, и динамическая, заключающаяся в ударном воздействии волн. На участках периодически активных оползней грунты в достаточной степени расчленены оползневыми трещинами. В этом случае наряду с литологическим составом и волновым воздействием существенную роль в обвальном процессе играет деятельность поверхностных вод. Попадая в трещины, воды нередко размывают грунты в зоне готовящегося обвала и увлажняют их, хотя в других случаях заполняют трещины влекомыми наносами, понижая тем самым размываемость грунтов. Абразионные ниши при таких обвалах перед обрушением крайне редко достигают глубины 0,4—0,5 м при высоте клифа не более 12—15 м. Объем таких обвалов до десятков м³.

Осыпной процесс на рассматриваемой территории в силу незначительных объемов одновременно осыпающегося материала практически не изучен. Процесс развит в породах терригенного флиша повсеместно при крутизне склонов свыше 39—40° [13], но значительных по величине аккумулятивных форм при этом не образуется, так как материал транспортируется из мест аккумуляции, постоянными и временными водотоками. Три наиболее значительных по площади участка осыпания с сохранившимися у подножия коллювиальными шлейфами отмечаются в северо-западной части Ялтинского амфитеатра и приурочены к глинисто-карбонатному флишу оксфордского яруса. Зоны осыпания на этих участках достигают площади в несколько гектаров каждая, максимальная мощность шлейфа многие метры. Процесс осыпания связан с различными прочностными и деформационными характеристиками глинистых и карбонатных грунтов, обусловленными наряду с собственно литологическим составом, различной влажностью, разным коэффициентом температурного расширения более частыми, чем на других участках, переходами температур через 0° в связи с экспозицией склонов и соответственно с более частыми фазовыми переходами воды, значительными ежесуточными перепадами температур и др.

Гравитационные процессы в интрузивных телах в связи с их очень высокой устойчивостью к физическому и химическому выветриванию сводятся к десквамации и очень медленному осыпанию материала, в составе которого преобладают щелнистая и гравелистая фракции. В эффузивной и вулканогенно-осадочной толщах тот же процесс осыпания происходит несколько быстрее, чем в интрузивных, но значительно медленнее, чем в осадочных грунтах.

Кроме деформаций естественных грунтов в последние десятилетия отмечаются и деформации искусственных (насыпных) грунтов. Их литологический состав повторяет состав пород терригенного флиша и массандровских отложений, которые применяются при отсыпках насыпей на автодорогах, подсыпках под сооружения; в некоторых случаях искусственные грунты отсыпаются на оползневые тела. На некоторых

Возраст грунтов	Патологический состав грунтов	Предрасположенность грунтов к процессам								
		оползневному	Ползучести			осыпному	Обвалному			
			поверхностной	глубинной	объемной (консолидации)		обвалам	вывалам	камне-падам	
Q ₄ иск		XXX	XXX	-	XX	-	-	-	-	
Q ₄ - др	Г	XXXX	б	-	-	в килфе	-	XX	-	-
	В	XXXX					-	XX	X	-
	Б	XXXX					X	XX	X	-
	Аа	XX					-	X	-	X
N ₂ - Q ₄		XX	XX	-	-	X	X	X	X	
		XX	X	X	-	X	X	X	X	
J ₃ Г		-	-	X	-	XXXX	X	X	XXXX	
J ₃ км		-	-	X	-	XX	X	XX	X	
J ₃ 0		-	-	X	-	XXXXX	X	XX	XX	
J ₂		-	-	-	-	X	-	-	X	
J ₁		-	-	-	-	X	-	-	-	
J ₁		e ^{XX}	e ^{XXX}	XX	-	XX	-	X	-	
T ₁ - J ₁		e ^{XX}	e ^{XXX}	XX	-	XX	-	X	-	



Предрасположенность грунтов западной части Южного берега Крыма к гравитационным процессам: 1 — терригенный флиш — ритмичное чередование песчаников, алевролитов, аргиллитов с редкими прослоями сидеритов; 2 — диабазовые порфиристы; 3 — спилитовые и спилитокератофировые лавы; 4 — переслаивание туфов, туфоалевролитов, туфопесчаников с песчаниками, аргиллитами; 5 — конгломераты; 6 — глины; 7 — известняки массивные, слоистые, обломочные; 8 — известняки мергелистые; 9 — суглинки пестрые с различным содержанием обломков песчаников, алевролитов, известняков от дресвяной до глыбовой фракции; 10 — суглинки с различным содержанием обломков аргиллитов, алевролитов, известняков, бетона, железо-

участках они находятся в стадии раннего (по И. Г. Коробановой [8]) диагенеза в отличие от естественных, в которых протекает обратный процесс — выветривание. В насыпных грунтах развиваются процессы объемной ползучести (консолидации), ползучести при сдвиге, оползневый. Проявление консолидации иногда выражается в виде деформаций сооружений, расположенных на этих грунтах, ввиду их недостаточного уплотнения при отсыпках и последующего увлажнения атмосферными и техническими водами. Ползучесть искусственных (насыпных) откосов часто предшествует началу их оползневых деформаций, хотя такая последовательность необязательна. Редким в настоящее время, но, возможно, более распространенным в последующие годы будет процесс, отмеченный пока лишь на одном из оползней в центральной части рассматриваемого участка, который заключается в следующем: наряду с собственно оползневым смещением по существующей плоскости скольжения в периоды ливневых осадков насыпные грунты смещаются с механизмом, промежуточным между оползнем-потоком и связным селем. Площадь этого оползня составляет около 1500 м², мощность — до 8 м, около 40% его объема составляют насыпные грунты. Схема predisposedности грунтов Южного берега Крыма к гравитационным процессам приведена на рисунке.

Общие выводы по литологическому контролю гравитационных процессов на рассматриваемом участке следующие. Существует определенная последовательность (ряд) грунтов различного литологического состава по их устойчивости к гравитационным процессам. Крайние члены этой последовательности: а) наиболее активно вовлекаемые в гравитационные процессы элювий терригенного флиша таврической серии и среднего отдела юрской системы и продукты их денудационной переработки; б) наиболее устойчивы к гравитационным процессам несогласные интрузивные тела достаточно однородного андезитового состава.

В зависимости от литологического состава и тектонической раздробленности в грунтах различного литологического состава развиваются следующие парагенетические комплексы гравитационных процессов: 1) в карбонатных грунтах, находящихся в коренном залегании, происходят обвальный и осыпной процессы, пассивные деформации при глубинной ползучести; в массивах-отторженцах идут обвальный и осыпной процессы низкой интенсивности; 2) в элювии терригенного флиша, в массандровских отложениях и продуктах их денудационной переработки широко развиты осыпной, оползневый процессы и поверхностная ползучесть, значительно уже — обвальный процесс; 3) в невыветрелых грунтах терригенного флиша происходят деформации при глубинной ползучести; 4) в отложениях массандровской свиты идет оползневый процесс с низкой активностью; 5) искусственные (насыпные) грунты, находясь на стадии раннего диагенеза или континентального литогенеза, вовлечены в объемную ползучесть (консолидацию), ползучесть при сдвиге и в оползневый процесс.

бетона и т. п. — искусственные грунты; 11 — разрывные нарушения: а — мелкие, б — крупные; 12—16 — predisposedность грунтов к гравитационным процессам: 12 — нет, 13 — низкая, 14 — средняя, 15 — высокая, 16 — очень высокая. На схеме: а — описание литологического состава приведено в тексте; б — ползучесть оползневых грунтов — явление, встречающееся довольно часто; здесь рассмотрена predisposedность грунтов к ведущему гравитационному процессу

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аносова Л. А., Коробанова И. Г., Копылова А. К. Закономерности формирования свойств оползневых отложений. М., 1976. 184 с. 2. Борисенко Л. С. Схема геологического развития Южного берега Крыма в антропогене//Геол. журн. 1973. Т. 53, вып. 5. С. 121—128. 3. Борисенко Л. С. Разрывные нарушения Горного Крыма//Геол. журн. 1983. Т. 63, вып. 2. С. 126—129. 4. Грунтоведение/Под ред. Е. М. Сергеева. М., 1983. 392 с. 5. Инженерная геология СССР. Крым. М., 1978. Т. 8. С. 222—300. 6. Корженевский И. Б. К вопросу о классификации оползневых явлений Южного берега Крыма//Тр. Одесского ун-та. 1960. Т. 150, вып. 7. С. 143—151. 7. Коробанова И. Г., Фадеев П. И. Формирование инженерно-геологических особенностей осадочных пород на стадии диагенеза//Геол. основы инж. геол. Геол. основы. М., 1985. С. 89—97. 8. Лебедев Т. С., Оравецкий Ю. П. Особенности тектоники Горного Крыма//Геофиз. сб. Ин-та геофизики АН УССР. Киев, 1966. № 18. С. 35—60. 9. Мушкетов Д. И. О возможной связи оползней Южного берега Крыма с его сейсмичностью//Тр. первого Всесоюз. оползневого совещ. Л.—М., 1935. С. 64—77. 10. Пчелинцев В. Ф. Итоги работ Крымской оползневой станции//Тр. первого Всесоюз. оползневого совещания. Л.—М., 1935. С. 57—64. 11. Тер-Степанян Г. И. Новые методы изучения оползней. Ереван, 1978. 152 с. 12. Толстых Е. А., Ключкин А. А. Выветривание//Совр. геол. процессы на Черноморском побережье СССР. М., 1976. С. 33—48. 13. Успенская Е. А. Юрская система. Верхний отдел//Геология СССР. М., 1969. Т. 8. С. 114—155.

ВСЕГИНГЕО, Москва
Ин-т геофизики АН УССР,
Симферополь
ПГО «Крымгеология»,
Ялта

Поступила в редакцию
09.03.88

LITHOLOGIC CONTROL OF GRAVITATIONAL PROCESSES IN MOUNTAIN CRIMEA

B. I. Korzhenevsky, L. S. Borisenko, I. B. Korzhenevsky, N. N. Novik

The lithology of flysh, carbonate, magmatic, and terrestrial formations in western part of the meganthiclinorium of the Mountain Crimea is considered. It is shown that the correlation exist between the lithology of soils and types of gravitational processes which important for the engineering geology.