

АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА ТКИБУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Ткибульская котловина площадью 42,5 км² расположена в северо-восточной части холмисто-низкогорной полосы Колхиды [1]. Она примыкает к Накеральскому хребту, вершины которого достигают 1700—1800 м абс. высоты. Рельеф котловины расчлененный, от холмистого до среднегорного, с преобладанием эрозионных и оползневых мезо- и микроформ. Расчленяет котловину р. Ткибула с многочисленными притоками, которые берут начало из карстовых родников у подножия известняковых карнизов Накеральского хребта. В геологическом строении района участвуют порфиритовая свита байоса, свита листоватых сланцев и угленосная свита бата, пестроцветная свита кимеридж-титона и отложения нижнего мела [2].

В Ткибульской котловине тесно взаимодействуют природные и антропогенные (добыча каменного угля) факторы рельефообразования. В результате добычи угля открытым способом образовались выемки глубиной до 25 м, общей протяженностью 1500 м и площадью 90 000 м². Карьеры приурочены к восточной и западной частям угленосной свиты и получили соответственные названия «Восточный» и «Западный». С увеличением объема горнодобывающих работ в Ткибульской котловине постепенно появились новые карьеры дробильного хозяйства шахт и гидрозакладочных материалов. Основная часть карьеров инертных и гидрозакладочных материалов приурочена к юго-восточному склону Накеральского хребта. В карьерах добываются и обрабатываются песчаники и глины пестроцветной свиты кимеридж-титона, которые применяются в основном для гидрозакладки выработанных пространств шахт Ткибульского месторождения каменного угля. Карьеры имеют форму амфитеатров и расположены на склонах в виде ярусов. Размеры карьеров следующие: длина 100—150 м, глубина 10—15 м, площадь каждого из них от 10 000 до 60 000 м². Для добычи гидрозакладочных материалов разрабатываются 12 крупных карьеров, каменноугольные карьеры «Восточный» и «Западный» заброшены. На откосах заброшенных карьеров интенсивно развиваются процессы выветривания и гравитации, а рабочие карьеры вызывают активизацию оползней.

Пустые породы из подземных выработок образуют терриконы, платообразные и склоновые отвалы. Вывозимая из шахт пустая порода накапливается непосредственно у устья шахты, постепенно опускаясь вниз по склону. Из-за сложности рельефа терриконы образуются редко и имеют сравнительно небольшие размеры: высота 10—12 м, а диаметр 15—17 м. В основном формируются отвалы в виде длинных шлейфов на склонах. Поверхность отвалов гребневидная или платообразная, а их размеры от 60—80 до 200—300 м в длину, 40—50 м в ширину и 15—20 м в высоту. Старые отвалы (10—15-летнего возраста) уже покрыты растительностью и порой трудно отличимы от естественных форм рельефа. Породы в отвалах подвергаются механическим, физическим, химическим и биологическим процессам. На отвалах с крутизной склонов 25—40°, а чаще 30—35° интенсивно развиваются эрозионные процессы, чему способствуют осадки ливневого характера, рыхлые породы и большая крутизна склонов. В результате на отвалах появились вымоины, размеры которых постепенно увеличиваются (глубина от 30 см до 1,5 м). Это особенно заметно в первые 3—4 года после образования отвала, когда породы еще рыхлые и поверхность не задернована. В этот период на склонах отвалов смыв нередко достигает нескольких десятков м³/га в год. Средний объем каждого отвала колеблется в пределах 100 000—120 000 м³. Вымоины образуются также в карьерах как результат размыва глин.

Кроме карьеров каменного угля, гидрозакладочных материалов, отвалов и терриконов в Ткибульской котловине образовались и другие антропогенные формы рельефа в виде разных насыпей, выемок, воронок обрушения и просадок земной поверхности над отработанными подземными выработками. Инженерно-геологические процессы, возникающие непосредственно в зоне подземных разработок на Ткибульском месторождении каменного угля в результате частичной разгрузки напряженного состояния массива и перераспределения напряжения, вызывают пучение пород, пластические их деформации, выпирания, обвалы в глинисто-песчаных породах. Сложности при разработке месторождений помимо геологических условий часто связаны с глубиной ведения работ способом отработки шахтных полей, конфигурацией выработок, характером крепи и т. д. Весьма характерны сдвиги пород и оседание земной поверхности. При очистных работах на глубине 50—100 м смещение толщи в первый период выработки достигает земной поверхности через 1—1,5 месяца [3]. Подземная разработка угля на Ткибульском месторождении производится в основном камерно-столбовой системой. В результате таких работ в массивной угольной толще от уровня капитальной штольни шахты «Западная» до дневной поверхности образуются значительные пустоты. Аналогичные явления происходят и на других шахтах. Со временем под давлением вышележащих пород и действием шахтных вод, ослабляющих связь в массиве коренных пород, происходят обрушение и оседание межпластовых пород угольной толщи. Местами обрушения и провалы достигали поверхности земли, образовав характерный провальный рельеф, захватывающий часть поверхности «Западного» и «Восточного» карьеров. У края карьерной выемки, обращенной в сторону Накеральского хребта, просадки пород над выработанным пространством сопровождалась общей просадкой пластов песчаника кровли, образуя выполаживание угла падения пластов с изломом и обваливанием их в сторону выемки. По данным геолога И. А. Гзелишвили, к 1942 г. в пределах участка шахты «Западная» уже существовали провальные формы в виде воронок. Одним из примеров таких воронок была так называемая воронка Фридмана, находившаяся в западной части «Западного» карьера. Эта эллиптическая в плане воронка образовалась в 1942 г., но в результате обрушения ее бортов спустя 1,5 года воронка была засыпана, и на ее месте остались только небольшие углубления. Обрушение песчаников происходит по отдельным блокам, на которые разбит массив. При сопоставлении планов старой маркшейдерской съемки с данными буровых скважин заилового цеха вблизи воронки выяснилось, что образование воронки связано с обрушением песчаников кровли мощностью 20—22 м, вызванного выемкой пласта угля с глубины 40 м. Провальные формы рельефа возникают и на территории других шахт. Например, на участке шахты им. Орджоникидзе, по данным маркшейдеров, при разработке угля на глубине 300—600 м в 1970 г. на поверхности склона образовались отдельные трещины шириной до 1 м, провальные воронки диаметром до 5 м и глубиной 3—4 м, а также оползни, охватывающие участок склона до 300 м по фронту. Суммарная площадь, занимаемая провальными формами рельефа на территории шахт Ткибульского месторождения, достигает 300 тыс. м². Старые воронки уже засыпаны, и на поверхности остались только небольшие углубления. Воронки, образовавшиеся недавно, эродируются под воздействием поверхностных вод. Некоторые воронки соединены звеньями эрозионной сети.

Разработка карьеров и деформации пород над отработанными подземными выработками вызывают оползневые смещения на южном склоне Накеральского хребта. Над горными выработками шахты им. Орджоникидзе в 1959 г. были разрушены временные сооружения карьерно-дробильного хозяйства, на участке которого возникли оползень с объемом перемещенной массы до 50 тыс. м³ и провал поверхности глубиной 15 м. Над подземными выработками 11-го поля шахты им. Ленина в 1966—1967 гг. при разработке угля на глубине 600 м на поверхности

возникли и продолжают развиваться крупные деформации вертикального карниза известняков, залегающих над гидрозакладочным карьером этой шахты. В 1967 г. произошли частичное обрушение и обвал деформированной части карниза с объемом массы 75 тыс. м³ [4].

Карьеры гидрозакладочных материалов открыты на склонах, крутизна которых достигает 25—30°. После подрезки склона нарушается его естественное равновесие, что приводит к активизации оползней, возникновению процессов выветривания и осыпания на откосах карьерных выемок. Оползни, вызванные карьерными работами, встречаются на всем протяжении южного склона Накеральского хребта. В результате проведенных полевых исследований установлены потенциальные очаги оползневых смещений, которые приурочены к бровкам откосов карьерных выемок.

В Ткибульской котловине широко развиты природные оползни, чему способствуют влажный климат района с большим количеством осадков, крутизна склонов, песчано-глинистый состав пород, слагающих склоны. Поскольку природные оползни тесно взаимосвязаны с антропогенными, мы рассмотрим самые важные из них. В котловине наблюдаются четыре крупных оползневых тела, которые приурочены к древним логам притоков р. Ткибула. Они относятся к типу оползней истечения и настолько древние, что эрозия рек успела выработать в них самостоятельные формы рельефа, примером чего может служить язык древнего оползня по р. Мухнари. Поверхность оползней представляет собой нагромождение валунов и обломков известняка, перемешанных с песком, глиной и кварцевой дресвой. Наиболее значительный из этих оползней — Сабиласурский, занимающий площадь от истока р. Сабиласури до нижнего ее течения, протяженностью до 1,5 км. Он характерен тем, что, развиваясь в области проявления крупного Сабиласурского нарушения, перемещает массив коренных пород, перенося с собой массы обломочно-глыбового материала. Карьеры юго-восточной части котловины выработаны в теле древнего Сабиласурского оползня, и поскольку в карьерах производятся буровзрывные работы, на оползне образуются трещины и отдельные смещения пород. Таким образом, после выработки карьеров и в результате интенсивных буровзрывных работ активизируются или оживляются древние оползни или отдельные их участки; возникают вторичные антропогенные оползни, развитые на древних. Аналогичные явления происходят и на остальных природных оползнях, где также разрабатываются карьеры гидрозакладочных материалов. На Сабиласурском природном оползне выделяются 14 оползневых смещений, два из них непосредственно в карьерах.

Здесь после появления трещины на склоне выше откоса карьера сместились два огромных блока длиной 200 м, шириной 100 м; глубина захвата 15—20 м. При смещении структура не разрушена, и поэтому они принадлежат к оползням скольжения. Блоки переместились от своего первоначального положения на 2,4 м. Вскрытие карьеров нарушает режим подземных вод и поверхностного стока, что является одним из значительных факторов развития оползневых явлений в окрестностях открытых горных разработок. После подрезки склона карьерными выемками происходит осушение горизонтов подземных вод, в результате чего просадка слоев, а потом их смещения являются причиной образования трещин на поверхности склона. Такие трещины достигают внушительных размеров (100—150 м в длину) и представляют собой потенциальные оползни, поскольку ширина трещин постепенно увеличивается до 4 м. Просачивание поверхностных вод в трещины ускоряет подготовку смещения оползневого тела. На древнем Сабиласурском оползне насчитывается 7 потенциальных оползней, на Пятижеульском — 10, а на Мухнарском — 3.

Таким образом, южный склон Накеральского хребта в настоящее время подвержен многочисленным гравитационным подвижкам; на нем возникают оползни, деформации и воронки. Основными причинами их возникновения являются подработка склонов подземными горными вы-

работками и ведение открытых горных работ при наличии мощных отложений пестроцветной свиты песчано-глинистых пород. Современные оползни и оползне-обвальные явления приурочены к законсервированным и действующим карьерам, трещиноватым зонам, образованным при обрушении кровли в шахтах, к участкам усиленной эрозии и переувлажнения, а также подошве известнякового обрыва, где происходит перегрузка склона обвально-осыпным материалом. При этом возникают новые оползневые и эрозионные процессы в связи с раздроблением массивов, вызванным подземными разработками угольных пластов; происходит резкая активизация ранее зародившихся оползней в результате буровзрывных работ, а также зарождение новых оползневых тел непосредственно в карьерах.

В условиях продолжающихся подземных и открытых горнодобывающих работ оползневые явления на южном склоне Накеральского хребта будут развиваться и далее. При этом не исключена возможность возникновения явлений типа селей с захватом рыхлых водонасыщенных оползневых толщ. Кроме того, оползневые подвижки происходят на отвалах пустых пород, которые изрезаны многочисленными промоинами, что свидетельствует об интенсивности эрозионных процессов.

На южном склоне Накеральского хребта открытые разработки (карьеры, выемки, канавы) занимают общую площадь до 875 тыс. м², объем аккумулятивных форм (отвалов, терриконов) достигает 1900 тыс. м³, а суммарная площадь, занимаемая провальными формами рельефа в Ткибульской котловине, достигает 300 тыс. м².

Для предотвращения деформации пород кровли и, следовательно, появления провальных воронок на поверхности необходимо заполнение отработанных подземных выработок пустыми породами. Это позволит уменьшить площадь открытых разработок, которые являются причиной развития оползневых явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девдариани Г. С. Колхидская часть межгорья. Геоморфология Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1971. 250 с.
2. Гамкrelidze П. Д. и др. Грузинская ССР. Геология СССР, т. 10. М.: Недра, 1964. 420 с.
3. Чхеидзе Д. В., Царев П. В. Строительство горнорудных предприятий. Инженерная геология СССР, т. 8. М.: Изд. МГУ, 1978. 201 с.
4. Арешидзе Г. М. Инженерно-геологическая обстановка оползней в связи с разработками месторождений гидрозакладочных материалов на южном склоне Накеральского хребта.— Тр. НИЛ ГИГ ГПИ им. В. И. Ленина. Тбилиси, 1967, с. 24.

Институт географии
АН Грузинской ССР

Поступила в редакцию
10.VII.1981

MAN-INDUCED CHANGES OF THE TKIBULI BASIN TOPOGRAPHY

GONGADZE M. A.

Summary

About 80% of the Tkibuli Basin area are subjected to direct or indirect influence of mining works. Many man-made landforms came into being, such as quarries, trenches, hollows, embankments, dumps and waste heaps. Band of deformed land surface coincides with southern slope of the Nakeral Ridge. Fissures formation at the slopes and the surface subsidence result in landsliding which is favoured by cutting of clayey and sandy slopes by pits. The studies reveal close interrelation of natural and man-induced factors of the relief-formation within the Tkibuli Basin.