

УДК 554.4 : 553.061

А. Д. НАУМОВ

**СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ПЕНЕПЛЕНОВ И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЯ**

В статье рассматриваются структурно-тектонические условия образования пенеппенов, доказывається, что появление пенеппенов на земной поверхности предопределено общим ходом развития складчатых структур земной коры. Пенеппены являются результатом стадии пенеппенизации постгеосинклинальных складчатых областей и в историкогеологическом аспекте занимают промежуточное положение между геосинклинальным и платформенным этапами развития. Они характеризуются своеобразным комплексом структурных форм, своей формацией — формацией коры выветривания, особым набором генетических типов рельефа, что отличает их от орогенных областей и денудационных равнин платформ.

Подчеркивается исключительная роль пенеппенов в образовании многочисленных гипергенных месторождений полезных ископаемых и приводятся примеры их связи.

С конца прошлого века в геологическую и географическую литературу прочно вошло понятие «пенеппен». Оно было весьма популярно и почти не оспаривалось до второй четверти нашего столетия. Но после появления в свет «Морфологического анализа» В. Пенка (1924) многие исследователи стали скептически относиться к идеям В. М. Дэвиса о пенеппене, и все последующие годы не ослабевает дискуссия вокруг возможности и условий формирования этой категории рельефа.

Положение еще более осложнилось, когда некоторые известные западноевропейские и часть наших ученых поставили знак равенства между понятиями «равнина» и «почти-равнина», а резкий поворот в 1940- и 50-х годах в сторону климатической геоморфологии привел к почти полному отрицанию тектонического и историко-геологического содержания понятия «пенеппен».

Наиболее ярко это проявилось в широко известных работах Л. Кинга и его последователей во второй половине 50-х годов. Многие ученые до сих пор отрицают возможность образования и существования пенеппенов и главную роль в выравнивании рельефа отводят педиппенизации.

Задолго до появления концепции Л. Кинга об универсальном значении педиппенизации в выравнивании рельефа советские ученые, основываясь на многолетних полевых исследованиях в Сибири, Казахстане, Урале, Средней Азии и других районах, обосновали совершенно конкретное научное содержание понятия «пенеппен».

Под пенеппеном принято понимать древнюю фиксированную поверхность выравнивания, возникшую на месте горного сооружения, выработанную в течении длительного времени процессами выветривания и денудации.

Значит ли это, что концепция Л. Кинга о педиппенизации неприемлема и неверна? Конечно, нет. Она сосредоточила внимание лишь на одной стороне проблемы поверхностей выравнивания, о которой было известно еще в конце прошлого века, но которой до 50-х годов не придавалось должного значения.

Поэтому полемика, ведущаяся вокруг правомерности образования поверхностей выравнивания тем или иным способом — педипленизацией или пенепленизацией, с отрицанием одного из этих процессов — является совершенно беспредметной. Даже Л. Кинг, отвергавший в более ранних работах процесс пенепленизации (King, 1953) в своей последней широко известной монографии «Морфология Земли» (1967) писал: «Непосредственные наблюдения в природе указывают на существование как пенепленизированного типа рельефа, так и рельефа с развитием педиментов».

Таким образом, проблема сводится к выделению этапов развития территории, во время которых существовали благоприятные условия для педипленизации и пенепленизации.

Решение этой проблемы даже в самом общем виде весьма важно как в теоретическом, так и практическом смысле; в первом случае она помогает уточнить представления об эволюции крупных структурных форм материков, обосновать особенности литогенеза в связи с интенсивностью и характером процессов сноса, а во втором — наметить наиболее благоприятные отрезки геологического времени и участки возможного сосредоточения экзогенных полезных ископаемых.

Распространение и условия образования пенепленов

Если проанализировать соотношение древних пенепленов с главнейшими структурно-тектоническими элементами земной коры во времени и пространстве, то можно отметить следующее.

Поверхности выравнивания, срезающие складчатые сооружения и фиксированные корой выветривания, встречаются на дневной поверхности: в современных геосиклиналих поясах на островных дугах (острова Карибского моря, Индонезия и др.); в горно-складчатых областях альпийского, мезозойского орогенических циклов (Карпаты, Кавказ, Северо-Восток СССР и др.), где они пространственно тяготеют к срединным массивам; в герцинских, каледонских и байкальских складчатых сооружениях, где также связаны с срединными массивами или крупными центральными антиклинориями (Урал, Казахстан, Алтай, Тянь-Шань, Саяны, Забайкалье и др.). В настоящее время эти территории представляют собой или области новейшего горообразования или выступы складчатого фундамента древних и молодых платформ, и здесь древние пенеплены приподняты на различную высоту и деформированы. Наконец, такие поверхности широко развиты под осадочным чехлом древних и молодых платформ на границе со складчатым основанием.

Появившиеся в последние годы работы, посвященные анализу тектонического и геоморфологического развития различных территорий Евразии, основанные на новых материалах и идеях, позволяют совершенно четко определить место и условия формирования пенепленов.

Пенеплены возникают в конце посторогенного этапа развития геосинклинальных систем, когда энергетические возможности подкоровых явлений, вызывающих мощные орогенические движения, исчерпываются. На первых стадиях выравнивания горной страны, в связи с положительными движениями интенсивно идет процесс педипленизации. Однако в дальнейшем при затухании движения он уступает место плоскостному смыву и интенсивному химическому выветриванию. Уклоны местности становятся минимальными (до $0,5-2^\circ$), линейная и боковая эрозия в долинах заметно слабеет. Начинается выравнивание сверху, протекающее, как правило, весьма длительное время. Этому способствует совершенно определенный тип тектонических движений — медленные воздымания крупных участков земной коры, предшествующие более интенсивным сводовым поднятиям и относящиеся к промежуточному этапу развития земной коры между геосиклиной и платформой.

Этому этапу свойствен свой особый тип литогенеза: во впадинах, расположенных в пределах самих сводовых поднятий, и в обрамляющих их бассейнах седиментации главное место занимает кора выветривания и продукты ее переотложения.

В качестве примера можно привести данные о фациальном составе континентальных отложений мезозойских и кайнозойских впадин Урала, Казахстана, Прибайкалья и других территорий, находившихся в прошлом на подобной стадии развития структуры земной коры.

Так, во впадинах Оренбургского Урала (Орской, Таналык-Баймакской, Колчинской и др.) отложения представляют собой озерно-аллювиальные и озерно-болотные фации, достигающие иногда суммарной мощности 500 и более метров. В краевых частях всех впадин наблюдается древний пролювий. Аналогичное строение и близкий фациальный состав, по данным Л. Ф. Белянкина с соавторами (1961), имеют впадины Казахстана (Кушмурунская, Алакульская, Карагандинская, Майкубенская и др.). Приразломные впадины Прибайкалья, по Н. А. Флоренсову (1960), являются аналогами впадин Урала и Казахстана. Близки по генезису упомянутым структурам узкие и глубокие впадины в фундаменте Скифской плиты (Мирчинк и др., 1965), а также многочисленные грабены и грабен — синклинали складчатого основания Сибирской платформы (Боголепов, 1961). К такого ряда впадинам, хотя и с несколько иным строением толщи отложений, относятся Рейнский и Ронский грабены (Illis, 1967), Тюрингская впадина и ряд других.

Отложения, выполняющие упомянутые впадины, являются свидетелями плоского (а не горного, как это пытаются утверждать в последнее время некоторые исследователи) рельефа, фиксированного корой выветривания.

От участков сноса до центральных частей впадин прослеживается четкий ряд генетических типов отложений: элювиальные образования коры выветривания — древний пролювий — озерно-аллювиальные и озерно-болотные отложения. Это хорошо видно на примере верхнетриасовых отложений Таналык — Баймакской и Орской впадин на Южном Урале, где все упомянутые типы представлены глинами со специфическими структурными и текстурными признаками. Большое количество грубокластического материала (галечники, гравий, крупнозернистые пески) в некоторых впадинах не является показателем окружавшего их горного рельефа. Аллювий современных рек в пределах невысоко поднятых древних пенепленов (Зауралье, Томь-Колывань, северо-восточный Казахстан и др.) всюду представлен галечниками, гравием и крупнозернистым песком. К тому же впадины при их унаследованном развитии на протяжении длительного времени служили основными путями переноса и аккумуляции продуктов выветривания окружающих территорий. Об этом же говорит и мономиктовый, в основном кремнисто-кварцевый, состав галечников и гравия. В районах с горным рельефом состав галечников полимиктовый.

Фациальный состав отложений впадин, сохранность древних кор выветривания на положительных структурных формах говорят о своеобразном геоморфологическом развитии, отличном от горного и равнинного. При этом основой такого развития является длительная тектоническая вялость территории, выражающаяся в короблении раздробленного и размытого свода и образовании вдоль разломов конседиментационных структур типа приразломных впадин и грабенов. Именно к этому времени приурочено широкое развитие пенепленов. Что же касается педипленизации, то она преобладает в эпохи оживления тектонических движений и локализуется вдоль основных речных артерий, водотоки которых используют готовые и имеющие тенденции к опусканию ложа впадин. Об отрицательных движениях ложа последних свидетельствуют, как отмечалось выше, значительные мощности аллювиально-озерных и болотных отложений.

Яркой иллюстрацией изложенному положению является толща мезозойских и кайнозойских пород Таналык-Баймакской депрессии на Южном Урале, где в разрезе наблюдается аллювий позднего триаса, позднего лемаса, неокома, позднего олигоцена, плиоцена и четвертичного возраста. Менее отчетливо аналогичную картину можно видеть в Орской и других впадинах восточного склона Урала. Именно это и послужило основанием выделять их в качестве эрозионно-тектонических депрессий (Сигов, 1951, и др.) или даже древних долин.

Сходство строения таких впадин во многих регионах с близкой историей развития во времени и сходным фаціальным составом отложений не оставляет сомнения в строгой приуроченности их возникновения и формирования к определенной стадии развития тектонической структуры — посторогенному этапу складчатых областей.

Одновременно с размывом в пределах водораздельных пространств накапливаются мощные элювиальные толщи коры выветривания. Существенным фактором ее образования является жаркий и влажный климат, способствующий интенсивному химическому преобразованию горных пород. Элювий как определенный генетический тип отложений образуется и сохраняется, как известно, на плоских водораздельных пространствах с углами наклона склонов в $2-4^\circ$. Изменение крутизны склонов ведет к сносу и переходу элювия в другие генетические типы отложений. Это общеизвестное положение всегда лежало в основе представлений об элювиальном процессе, в том числе и корообразования.

Знакомство в последние годы некоторых советских ученых с корами выветривания ряда экваториальных стран, широкое распространение идей климатической геоморфологии привело к тому, что появились утверждения об образовании кор выветривания в горных и даже высокогорных условиях, а не в пределах «почти-равнин». В доказательство этого приводятся факты площадного распространения кор выветривания в современных орогенических областях, большие мощности кор выветривания на древних пенепленах и т. п.

Не отрицая возможности процесса корообразования на плоских поверхностях в горах, следует сразу же оговориться, что латеритные и каолинитовые коры полного профиля площадного типа могут сформироваться и сохраниться только в условиях «почти-равнин». В молодых орогенических поясах и островных дугах современных геосинклинальных систем коры выветривания, как правило, приурочены к плиоценовым и более древним пенепленам и являются в большей части реликтовыми образованиями. Современное же латеритное корообразование идет на гипсометрически низких уровнях.

Б. П. Кротов и М. И. Алешин (1963), проанализировавшие мировую литературу по латеритным корам выветривания, выяснили, что латериты образуются на небольшой высоте над уровнем моря (до 200 м) при среднегодовой температуре $+26,5^\circ\text{C}$.

Незначительное поднятие территории ведет к уменьшению среднегодовой температуры и нарушению оптимальных условий корообразования. При более значительном поднятии и расчленении территории кора выветривания размывается и откладывается уже в виде пролювиальных, озерных отложений во впадинах и делювиальных на пологих склонах.

Интересные сведения о сохранности и размыве кор выветривания приводятся в работе И. И. Спасской (1968), специально исследовавшей этот вопрос на территории Зауральского пенеплена. По результатам ее работ, даже на нерасчлененных междуречных пространствах при углах наклона более 2° денудация приводит к уничтожению чехла коры выветривания и рыхлых отложений и выводу на дневную поверхность пород складчатого основания.

Что же касается приводимых в литературе цифр об очень значительной мощности коры выветривания (в 100 м и более) на Урале и других

территориях, то такая мощность характерна для линейно-трещинных, а не площадных кор выветривания. Средняя же мощность площадных кор выветривания очень редко превышает 40—50 м.

Таким образом, наиболее благоприятными условиями для формирования латеритной и каолиновой коры выветривания, а тем более для ее сохранности в течение длительного времени, является низкое гипсометрическое положение территории и ее неглубокая расчлененность.

Как отмечалось выше, ныне реликты латеритных и каолиновых кор находятся под чехлом осадочных пород на платформах и приподняты на различную высоту в областях горообразования. Они являются свидетелями более широкого распространения в прошлом пенеппленов. Эта закономерная связь между корами выветривания и рельефом с начала нашего века являлась и является фундаментальным положением для целого ряда тектонических, геоморфологических и металлогенических построений. Отрицание такой связи ставит под сомнение выводы целых разделов геологической науки, правомочность которых подтверждена практикой — открытием многочисленных гипергенных и связанных с корами выветривания осадочных месторождений.

Исследованиями последних лет доказано, что процесс пенеппенизации сложен и противоречив, всецело подчиняясь интенсивности проявления движений земной коры и существенным изменениям климатических условий.

Так, невысоко поднятые древние пенепплены восточного склона Южного Урала или Северного Казахстана, существуют с раннего мезозоя; в эпохи активизации тектонических движений (ранняя юра, ранний мел, поздний олигоцен — ранний миоцен) они подвергались размыву на сравнительно узких участках вдоль приразломных впадин и прогибов с образованием педиппленов на более низких уровнях (Сваричевская, 1961; Сигов, 1964, и др.).

Пенепплен по своей природе — поверхность полигенетическая; наряду с денудационными здесь всегда существуют и локальные участки аккумуляции, местоположение которых определено тектонической структурой и размещением приразломных впадин, грабенных и прогибов. Однако пенепплен отличается от денудационной равнины тем, что денудации подвергались породы, претерпевшие складчатость и орогенез, а не почти горизонтально залегающие осадки бывших морей. Это отличие часто забывается геоморфологами, хотя оно является главным в определении пенепплена, как особой генетической категории рельефа, приуроченной к определенной стадии развития складчатых областей. Морфологически пенепплен не представляет собой однородной плоской поверхности. Это местность с мелкосопочными склонами, плоскими или плосковыпуклыми водоразделами, «монадноками». Поэтому к изучению пенепплена следует подходить как к закономерной системе форм рельефа, возникшей в определенных структурно-тектонических и климатических условиях. При изучении условий их формирования прежде всего должен выявляться тектонический фактор.

Первые поверхности выравнивания, срезающие складчатое основание и фиксированные площадными химическими корами выветривания, появляются в раннеорогенную стадию развития геосинклинальных областей, когда интрагеоантиклинали поднимаются над уровнем моря и начинают подвергаться гипергенной переработке. Они недолговечны и при последующем орогенезе чаще всего уничтожаются денудацией. Реликтами таких поверхностей-эфемеров являются миоценовые и плиоценовые пенепплены островных дуг юго-восточной Азии, альпийской зоны Европы, востока СССР и ряда других районов.

Наиболее широко распространены посторогенные мезозойские пенепплены герцинских складчатых областей. Они пережили несколько эпох

корообразования и денудации; в новейший этап лишь незначительно изменилось их гипсометрическое положение и усложнилась тектоническая структура. Это пенеплены Зауралья, Северо-Восточного Казахстана, Салаира, Томь-Колывани и др.

Наконец, фиксированные поверхности выравнивания широко развиты на щитах и кристаллических массивах платформ и под чехлом плит. В пределах щитов и массивов они неоднократно погружались под уровень моря, откапывались и экспонировались на дневную поверхность переживали несколько этапов выравнивания и корообразования.

Из перечисленных поверхностей выравнивания понятию «пенеплен», которое обобщал В. Дэвис (1924) и которое популяризовали геологи старшего поколения, отвечают только постгерцинские пенеплены. Для них характерно длительное равновесие эндогенных и экзогенных процессов, малые амплитуды и градиенты новейших движений, лучшая сохранность древних площадных кор выветривания и древнего аллювия, более широкий набор остаточных и осадочных месторождений полезных ископаемых.

Таким образом, пенеплены являются порождением прежде всего определенной стадии развития крупнейших тектонических структур земной коры — складчатых поясов, когда их отдельные части — складчатые области — завершают свой цикл развития, чтобы стать качественно новой формой: плитой, щитом или областью горообразования.

Месторождения полезных ископаемых, связанные с пенепленами

Своеобразие литогенеза в пределах пенепленов, обусловленное специфической тектонической обстановкой и климатическими условиями, создает и своеобразие экзогенной металлогении.

Оно заключается в возникновении остаточных и осадочных месторождений черных и цветных металлов, редких элементов, углей, маршалитов, огнеупорных глин и других полезных ископаемых, связанных пространственно и парагенетически с корами выветривания древних пенепленов.

Главными процессами, определяющими формирование экзогенных месторождений полезных ископаемых, являются: дифференциация исходного материала с выделением полезных компонентов, естественное обогащение горных пород полезными компонентами и перераспределение последних в приповерхностной зоне, локализация их в виде месторождений в пределах самого пенеплена и ближайших участках седиментации.

Разнообразные аспекты формирования месторождений, связанных так или иначе с корами выветривания, рассмотрены в многочисленных работах Н. М. Страхова, А. Г. Бетехтина, А. Л. Яншина, И. С. Рожкова, И. И. Гинзбурга, И. И. Горского, Г. Ф. Крашенинникова, В. П. Петрова, И. И. Малышева, Г. И. Бушинского и многих других. Роли геоморфологического фактора в их образовании посвящены работы свердловских геоморфологов, особенно А. П. Сигова (1969).

Без анализа геохимических особенностей локализации месторождений ниже рассматриваются примеры некоторых экзогенных месторождений, связанных с древними и молодыми пенепленами и фиксирующими их корами выветривания.

Месторождения железа. С корой выветривания посткаледонского пенеплена связаны, по Б. П. Кротому и В. М. Алешину (1963), мелкие элювиальные месторождения красного и бурого железняка в Уфалейском, Полевском, Северском, Сысертском, Билимбаевском и ряде других районов Среднего Урала. В парагенетической связи с древними корами выветривания находятся и осадочные месторождения железа в непосредственно прилегающих к ним районах (диаспор-шамозитовые и оолитовые руды в нижнефранкских отложениях Паши на западном склоне Урала).

Эта связь четко прослеживается на территориях постгерцинских пенеппленов в Казахстане, Центральной Европе, на Урале и ряде других мест. В условиях мезозойского пенепплена были образованы на Урале, в Казахстане и других районах вторичные латеритного происхождения месторождения железа в виде железных шляп (Гай, Сибай, Блява, Коунрад и др. по медно-колчеданным рядам; Тагил, Кушва, Тура и др. по скарновым магнетитовым рядам и т. д.). Происхождение таких месторождений не только железа, но и других минералов с образованием зон вторичного обогащения и многочисленными их примерами описаны В. И. Смирновым (1969).

С мезозойскими пенеппленами в различных частях земного шара пространственно связаны месторождения осадочных оолитовых железных руд прибрежно-морского, аллювиального, озерного генезиса. Источником железа для этих месторождений служили коры выветривания различного возраста. По Л. Н. Формозовой (1960), к ним относятся минеттовые руды Лотарингии, Люксембурга, оолиты Бельгии, Швейцарии, Швеции, Атласа, Северного Кавказа, Тургай, Приаралья и других территорий.

Месторождения марганца. Общегеологическая и геоморфологическая позиции экзогенных месторождений марганца близки железорудным месторождениям.

С посткаледонскими пенеппленами связаны остаточные элювиальные рыхлые марганцевые руды на поверхности выходов марганцевистых пород в Кузнецком Алатау — Усинское месторождение (Рахманов, 1967), многочисленные рудопроявления Красноярского края: Арчинское, Сейбинское и др. (Цикин, 1967).

В условиях мезозойских пенеппленов возникли при образовании кор выветривания вторичные окисленные марганцевые руды на западном склоне Урала (Улутелякское и др.), в Марокко (Имин, Бу-Арфа) и в ряде других мест.

Коры выветривания мезозойских и более молодых пенеппленов, срезающих разновозрастные складчатые толщи Урала, Средней Европы, Кавказа служили источником сноса марганца для многочисленных осадочных месторождений этого полезного ископаемого. Примерами таких месторождений на Урале являются нижнепалеогеновые руды Марсятского, Полуночного, Юркинского месторождений, а также Чиатурского, Лабинского и Никопольского марганцеворудных бассейнов, многочисленные мелкие месторождения Средней Европы, Рейнских сланцевых гор, Эйфеля, плоскогорья Альб и др. (Страхов, 1947); небольшие месторождения подобного рода известны также в Испании, Болгарии и других странах (Быховер, 1963).

Месторождения бокситов. Большинство исследователей (А. Д. Архангельский, А. Л. Яншин, Н. М. Страхов, Г. И. Бушинский, Ю. К. Гарецкий и др.) формирование месторождений бокситов связывают с латеритными корами выветривания и продуктами их переотложения в континентальных и прибрежно-морских условиях.

Не останавливаясь на дискуссионных вопросах геохимических обстановок транспортировки и садки глинозема, отметим, что его источником являются коры выветривания древних и молодых пенеппленов. Это отчетливо видно при анализе пространственного и палеогеоморфологического положения месторождений бокситов во многих районах мира.

Посткаледонскому пенепплену Урала обязано своим происхождением месторождение Красная Шапочка в девонских отложениях западного склона (Кротов, 1955), а также месторождения бокситов среди каменноугольных пород Китая в провинциях Ляонин, Шандунь, Юнань, связанные (Ли Чжень-Тан, 1959) с размывом латеритных кор выветривания.

Кора выветривания постгерцинских пенеппленов явилась источником глинозема для многочисленных месторождений в Средней и Южной Ев-

ропе, на Урале, в Мугоджарах, Тургайском прогибе, на Енисейском кряже, Салаире и в ряде других мест.

Месторождения никеля и кобальта. Многочисленными работами (Гинзбург, 1957, и многие другие) доказано, что остаточные месторождения силикатного никеля и кобальта связаны с латеритными корами по серпентинитам в пределах мезозойских и более молодых пенепленов. Наиболее интересными и хорошо изученными являются Кемпирсайское, Айдербакское, Айдырлинское, Бурукталское, Барамшинское, Уфалейское и ряд других на Южном Урале и в Северных Мугоджарах, располагающиеся в пределах мезозойского пенеплена. Полезными компонентами обогащены в результате выветривания зоны нонтронитовых глин, охр и нонтронитизированных серпентинитов коры.

Остаточные латеритные руды никеля и кобальта в значительных количествах разрабатываются на Кубе, в Индонезии, на Филиппинах, в Новой Каледонии и др. Коры выветривания, вмещающие месторождения, фиксируют постмеловой пенеплен на Кубе, олигоцен-миоценовый в Новой Каледонии и миоценовый на Филиппинах. Руды здесь всюду представлены лимонитом с высоким содержанием никеля и кобальта (Быховер, 1963).

Месторождения каолиновых глин. Так же, как остаточные месторождения силикатного никеля и кобальта с корами выветривания пенепленов связаны первичные месторождения каолиновых глин, а за счет их переотложения вторичные, осадочные месторождения.

Формирование многочисленных месторождений магнезитов, огнеупорных глин, *маршалитов, высококачественных песков и ряда строительных материалов* происходит чаще всего в условиях фиксированных корами выветривания пенепленов или за счет размыва и переотложения продуктов выветривания. Поэтому большинство этих месторождений хронологически тяготеет ко времени широкого распространения пенепленов, а пространство располагается или в пределах пенепленизированных складчатых сооружений или в обрамляющих их участках осадконакопления.

Россыпи. Особая роль принадлежит пенепленам в образованиях россыпных месторождений полезных ископаемых. Исследованиями Ю. А. Библина, И. С. Рожкова, И. И. Малышева, В. С. Трофимова, Н. А. Шило, С. И. Гурвича и многих других доказано, что источником аллювиальных и прибрежно-морских россыпей являются коры выветривания древних пенепленов.

Большинство древних и современных аллювиальных и прибрежно-морских россыпей золота Урала, Казахстана, Енисейского кряжа, Кузнецкого Алатау, Восточной Сибири образовались за счет размыва кор выветривания, которые неоднократно возникали здесь на выровненной поверхности изверженных и метаморфических пород, вмещающих коренные месторождения. При этом существовало несколько оптимальных периодов образования россыпей, которые увязываются со временем широкого распространения на земной поверхности пенепленов (Сигов, 1965).

Аналогичные закономерности выявляются и на островных дугах современных геосинклинальных систем, где главным поставщиком ценных компонентов в россыпи являются коры выветривания доплиоценовых пенепленов. Яркой иллюстрацией этого могут служить оловоносные россыпи Индонезии, Малайзии и Сингапура, где встречаются все генетические типы россыпей от остаточных элювиальных до прибрежно-морских. Связь палеозойских и докембрийских россыпей с пенепленами неоднократно подчеркивали И. С. Рожков, С. И. Гурвич и др.

Даже такой краткий и поверхностный анализ приуроченности месторождений полезных ископаемых экзогенного происхождения к пенепленам убеждает в определяющей роли геоморфологического анализа для понимания процессов экзогенной металлогении. В то же время присутствие в разрезах древних толщ рудопроявлений полезных компонентов,

так или иначе связанных с латеритными или каолиновыми корами выветривания, могут служить надежным признаком восстановления палеогеоморфологической обстановки времени их формирования.

Выводы

1. Поверхности выравнивания, срезающие складчатые и складчато-глыбовые структуры земной коры, фиксированные регионально развитыми корами глубокого химического выветривания — пенеплены — возникают в конце посторогенного этапа складчатых областей, отражая определенную стадию их развития («промежуточную», «полуплатформенную», «парагеосинклинальную», «предчехольную»). Их возникновение предопределено общим развитием структуры земной коры от геосинклинали к платформе и относительной стабилизацией движения после мобильного орогенного этапа.

2. Длительное существование пенепленов на земной поверхности отражает определенный тип движений и структуры земной коры — сводовые поднятия небольшой амплитуды и значительного радиуса. В пределах поднятия характерными более малыми структурными формами являются конседиментационные приразломные впадины и грабен-сиклинали, а также денудационные (Шульц, 1970) беспокровные блоковые поднятия и горст — антиклинали.

3. Одновременно пенеплены являются результатом воздействия на горные породы жаркого и влажного климата. Для них характерна своеобразная формация — формация коры выветривания, представленная мощной толщей регионально развитого элювия латеритного или каолинового профиля и продуктами его ближайшего переотложения (бокситы, вторичные каолины и т. п.).

4. Пенеплены представляют собой сочетание различных генетических типов и форм рельефа, созданных разнообразными процессами на породах, переживших складчатость и орогенез, что отличает их от денудационных равнин платформ.

5. Древние пенеплены, фиксированные разновозрастными корами выветривания, служат главными поставщиками полезных компонентов для разнообразных и многочисленных месторождений экзогенных полезных ископаемых, поэтому для создания общей теории экзогенной металлогении необходимо усиление геоморфологического аспекта исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянкин Л. Ф. и др. К формационной характеристике нижнемезозойских отложений Южного Урала и Казахстана. — В сб.: Угленосные формации некоторых регионов СССР. — Изд-во АН СССР, 1961.
- Боголепов К. В. Мезозойские и третичные отложения восточной окраины Западно-Сибирской низменности и Енисейского края. Госгеолтехиздат, 1961.
- Быховер Н. А. Распределение мировых ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. Госгеолтехиздат, 1963.
- Гинзбург И. И. Основные результаты изучения кор выветривания в СССР. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1957, № 12.
- Кинг Л. Морфология Земли. М., «Прогресс», 1967.
- Корешков И. В. Области сводового поднятия и особенности их развития. Госгеолтехиздат, 1960.
- Кротов Б. П. К вопросу о закономерностях размещения морских и озерных месторождений железных руд и бокситов по основным структурным единицам земной коры. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1955, № 4.
- Кротов Б. П., Алешин М. И. Классификация гипергенных месторождений железа и алюминия Урала. — Геология рудных месторождений, 1963, том V, № 4.
- Ли-Чжань-Тан. Геологическая разведка бокситов и огнеупорных глин в Северном Китае. — Реф. журн. Геология, АН СССР, 1959, № 21.
- Мирчинк М. Ф. и др. Основные черты тектоники Предкавказья. — В сб.: Молодые платформы, их тектоника и перспективы нефтегазоносности. М., «Наука», 1965.

- Рахманов В. П. Марганцеворудная кора выветривания Усинского месторождения.— В сб.: Марганцевые месторождения СССР, «Наука», 1967.
- Сваричевская З. А. Древний пенеплен Казахстана и основные этапы его преобразования. Изд. ЛГУ, 1961.
- Сигов А. П. Вопросы изучения поверхностей выравнивания в целях поисков гипергенных полезных ископаемых.— В сб.: Проблемы поверхностей выравнивания, «Наука», 1964.
- Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. «Недра», 1969.
- Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. «Недра», 1969.
- Спасская И. И. Условия формирования рельефа и рыхлых отложений восточного склона Южного Урала.— Канд. дис., МГУ, 1958.
- Страхов Н. М. Железородные фации и их аналоги в истории Земли.— Тр. ИГН, вып. 73, 1947.
- Флоренсов Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья.— Тр. Восточно-Сибирск. фил. АН СССР, Сер. геол., 1960, вып. 19.
- Формозова Л. Н. Формационные типы месторождений оолитовых железных руд.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. III, Изд-во АН СССР, 1960.
- Цикин Р. А. Марганцевые рудонаправления в Красноярском крае.— В сб.: Марганцевые месторождения в СССР. «Наука», 1967.
- Шульц С. С. Консидиментационная складчатость.— БМОИП, отд. геол., 1970, № 2.

Саратовский государственный
университет

Поступила в редакцию
5.III.1971

ON THE STRUCTURAL-TECTONIC CONDITIONS OF THE FORMATION OF PENEPLAINS AND THEIR METALLOGENY

A. D. NAUMOV

Summary

Following W. M. Davis and Russian geologists of the older generation, the author considers peneplain as a levelling plain formed in the place of a highland as a result of denudation and weathering. He proves that the formation of peneplains reflects a certain (postorogenic) stage in the development of folded regions predetermined by general development of the earth crust's structure from geosyncline to a platform under the conditions of hot and humid climates. The peneplains are characterized: a) by an original complex of consedimentation and condenudation structural forms; b) by the fact that their formation is the formation of weathering crust; c) by a special combination of genetic types and forms of relief; d) by hypergenetic deposits of minerals peculiar solely of them.