

УДКУ: 551.311.231

А.Д. Додатко, д-р геол.-мин. наук, проф.,
К.О. ЗмиевскаяГосударственное высшее учебное заведение
„Национальный горный университет“, г. Днепропетровск,
Украина, e-mail: lasht-kri-oleg@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ЩИТОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМ

A.D. Dodatko, Dr. Sci. (Geol.-Min.), Professor,
K.O. ZmiyevskayaState Higher Educational Institution "National Mining University",
Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: lasht-kri-oleg@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF RESIDUAL SOILS OF THE SHIELDS OF THE EAST-EUROPEAN AND THE SIBERIAN PLATFORM

Широкое распространение кор выветривания на территории рассматриваемых щитов и платформ дает фактический материал для всестороннего изучения закономерностей их минерализации, распространения и условий образования.

Цель. Обобщение закономерностей формирования кор выветривания, особенностей их строения и распространения на щитах Восточно-Европейской и Сибирской платформ, а также выявление характерных для них месторождений полезных ископаемых.

Методика. Анализ и обобщение научных разработок отечественных ученых в области корообразования на щитах Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Результаты. Результаты исследований позволили выявить характерные общие черты и отличительные особенности развития кор выветривания, выделить этапы корообразования на исследуемых территориях, установить приуроченность рудных месторождений к зонам разломов или узлам их пересечения.

Научная новизна. Впервые выполнен сравнительный анализ основных характеристик кор выветривания щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Практическая значимость. Выявлены общие факторы, этапы корообразования и роль разломов в формировании кор выветривания.

Ключевые слова: кора выветривания, кристаллический щит, разлом, осадочный чехол, минерализация, золоторудные месторождения, Восточно-Европейская платформа, Сибирская платформа

Актуальность проблемы. Коры выветривания представляют собой важный и интересный объект исследования, изучению которого посвящены работы ведущих ученых. Это обусловлено тем, что с ними связаны многие крупнейшие в мире месторождения и рудопроявления различных полезных ископаемых.

Анализ последних исследований. Однако вопросы, связанные с распространением, этапами образования и приуроченностью к ним месторождений полезных ископаемых, не могут считаться окончательно решенными.

Целью является обобщение закономерностей формирования кор выветривания, особенностей их строения и распространения на щитах Восточно-Европейской и Сибирской платформ, выявление характерных для них месторождений полезных ископаемых.

Применяемые методики в изучении кор выветривания. Основными методами изучения кор выветривания являются: геолого-геофизические, включающие сейсмические, гравиметрические, магнитометрические и другие виды геофизической съемки.

На примере изучения докембрийских метаморфизованных пород коры выветривания Украинского и Балтийского щитов была предложена схема реконструкции их вещественного состава, включающего комплексное применение историко-геологического,

сравнительного структурно-текстурного, минералого-петрографического, стадияльно-парагенетического, геохимического, литологического и экспериментального анализов (Додатко А.Д., Басс Ю.Б.) [1, 2].

Суть историко-геологического анализа состоит в изучении последовательности геологических процессов во времени на данной конкретной территории, где на первый план выступает анализ тектонической обстановки, имеющий решающее значение для установления континентального перерыва и образования пород коры выветривания, так и для их сохранности, а также проявление последующих процессов эндогенного или экзогенного порядка.

Сравнительный структурно-текстурный анализ включает в себя выявление образующихся при выветривании и сохраняющихся при метаморфизме форм трещинной отдельности, характерных для каждого типа магматических и метаморфических пород. Суть метода состоит в том, что в профилях метаморфизованных кор выветривания сохраняются структуры и текстуры первичных пород, что служит одним из доказательств принадлежности их к породам коры выветривания и может быть использовано при изучении метаморфизованных аналогов. Однако на практике, при исследовании метаморфизованных докембрийских образований, учитываются, в основном, структурные особенности пород, реже текстурные и почти не учитываются формы трещинной отдельности.

© Додатко А.Д., Змиевская К.О., 2012

Минералого-петрографический и стадияльно-парагенетический анализы применяются для определения равновесных аутогенных минеральных ассоциаций, возникших при выветривании (метагенезе), региональном метаморфизме, метасоматозе, также для установления последовательности минеральных стадийных преобразований при выветривании и метаморфизме и выявлении кристаллоструктурной унаследованности в минералах. Выявление аутогенных равновесных минеральных ассоциаций и выяснение кристаллоструктурных унаследованных особенностей минералов подчеркивает стадийный характер преобразования вещества в процессе гипергенеза и метаморфизма, позволяет расшифровать наложенные на породы коры выветривания процессы и восстановить их первичный состав.

Литологический анализ включает в себя изучение генетически связанных с породами коры выветривания их переотложенных продуктов. В связи с тем, что объектом исследования являются породы коры выветривания и реконструкция их без объективных данных затруднена, для понимания стадийных преобразований минерального состава пород коры выветривания, необходимо применение экспериментального анализа, который предусматривает моделирование полиминеральных (многокомпонентных) естественных систем пород коры выветривания и последующее сопоставление результатов эксперимента с природными объектами.

Профили выветривания многообразны, что связано с различными климатическими и тектоническими условиями гипергенеза и во многом зависят от состава пород. Анализ их взаимосвязи с минералогическими особенностями коры выветривания позволяет понять механизм литогенеза и закономерностей формирования полезных ископаемых, генетически связанных с элювиальными процессами.

Несмотря на разнообразие используемых методик изучения кор выветривания, достигнутые автором результаты позволяют выполнять сравнительный анализ кор выветривания Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Среди множества применяемых геологических методик, в изучении кор выветривания недостаточно применяется комплекс оперативных геофизических методов, позволяющий выделять и трассировать разломы высоких порядков.

Основные определения в учении о корообразованиях. Понятие „кора выветривания“ горных пород было введено в научную геологическую терминологию в конце XIX века австрийскими специалистами, которые изучали продукты разрушения горных пород в Альпах. В СССР одним из первых изучением кор выветривания занимался И.И. Гинзбург, по определению которого кора выветривания представляет собой продукты преобразования алюмосиликатных (магматических, осадочных и метаморфических), карбонатных, галогенно-карбонатных, кремнистых и других пород, а также различных руд процессами физического и химического выветривания.

В настоящее время под понятием „кора выветривания“ подразумеваются результаты действия совокупности сложных процессов качественного и коли-

чественного преобразования горных пород и слагающих их минералов, приводящих к образованию продуктов выветривания. Этот процесс происходит за счёт действия на литосферу гидросферы, атмосферы и биосферы. Формирование кор выветривания определяется несколькими главными показателями: температурой, влажностью, дренажем и биологическим фактором. Такие факторы как состав, структура, текстура субстрата, геоморфологическая позиция и другие усиливают или ослабляют первые.

Таким образом, кора выветривания представляет собой комплекс горных пород и руд, сформировавшихся в субаральных континентальных условиях в результате химического выветривания магматических, осадочно-метаморфических пород и рудных месторождений. Выветривание является одним из наиболее важных экзогенных процессов дифференциации вещества земной коры. Основными агентами изменения исходных пород служат вода, кислород, углекислота, окислы азота и серы. Большое значение в развитии процессов гипергенного разрушения исходных пород и аутогенного минералообразования имеют биохимический и энергетический факторы – разложение пород в результате жизнедеятельности организмов или под воздействием продуктов их распада, а также температурный режим, энергия солнечной радиации и т.д.

Наиболее интенсивно процессы выветривания протекают на дневной поверхности, где существуют максимально благоприятные условия инфильтрации атмосферных осадков. По мере увеличения глубины залегания пород меняется состав вод и, как следствие, снижается интенсивность и меняется направленность процессов химического выветривания. Глубинное выветривание позволяет рассмотреть весь комплекс полезных ископаемых, формирование которых связано с этой зоной выветривания. Основные химические процессы, проходящие в коре выветривания – гидратация, растворение, обменные реакции, гидролиз, окислительно-восстановительные процессы.

Коры выветривания наиболее детально изучены на территории щитов и кристаллических массивов. Докембрийские образования, слагающие фундамент древних платформ нашей планеты, являются источником более половины мировой добычи ряда важнейших полезных ископаемых: железа, никеля, кобальта, золота, урана, редкоземельных ископаемых. Рассмотрим положение и особенности щитов на Восточно-Европейской и Сибирской платформах.

Изложение основного материала.

Основные характеристики кор выветривания щитов и массивов Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Восточно-Европейская платформа – один из крупнейших относительно устойчивых участков земной коры. Занимает территорию Восточной Европы между каледонскими складчатыми сооружениями Норвегии на северо-западе, герцинскими складками Урала на востоке и альпийскими складчатыми хребтами Карпат на западе, Крыма и Кавказа на юге. Морфологически Восточно-Европейская платформа представляет собой рав-

нину, расчленённую долинами крупных рек. Выступы фундамента Восточно-Европейской платформы представлены Балтийским и Украинским щитами, Воронежским и Белорусскими массивами.

Балтийский щит представляет собой массивное складчатое поднятие на северо-западе Восточно-Европейской платформы, которое граничит со складчатыми структурами Каледонии-Скандинавии, нагнутыми на кристаллические породы щита. Балтийский щит сложен, преимущественно, метаморфическими породами, объединяемыми по возрасту и характеру складчатости в несколько систем. В строении щита выделяется три сегмента: Южно-Скандинавский, Центральный, Кольско-Карельский.

Украинский щит представляет собой возвышенную юго-западную часть фундамента Восточно-Европейской платформы. Складчатый фундамент щита расчленен субмеридиональными глубинными разломами на ряд блоков, которые выделяются в рельефе: Волыно-Подольский, Белоцерковско-Одесский, Кировоградский, Приднепровский (Запорожская гряда) и Приазовский. Украинский щит почти весь сложен метаморфическими и магматическими породами, основная масса которых глубоко переработана ультраметаморфическими процессами. Большую часть площади щита составляют мигматиты и гнейсы. В юго-восточной части щита встречаются участки, сложенные древними метаморфическими породами, преимущественно основного состава. С древними корами выветривания Украинского щита связаны месторождения, которые образовались в процессе гипергенного преобразования материнских пород или в результате переработки и переотложения продуктов выветривания в различных условиях седиментации. Также коры выветривания являются источником выноса некоторых элементов, образующих месторождения хемогенного происхождения.

На Украинском щите наиболее благоприятными для сохранения коры выветривания формами рельефа являются: уплощенные и слабо расчлененные куполообразные возвышенности и их склоны. Интенсивному размытию подвергалась древняя кора на склонах щита, по глубоко врезанным древним и современным долинам. Основными эпохами интенсивного корообразования на территории щита можно считать: позднемезозойскую, доораннекарбовую, среднемезозойскую. Предполагается, что обновление корообразования происходило в эоцене. Плиоценовая эпоха проявилась в формировании красноцветной коры на эффузивах Закарпатья и с ней можно связывать образование киммерийских железорудных отложений Причерноморья и Приднепровья (Додатко А.Д.)

Воронежский и Белорусский массивы можно рассматривать как краевые части Украинского щита, отделенные от него глубокими синклиналиными прогибами: Днепровско-Донецким и Припятским. Состав слагаемых пород близок по составу с породами Украинского щита, однако они перекрыты более мощным чехлом рыхлых отложений, достигающим первых тысяч метров.

На территории Воронежского массива кора выветривания развита на различных кристаллических породах докембрийского и после докембрийского возраста. Ее мощность колеблется от нескольких метров до 70 м. Кора выветривания покрыта плащом осадочных, залегающих условно несогласно, и размытых пород девонского, нижнекаменноугольного, юрского, мелового, третичного и четвертичного возрастов. Мощность осадочного чехла варьирует от 30 до 700 м в Белгородском районе, где происходит резкое погружение кристаллического фундамента на глубину. Наибольшая часть данных была получена при изучении Курской магнитной аномалии.

Комплексные геолого-геофизические исследования позволили детально установить минеральный состав продуктов выветривания на различных породах кристаллического фундамента, выделить зоны типичных профилей коры выветривания. Построенные карты и профили выветривания позволили отнести большую площадь района к площадным корам выветривания. В местах крупных тектонических нарушений и контактов пород сформировались коры выветривания линейного типа (по классификации И.И. Гинзбурга), отличающиеся большой мощностью, наличием глубоких карманов и апофиз, уходящими на глубину. Они распространены на всех породах фундамента, но наибольшей мощности достигают на железистых кварцитах и контактирующих с ними сланцах.

Для коры выветривания площадного типа характерно наличие хорошо выраженных зон, плавно сменяющих друг друга сверху вниз с постепенным переходом в невыветрелую породу. Для линейного типа кор выветривания свойственна частая смена в нижних глубоких горизонтах разреза интенсивно выветрелых пород слабовыветрелыми или неразложенными.

Кора выветривания лучше всего сохранилась на возвышенных водораздельных участках и склонах древнего фундамента, сохранившихся после эрозии. Продукты переотложения коры выветривания: железорудные брекчии, каолиново-гидролюдитовые глины, конгломерато-брекчии слабо выветрелых пород выполняют впадины и расположены на склонах фундамента. На вершинах высоких куполообразных выступов, перекрытых меловыми осадками, элювиальная кора выветривания часто отсутствует.

При составлении карты коры выветривания вмещающих пород Михайловского железорудного месторождения было установлено, что наиболее мощная кора выветривания приурочена к сланцам, которые зажаты среди железистых кварцитов с хорошо развитыми на них богатыми рудами. На отрицательных отметках (во впадинах) кора выветривания на вмещающих породах Михайловского месторождения либо отсутствует, либо представлена слабо выветрелыми дезинтегрированными разностями пород.

Приуроченность определенных зон коры выветривания к определенным абсолютным отметкам и наличие переотложенных продуктов свидетельствует об интенсивном размытии, который претерпела кора

выветривания сланцев, туфогенных и других силикатных пород (Никитина А.П.).

Нижняя граница коры выветривания еще более рельефна и имеет в пределах одного района разные гипсометрические уровни. На наиболее низких гипсометрических уровнях наблюдаются глубокие карманы коры выветривания железистых кварцитов, образовавшие коры выветривания линейно-трещинного типа.

Увеличение мощности площадной коры выветривания в региональном масштабе происходит с севера на юг, особенно на юго-запад. В районе г. Орел, в северных районах под эйфельскими отложениями, мощность коры выветривания измеряется всего несколькими метрами. Размыв коры выветривания на северо-восточном склоне антеклизы под эйфельскими отложениями усиливается к северу в сторону Московской синеклизы.

Размытая кора выветривания в виде полосы северо-восточного простирания прослеживается вдоль восточного склона антеклизы. Очень неравномерная сохранность коры выветривания отмечается в приподнятой сводовой части антеклизы под отложениями юры и на самом юге антеклизы – под отложениями карбона. Здесь на юге неравномерная сохранность элювия, возможно, была вызвана блоковыми подвижками и эрозионным срезанием коры выветривания на приподнятых блоках перед ее перекрытием.

Время образования коры выветривания тесно связано с формированием Воронежского массива. В ее пределах наиболее древними осадочными образованиями, покрывающими кору выветривания, являются среднедевонские отложения эйфельского яруса – морсовские и мосоловские слои. Эти отложения распространены на северном и северо-восточном склонах антеклизы, увеличивающиеся по мощности в сторону Московской синеклизы. В пределах юго-западного склона массива девонские отложения не были обнаружены. На юге они распространены только в центральной части Днепро-Донецкой впадины, южнее широты г. Белгород и на юго-востоке Воронежской антеклизы (верхний девон). В то время как в северо-восточных районах Воронежского массива образование кор выветривания прекратилось в среднем девоне, спорадически продолжалось до верхнего девона на участках, не покрытых среднедевонскими отложениями, юго-западная часть склона оставалась приподнятой и на ней продолжались интенсивные процессы выветривания до начала визейского века нижнего карбона.

В визейское время, в связи с формированием на юге Днепро-Донецкой впадины, произошло погружение юго-западного склона массива и кора выветривания была покрыта толщей известняков, предохранившей ее от последующих размывов.

Таким образом, формирование коры выветривания на территории Воронежского массива имело различную продолжительность и протекало в разные периоды.

Учитывая палеогеографические условия формирования кор выветривания в пределах массива, можно выделить несколько разновозрастных кор выветривания, из которых наиболее распространены: до-

эйфельская, доверхнедевонская, довизейская и доюрская. Формирование этих кор, возможно, началось с конца протерозоя, после основного тектонического цикла, когда кристаллический фундамент был смят в складки, а затем пенепленизирован, и с некоторыми перерывами продолжалось до перекрытия кор выветривания осадками.

Формирование кор выветривания на северо-востоке и юго-западе массива отличалось не только временем и длительностью образования, но и степенью их сохранности. Коры выветривания северо-восточной части формировались при неоднократно повторяющихся трансгрессиях и регрессиях девонского моря, которое отлагало сравнительно маломощные осадки. Неоднократному размыву и возобновляющемуся выветриванию подвергались также коры выветривания центральной возвышенной части массива.

В настоящее время эти коры перекрыты отложениями юры. Формирование рельефа поверхности древней коры выветривания кристаллического фундамента происходило в течение длительного континентального перерыва и закончилось на разных участках антеклизы в разное время. Его формирование, как и формирование коры выветривания, было тесно связано с развитием склонов антеклизы, обусловившим морскую трансгрессию и захоронение кор выветривания.

Последующие тектонические движения усложнили захороненный рельеф. Рельеф поверхности коры выветривания массива характеризуется вытянутостью в северо-западном направлении, совпадающей с простиранием пород кристаллического фундамента.

Таким образом, особенности строения эрозионного рельефа коры выветривания кристаллического фундамента показывают, что его формирование зависело, главным образом, от геологического строения самого кристаллического фундамента, определившего вытянутость положительных и отрицательных форм рельефа в северо-западном направлении, а также от петрографического состава пород. Гипсометрическое же положение кор выветривания различного возраста явилось результатом действия региональной тектоники, определившей формирование склонов антеклизы (Никитина А.П.).

Сибирская платформа – одна из крупных древних (дорифейских) платформ, расположенная в средней части Северной Азии, один из древнейших блоков континентальной коры Земли. Ее фундамент образовался в архее, впоследствии он неоднократно покрывался морями, в которых сформировался мощный осадочный чехол. На платформе произошло несколько этапов внутриплитного магматизма, крупнейшим из которых является образование сибирских траппов на границе перми и триаса. Выступы фундамента Сибирской платформы представлены Алданским и Анабарским щитами. Коры выветривания Сибири образовались на различных алюмосиликатных породах. По минеральному составу вторичных продуктов и строению профилей объединяются в несколько типов, каждый из которых характеризуется определенными парагенезисами гипергенных минералов, особенностями выно-

са и накопления в остаточных продуктах химических элементов и специфической рудоносностью.

Алданский щит – по расположению практически совпадает с Алданским нагорьем и представляет собой древнюю литосферную плиту, неоднократно взаимодействовавшую в фанерозое с окружающими ее подвижными областями. Результатом этого взаимодействия в мезозое явилось широкое распространение магматических и рудных формаций на щите, образующих в его пределах несколько рудно-магматических узлов и районов, среди которых по размерам и экономической важности выделяется Центрально-Алданский рудный район.

Это выступ докембрийского фундамента на юго-востоке Сибирской платформы, в основном, совпадающий с современным Алданским нагорьем (Якутия) и южной частью хребта Становой (высотой свыше 2400 м). На севере и востоке щит перекрыт чехлом верхнепротерозойских – кембрийских отложений, на юге и западе ограничен глубинными разломами от байкальской и палеозойской складчатостей. Докембрийские образования фундамента слагают несколько структурных этажей, отражающих наиболее ранние стадии эволюции земной коры. Древнейший этаж (свыше 3,5 млрд лет) представлен гнейсами, сланцами, мраморами и кварцитами гранулитовой фации регионального метаморфизма. Во время формирования среднего структурного этажа (3,5–2,7 млрд лет) образовались шовные прогибы, выполненные зонально метаморфизованными осадочно-вулканогенными отложениями.

Широко проявились процессы гранитизации, регрессивного метаморфизма и магматизма, с которыми связано внедрение крупных интрузий анортозитов. Верхний структурный этаж (2,7–1,5 млрд лет) представлен мощными комплексами либо обломочных, либо вулканогенных образований, крупными интрузиями основных пород и разнообразных гранитоидов (в том числе гранитов-рапакиви). На платформенной стадии развития здесь сформировался чехол морских карбонатных отложений и внедрялись немногочисленные интрузии долеритов, карбонатитов, кимберлитов. К докембрию Алданского щита приурочены месторождения руд железа, меди, слюды, апатита, редких металлов, алмазов.

Анабарский щит – имеет вид треугольного поднятия кристаллического фундамента на севере Сибирской платформы, в центральной части одноименной антеклизы. Представляет собой выступ докембрийского фундамента на севере Среднесибирского плоскогорья (Якутия), совпадающий с современным Анабарским плато. С востока и запада его границы устанавливаются по флексурным изгибам платформенного чехла, связанными с резкими опусканиями блоков основания платформы по системам разрывных нарушений. Мощность осадочной толщи чехла в его обнаженной части достигает 2–3 км.

На юге наблюдается постепенное погружение фундамента, и такие мощности чехла отмечаются лишь на расстоянии в 500–700 км от границы щита.

Вся территория щита подразделена на ряд блоков (шириной от 10 до 70 км), различающихся по особенностям термодинамического режима метаморфизма, мощными пластическими зонами северо-западного простирания. Анабарский щит почти на 80% сложен раннедокембрийскими породами гранулитовой фации метаморфизма. Анабарский щит окружён чехлом платформенных отложений – верхнепротерозойских на севере, западе, востоке и кембрийских на юге. У северного края Анабарского щита размещается Попи-гайский метеоритный кратер. Анабарский щит сложен, в основном, архейскими (свыше 3,5 млрд лет) гнейсами, сланцами, реже – мраморами гранулитовой фации регионального метаморфизма, испытывшими в последующем (2,5–1,5 млрд лет) не менее, чем двух-актную гранитизацию, внедрение крупных интрузий анортозитов и сильный регрессивный метаморфизм вдоль меридиональных зон разломов.

Отложения раннего протерозоя сохранились только на западе. На платформенной стадии развития Анабарский щит неоднократно затапливался морем, здесь внедрялись малые интрузии долеритов и кимберлитов. С докембрием Анабарского щита связаны проявления железа, слюды, титана, алмазов.

Основные возрастные характеристики этапов развития щитов и массивов. При изучении кор выветривания особенное внимание уделяется возрастным характеристикам [3,4]. На Украинском щите, Воронежском массиве и в других районах Восточно-Европейской платформы эпохи выветривания выделялись, начиная с конца архейского времени. В этих районах все позднеархейские и раннепротерозойские коры выветривания метаморфизованы. Рифейские и более молодые толщи элювия сохранились в рыхлом состоянии и претерпели лишь различные эпигенетические преобразования. В послеархейской истории развития Украинского щита обосновано существование 16 эпох корообразования [3].

Для раннего протерозоя выделено четыре эпохи корообразования:

1. Докриворожская эпоха – возраст около 2800 млн лет. Древнейшая кора этой эпохи развита на плагиоклазных гранитах и мигматитах архейского возраста, мощностью до 20–30 м. Породы элювия метаморфизованы и представлены серицит-биотит-кварцевыми сланцами, а в основании порода сложена массивными гранитами или мигматитами с полностью серицитизированными полевыми шпатами. Так как разновозрастные метаморфизованные коры широко развиты в пределах Курской магнитной аномалии (КМА) и установлены на Балтийском щите, то можно сделать вывод о планетарном масштабе процессов выветривания на границе архея и протерозоя.

2. Доскелеватская эпоха имеет возраст около 2600 млн лет. Метаморфизованная кора развита на эпидиобазовых амфиболитах, залегающих в основании криворожской серии. Мощность метаморфизованной коры от нескольких десятков метров до многих десятков метров.

3. Досаксаганская эпоха. Возраст около 2500 млн лет. Продукты выветривания установлены на архейских гранитах и мигматитах, на раннекривоорожских амфиболитах, а также на породах скелеватской свиты. Мощность коры выветривания – 10 м, породы расланцованы, а состав их не отличается от состава пород доскелеватской эпохи.

4. Дофрунзенская эпоха. Возраст около 2100 млн лет. Метаморфизованная кора развита на породах архейского фундамента, а также на метаосадочных образованиях саксаганской свиты. Мощность коры не превышает 20–30 м, состав аналогичен с ранее охарактеризованными эпохами.

Поздний протерозой (рифей-венд) характеризует четыре эпохи корообразования.

5. Доовручская, возраст около 1530 млн лет. Кора выветривания развита на породах фундамента. Характерной особенностью элювия настоящей и последующих позднепротерозойских эпох является очень незначительная каолинизация продуктов выветривания. Зона первичных каолинов в разрезе элювия этих эпох встречается крайне редко и имеет мощность не более 2–3 м.

6. Дотолкачевская эпоха. Время образования примерно 1350 млн лет. Кора выветривания развита на породах фундамента. Мощность элювия до 20 м. На кислых породах фундамента под песчаниками развит монтмориллонитовый профиль с примесью смешаннослойных образований.

7. Долопесская эпоха. Кора выветривания этой эпохи развита на относительно молодых пержанских метасоматитах, а также на более древних породах Воронежского и Белорусского массивов под отложениями полесской серии, а также на Балтийском щите под осадками кильдинской серии. Возраст около 1100 млн лет. Мощность долопесской коры на породах фундамента Украинского щита не превышает 20–25 м, а в пределах Беларуси – 35 м.

8. Доольчедаевская эпоха имеет возраст около 860 млн лет. На окраинах Украинского щита элювий развит на базальтах и туфах каменской свиты венда и на более древних породах фундамента. Мощность коры не превышает 20 м. Палеозойские осадочные породы на Украинском щите отсутствуют. Щит в этот период подвергался денудации, вследствие чего, образующиеся продукты выветривания сразу же смывались и сносились в депрессии фундамента платформы. На окраине Воронежского массива известны кембрийские и ордовикские коры выветривания в районах накопления раннепалеозойских осадочных толщ. Мощность коры достигает 20 м. В отрицательных структурах на окраинах Украинского кристаллического щита наиболее древними палеозойскими осадками являются девонские (район Днепровско-Донецкой структуры и Припятской впадины). Под разновозрастными осадками позднего палеозоя (девон-карбон-пермь) сохранились от размыва и были выделены четыре эпохи палеозойских кор выветривания.

9. Достарооскольская эпоха. Возраст около 380 млн лет. Остаточные продукты выветривания сохранились на северном склоне Украинского щита (Волынь) и на

юге Донбасса. Кора выветривания имеет мощность до 60 м на Волыни и до 20 м на юге Донбасса.

10. Дофранская эпоха возрастом около 360 млн лет. В пределах Украины она проявилась только на юге Донбасса, где ее мощность не достигает 20 м. В других районах Восточно-Европейской платформы элювий этой эпохи известен на Воронежской антеклизе, Балтийском щите, Волго-Уральском своде и Тимане. На Тимане с корой выветривания этой эпохи связаны месторождения бокситов.

11. Дотурнейская эпоха имеет возраст около 345 млн лет. Продукты выветривания широко развиты на склонах щита в Днепровско-Донецкую впадину, где они известны как на породах фундамента, так и на осадочных образованиях девона. На склонах щита кора имеет мощность 20–40 м.

12. Довизейская эпоха имеет возраст около 300 млн лет. Представлена корами выветривания мощностью до 45–50 м на склонах щита (Днепровско-Донецкая впадина, Новомосковский, Павлоградский и др. районы). Кору выветривания широко развиты на Балтийском щите, Тимане, КМА. Во многих районах КМА с элювием этого возраста связаны месторождения бокситов и богатых железных руд.

13. Мезозой. Доюрская эпоха. Время ее образования около 200 млн лет. Кора выветривания этой эпохи известна на северной окраине Украинского щита, в Приазовье и в некоторых районах Донбасса, где сложена аргиллитами. Мощность достигает 45–50 м.

14. Нижнемеловая эпоха имеет возраст 135 млн лет. Продукты выветривания известны на породах фундамента и достигают мощности 80–100 м.

Кайнозойские коры выветривания на породах фундамента Украинского щита не установлены, тем не менее, для кайнозойского времени выделены две эпохи.

15. Харьковская эпоха. Возраст около 26 млн лет. Продукты выветривания развиты на осадочных породах Донбасса, где их мощность составляет 10–15 м.

16. Киммерий-куяльницкая эпоха. Время проявления около 10 млн лет. Мощность элювия достигает 20 м. В пределах Воронежской антеклизы также выделяются раннепалеогеновая и позднепалеогеновая-раннеогеновая эпохи корообразования. Эти коры имеют мощность до 15 м и развиты на меловых и более молодых осадочных породах и сложены гидрослюди-сто-каолининовыми породами с кварцем, гидроксидами железа, различными устойчивыми минералами.

Определяющая роль тектоники в формировании кор выветривания была установлена ведущими учеными: И.И. Гинзбургом, А.Д. Додатко, А.Д. Савко, В.Т. Погребным [1, 3, 5].

Установлена роль тектонического фактора в образовании морфоструктурных элементов – главных показателей влажности и дренажа. Происхождение региональных уступов в рельефе, долин рек тесно связано с тектоническими движениями. Выявлена закономерность роли активности дренажа и интенсивности протекания процессов выветривания. Разрывная тектоника способствует трещинообразованию в породах и является определяющей в процессах дренажа. Например, ин-

тенсивная раздробленность пород в зоне перехода Тунгусской синеклизы и Анабарской антеклизы является одной из причин распространения в этих районах латеритной коры выветривания с проявлением бокситов.

Пространственное положение, а зачастую и формирование докембрийских рудных формаций, в той или иной степени, контролируется глубинными разломами. Практически все месторождения эндогенного класса, крупные и крупнейшие месторождения руд контролируются трещинами, пространственно тяготеющими к рудоконтролирующим разломам, закладывающимися нередко задолго до оруденения. Среди рудоконтролирующих разломов принято различать разломы локального и регионального типов. Если же разломы регионального типа протягиваются на несколько сотен и даже тысяч километров, с шириной зоны деформационных пород между своими главными швами несколько километров, то локальные рудоконтролирующие нарушения в несколько раз менее протяженные и менее мощные, как например, на Украинском щите мегаразломом или разломом I порядка является Криворожско-Павловский разлом, контролирующий крупнейшее железорудное месторождение.

К разломами более высоко ранга тяготеют менее крупные месторождения, как например, на Средне-Приднепровском блоке Украинского щита, к разломам III-IV порядка тяготеют золоторудные месторождения, в частности: Балка Золотая, Балка Широкая и другие. В ряде золоторудных поясов и провинций отмечается, что фланговые, выклинивающиеся участки разломов высоких порядков не только контролируют размещение, но и сами вмещают оруденения.

Иногда на флангах таких разломов локализуются руды крупнейших и крупных месторождений. Примерами их могут являться Олимпиадинское и Рябинское (Алданский щит) месторождения в России на Сибирской платформе, которое приурочено к флангу Широкого разлома IV-V порядков.

Зачастую, наиболее крупные месторождения Среднего Приднепровья находятся в узлах пересечения глубинных разломов I-III порядков. По мнению многих исследователей, одним из основных геолого-геофизических критериев на золотое оруденение на Украинском щите является тектонический.

Все известные точки золоторудной минерализации в зеленокаменной структуре пространственно приурочены к зонам разломов I-II порядка системы 77 и 347⁰ и контролируются узлами пересечения разломов высоких порядков систем 17 и 287,0 и 270⁰. Причем в формировании наиболее крупных рудопроявлений участвовали все три системы разломов. Например, для месторождений и рудопроявлений Сурской зеленокаменной структуры, региональный структурно-тектонический критерий заключается в наличии взаимопересекающихся зон расланцевания, дробления, катаклаза субмеридионального и субширотного простирания.

Анализ пространственного размещения рудопроявлений и месторождений Среднего Побужья, в связи с системами глубинных разломов, позволил сделать вывод: максимально насыщена проявлением благоприятных

металлов зона пересечения глубинного разлома I порядка с азимутом простирания 17⁰ с разломами системы 77 и 347⁰. Например, Майское рудное поле, расположенное в центре узла пересечения вышеуказанных разломов.

Анализ размещения месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых гидротермально-метасоматического генезиса в пределах центральной и восточной части на щитах показывает, что они тяготеют к участкам пересечения шовных зон, зонам активизации. Наибольшая рудопродуктивность узлов пересечения межблоковых шовных зон и мегазон активизации в этих структурах является следствием закономерных процессов растягивания и сжатия, неоднородной миграции вещества из зон сжатия, что приводит к формированию сложных веретеноподобных рудных скоплений. Большое значение в этих процессах играют рудные поля, которые стимулируют развитие гидротермально-метасоматических проявлений.

Выводы.

1. Кристаллическими щитами являются наиболее крупные древние структуры, выступы фундаментов платформ, с минимизированным покрытием осадочных пород, сложенные интрузивными породами.

2. Коры выветривания щитов расположены обычно в пределах положительных структур и на их склонах.

3. На Восточно-Европейской платформе выделены следующие тектонические элементы: Украинский и Балтийский щиты, Воронежский и Белорусский массивы. Эпохи выветривания в истории Восточно-Европейской платформы выделяются с конца архейского времени. На Восточно-Европейской платформе можно выделить следующие этапы корообразования: раннепротерозойский, позднепротерозойский-раннепалеозойский, позднепалеозойский-кайнозойский.

Коры выветривания щитов представлены следующими полезными ископаемыми: каолинами, бокситами, вермикулитами, силикатными кобальт-никелевыми рудами, графитовыми ильменитовыми рудами, бурыми железняками, редкоземельными россыпями, охрами, монтмориллонитовыми рудами, оловом, россыпями золота, алмазами.

4. На Сибирской платформе выделяются крупные тектонические элементы – Алданский и Анабарский щиты. На щитах Сибирской платформы, в отличие от Украинского щита Восточно-Европейской платформы, присутствует палеозойский платформенный чехол. На щитах распространены разновозрастные докембрийские коры выветривания, наиболее высокой степенью зрелости из которых характеризуется среднепротерозойская и позднепротерозойская коры, широко представлена фанерозойская кора выветривания.

Анабарский щит, как и Украинский (Ильинецкая и Белиловская импактные структуры), характеризуется россыпными месторождениями импактных алмазов (Анабаро-Попигайское россыпное поле).

Характерными для Сибирской платформы являются месторождения нефти и газа, меди, железа, каменного угля, никеля, золота, платины, вольфрама, цинка, олова, молибдена, свинца, мышьяка,

5. На щитах и кристаллических массивах рассмотренных платформ присутствуют глубинные разломы различных рангов, образующие взаимноортогональные системы. Пространственное положение и формирование докембрийских рудных формаций контролируется глубинными разломами. Установлено, что 84% постмагматических рудных месторождений тяготеет к зонам разломов или к узлам их пересечения. Установлена пространственно-генетическая связь большинства месторождений рудных полезных ископаемых с разломами земной коры.

6. Значительная часть золоторудных месторождений, рассмотренных щитов и платформ, тяготеет к разломным структурам IV–V порядков.

7. Применение комплекса анализов в изучении кор выветривания щитов и кристаллических массивов позволяет решать вопросы не только реконструкции их истории, но и их рудоносности.

Список литературы / References

1. Калашник А.А. Роль систем разломов в локализации оруденения / Калашник А.А. // Научный вестник НГУ. – Днепропетровск; 2003. – №8. – С. 54–58. – Библиогр.: С. 100.

Kalashnik, A.A. (2003), "The role of fault systems in the localization of mineralization", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no.8, pp. 54–58.

2. Омельченко В.В. Коры выветривания докембрийских образований северного склона Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита / В.В. Омельченко, П.И. Пигулевский // Научный вестник НГУ. – Днепропетровск, 2010. – №11–12. – С. 10–15. – Библиогр.: С. 139.

Omelchenko, V.V. and Pigulevskiy, P.I. (2010), "Residual soil of Precambrian formations of the northern slope of the Middle Dnieper megablock of the Ukrainian shield", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no.11–12, pp. 10–15.

3. Додатко А.Д. Древние коры выветривания и методы их изучения / Додатко А.Д. – Днепропетровск: НГУ, 2004. – 103 с.

Dodatko, A.D. (2004), *Drevniye kory vyvetrivaniya i metody ikh izucheniya* [Ancient Residual Soils and Methods of their Study], NGU, Dnepropetrovsk, Ukraine.

4. Савко А.Д. Эволюция корообразования в истории Земли / А.Д. Савко, А.Д. Додатко // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения. – Пермь, 2005. – С. 249–252. – Библиогр.: С. 359.

Savko, A.D. and Dodatko, A.D. (2005), "Evolution of residual soils genesis in the history of the Earth", *Proc. of the 13th Int. Geol. Symposium "Placers and deposits of residual soils: facts, problems and solutions"*, Perm, Russia, 2005, pp. 249–252.

5. Орлинская О.В. Анализ пространственных взаимосвязей золоторудной минерализации в зеленокаменных структурах и систем разломов Среднего Приднепровья / О.В. Орлинская, Н.В. Билан // Научный вестник НГУ. – Днепропетровск, 2003. – №9. – С. 50–52. – Библиогр.: С. 100.

Orlinskaya, O.V. and Bilan, N.V. (2003), "Analysis of spatial relationships in the gold mineralization of

greenstone mining structures and systems of faults of the Middle Pridnieprovie", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no.9, pp. 50–52.

Широке розповсюдження кір вивітрювання на розглянутій території щитів і платформ дає фактичний матеріал для всебічного вивчення закономірностей їх мінералізації та умов утворення.

Мета. Узагальнення закономірностей формування кір вивітрювання, особливостей їх будови та розповсюдження на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ, а також виявлення характерних для них родовищ корисних копалин.

Методика. Аналіз і узагальнення наукових розробок вітчизняних учених в області короутворення на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ.

Результати. Результати досліджень дозволили виявити характерні загальні риси і відмінні особливості розвитку кір вивітрювання, виділити етапи короутворення на досліджуваних територіях, встановити приуроченість рудних родовищ до зон розломів або вузлів їх перетину.

Наукова новизна. Уперше зроблено порівняльний аналіз основних характеристик кір вивітрювання щитів Східно-Європейської та Сибірської платформ.

Практична значимість. Виявлено загальні фактори, етапи короутворення та роль розломів у формуванні кір вивітрювання.

Ключові слова: кора вивітрювання, кристалічний щит, розлом, осадовий чохол, мінералізація, золоторудні родовища, Східно-Європейська платформа, Сибірська платформа

Due to the frequent occurrence of residual soils in the considered area of shields and platforms we received enough material for comprehensive study of the laws of mineralization and conditions of formation of the residual soils.

Purpose. To generalize regularities of formation of the residual soil, peculiarities of its structure and distribution within the shields of the East-European and the Siberian platforms, and to determine mineral deposits attached.

Methodology. Analysis and synthesis of research results of domestic scientists in the field of residual soils formation within the East-European and the Siberian platforms.

Findings. The generalities and distinctive features of the residual soils have been found out; the steps of the residual soils formation in the considered area have been determined; the association of ore deposits to zones of breaks or their crossings has been established.

Originality. For the first time the comparative analysis of the main characteristics of residual soils of the East-European and the Siberian platform has been performed.

Practical value. The common determinants and stages of the residual soils formation and the influence of faults on the formation process have been considered.

Keywords: residual soil, crystalline shield, fault, sedimentary cover, mineralization, gold deposits, East-European platform, Siberian platform

Рекомендовано до публікації канд. геол.-мін. наук Ю.Т. Хоменком. Дата надходження рукопису 17.02.12.