

ЭПОХИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

А.Л. Дергачев, Н.И. Еремин

На основе анализа возрастных спектров мировых запасов Pb и Zn установлена крайняя неравномерность процессов образования месторождений всех важнейших типов: (1) вулканогенного колчеданного (тип VMS), (2) стратиформного эксгальационно-осадочного в терригенных породах (тип SEDEX), (3) стратифицированного в карбонатных породах (тип долины Миссисипи, MVT), (4) скарнового и плутоногенного гидротермального и (4) свинцовых месторождений в песчаниках. Наиболее ранние из месторождений обоих металлов появились около 3500 млн лет назад. Примерно 76% запасов Pb и 82% запасов Zn накопились за 805 млн лет, а около 55% запасов Pb и Zn – всего за 320 млн лет. Главные эпохи накопления запасов Pb и Zn имели место 2750 – 2680, 1925 – 1580, 450 – 290 и после 120 млн лет назад. В эти периоды, отвечающие кластерам пиков функции плотности вероятности запасов, продуктивность процессов свинцово-цинкового рудообразования возрастала многократно. В промежутках между основными эпохами рудообразования средняя продуктивность была низкой, но также возрастала от эпохи к эпохе. Циклические изменения продуктивности свинцово-цинкового рудообразования обусловлены цикличностью тектонического развития планеты. Первым вступлением к каждой из эпох служили вспышки рудообразования типа VMS, которые возобновлялись с периодичностью 825, 625, 740 млн лет, что приблизительно отвечает продолжительности суперконтинентальных циклов.

Многие особенности возрастных спектров запасов металлов обусловлены появлением все новых типов месторождений. Неоархейская эпоха завершилась с прекращением вспышки вулканогенного колчеданообразования, т.к. тип VMS являлся единственным типом месторождений Pb и Zn. В каждую из последующих эпох в числе доминирующих появлялись новые типы рудообразования: в палео-мезопротерозое – тип SEDEX, в палеозое – тип MVT, мезокайнозойе – тип скарновых и плутоногенных гидротермальных месторождений. В свою очередь появление месторождений новых типов было связано с расширением спектра условий, при которых могло происходить образование скоплений металлов. К числу таких условий относилось, в частности, периодическое образование крупных блоков коры континентального типа (суперконтинентальных массивов), в пределах которых могли возникать крупные рифтогенные прогибы с большой мощностью осадков, в т.ч. эвапоритов (до 15 км), повышенным тепловым потоком, высокой тектонической активностью. Другими

важнейшими факторами стали оксигенизация атмосферы и гидросферы, обеспечившая подвижность Pb и Zn в гидросфере, наличие окисленных (красноцветных) разностей в разрезе осадочных пород, возрастание содержаний сульфатов в морской воде, накопление эвапоритов, начало сульфат-редукции, появление скоплений органического вещества (восстановителя), начало накопления (в палеозое) относительно высоко проницаемых карбонатных пород, состоящих из скелетных остатков организмов (для типа MVT). Со временем некоторые процессы свинцово-цинкового рудообразования стали развиваться в таких обстановках, в которых ранее не возникали никакие типы месторождений Pb и Zn. Так, начиная с конца палеозоя они формируются в прогибах форланда при надвигании коллизионных орогенов на пассивные континентальные окраины (месторождения типа MVT). Это привело к постепенному увеличению продолжительности главных эпох рудообразования от 70 млн лет в неорархее до 345 и 270 млн лет в палео-мезопротерозое и палеозое, а также появлению частных пиков в спектрах запасов, отвечающих периодам времени между главными эпохами рудообразования. Крупнейшей в истории Земли явилась палеозойская эпоха свинцово-цинкового рудообразования (560 – 290 млн лет назад). Это было обусловлено совпадением во времени максимумов рудообразования типов SEDEX и VMS и почти полным и одновременным прекращением этих процессов около 300 млн лет назад.

Важным фактором, повлиявшим на формирование возрастных спектров запасов металлов, являлась эксгумация месторождений. Эта причина обусловила плохую сохранность месторождений, возникавших в верхней части коры в зонах орогенеза. Это относится, в частности, к скарновым и плутоногенным гидротермальным месторождениям, связанным с орогенным гранитоидным магматизмом. Древние месторождения этих типов встречаются редко, а пик рудообразования этого типа отвечает мезокайнозой (после 120 млн лет назад), что определило начало четвертой важнейшей эпохи свинцово-цинкового рудообразования.

Хотя накопление запасов Pb и Zn началось практически одновременно, но продуктивность процессов рудообразования в отношении запасов второго из металлов в период до 1850 млн лет назад была существенно выше. В этом нашел отражение постепенный рост средних значений Pb/Zn в рудах месторождений типа VMS, который в раннем докембрии по существу оставался единственным типом свинцово-цинкового рудообразования.