

2-расм. Кокпатаş ва Оқжетпес майдонларининг космоструктуравий харитаси.

(2-расм). Масофавий зондлаш материаллари ни автомат-лаштирилган ва визуал талқин қи-лиш, шунингдек, фонд материалларидан фойдаланиш натижасида аввал аниқланган турли ер ёриқлари ва структу-ралардан фойдаланилди.

АДАБИЁТЛАР

1. Нурходжаев А.К., Тогаев И.С., Шамсиев Р.З. Методическое руководство по составлению космогеологической карты Республики Узбекистан на основе цифровых космоснимков. - Т.: ГП «ИМР», 2017. - 199 с.

2. Глух А.К., Авезов А.Р. Карты поля плотности тектонической нарушенности и обеспечение широкого комплекса задач геологии // Геология и минеральные ресурсы. -2005. - № 4. - С. 3-5.

3. Asadov A.R. Methodology of obtaining and estimation of temperature image of the Bukantau mountains // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. - 2020. - Vol. 10. - Issue 12. - P. 814-821.

4. Эргашев Ш.Э., Асадов А.Р. Методические рекомендации по использованию дистанционных съемок. - Т.: ИМР, 2001. - 224 с.

УДК 551.15+551.24

СУБДУКЦИОННАЯ ЭРОЗИЯ НА АКТИВНЫХ КОНВЕРГЕНТНЫХ ОКРАИНАХ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

И.Ю.Сафонова

Новосибирский государственный университет
г. Новосибирск, Россия

Процессы субдукционной или тектонической эрозии происходят на конвергентных окраинах тихоокеанского типа (КОТТ) (рис. 1). Субдукционная эрозия это – деструкция океанического слэба*, островных дуг, аккреционной призмы, передовой дуги и

* Под деструкцией океанического слэба имеется в виду образование системы разломов и связанной с ними системы горстов и грабенов его изгибе при приближении к зоне субдукции. Вклад в субдукционную эрозию обеспечивается как за счет этого рельефа, который разрушает висячее крыло зоны субдукции, т. е. дугу и призму, снизу, за счет проникновения в слэб воды и развития эффекта гидравлического растрескивания и за счет сноса в грабены материала собственно слэба.

преддугового клина (рис. 2, А). Механизм субдукционной эрозии включает разрушение пород при образовании трещин на изгибе погружающегося океанического слэба с образованием системы горстов и грабенов, разрушение висячего крыла зоны субдукции, т. е. основания дуги, рельефом океанического дна (симаунты, океанические хребты), гидравлическое растрескивание пород под воздействием воды, отделяющейся от погружающихся водонасыщенных осадков океанической плиты (рис. 2, Б).

Недавние детальные исследования геологии и стратиграфии современных КОТТ выявили наличие среди них двух контрастных типов: аккрецирующих и эродирующих (рис. 3). Аккрецирующие КОТТ включают отложения древних аккреционных и фронтальных призм и растут в сторону океана, т. е. глубоководный желоб отступает. Они характерны для нормальной субдукции, при которой происходит активная аккреция материалов океанической плиты. Эродирующие КОТТ характеризуются разрушением призмы, сближением желоба и дуги и обычно формируются в случае пологой и быстрой субдукции с участием элементов рельефа океанического дна, а также при плоской субдукции, когда отсутствует надсубдукционная магматическая дуга. Процессы субдукционной эрозии широко проявлены на КОТТ Циркум-Пацифики: Южной и Центральной Америки, желобов Тонга и Нанкай, Аляски, но также реконструируются в составе складчатых поясов, образованных на месте закрытия древних океанов, например, в составе Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП), образованного в процессе эволюции и закрытия Палеоазиатского океана (ПАО).

В истории Земли в целом и в фанерозойской истории Азии в особенности были периоды, когда на КОТТ преобладали процессы аккреции, но были таковые, когда большая часть вновь образованной континентальной коры островных дуг и ак-

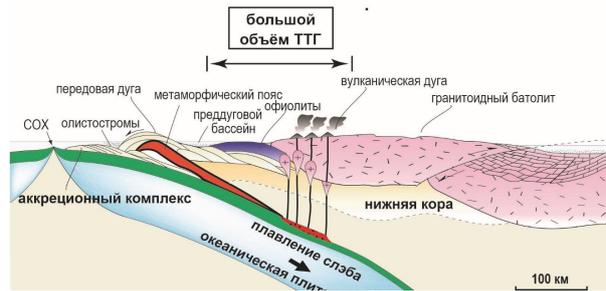


Рис. 1. Схематическое строение конвергентной окраины тихоокеанского типа, по [2] с изменениями.

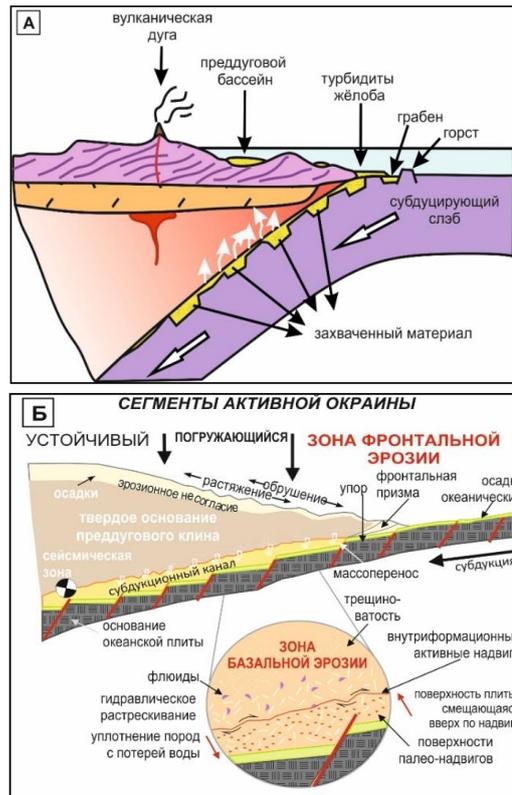


Рис. 2. Субдукционная эрозия (А — по [6]) и ее механизм (Б — по [5]).

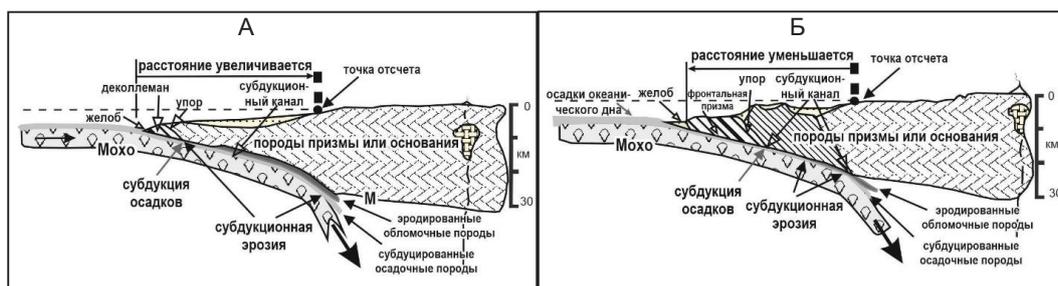


Рис. 3. Схемы конвергентных окраин тихоокеанского типа [4]: А – аккрецирующие окраины растут в сторону океана; Б – эродирующие окраины со временем сужаются.

критированных океанических пород разрушалась. Разрушение магматических дуг и снос эродированного материала в преддуговой бассейн и глубоководный желоб приводит к формированию характерных обломочных осадочных пород – граувакковых песчаников, в т. ч. и входящих в состав турбидитов. Турбидиты, отлагающиеся в глубоководном желобе, формируются за счет размыва прилегающей внутриокеанической или континентальной дуги. Состав турбидитов отражает либо состав собственно внутриокеанической дуги, либо состав континентальной дуги и других террейнов континента, находящихся в области сноса, соответственно. На этом этапе связь таких турбидитов с тектонической эрозией не очевидна. Но внутриокеаническая дуга может быть аккрецирована к активной континентальной окраине и эродирована на последующем этапе субдукции. На ее разрушение будет указывать состав песчаников и детритовых цирконов в них, а также присутствие фрагментов надсубдукционных офиолитов в аккреционной призме. То есть при субдукционной эрозии континентальной окраины могут быть полностью или частично эродированы более древние аккреционные призмы, преддуговые структуры и магматические дуги. В этом случае состав песчаников, возраст и изотопный состав детритовых цирконов в них будет отражать разрушение континентальной коры. Таким образом, граувакковые песчаники и турбидиты, связанные с внутриокеаническими зонами субдукции, по валовому составу практически идентичны магматическим продуктам «материнских» дуг. Такие обломочные породы часто содержат детритовые цирконы, возраст которых соответствует таковому субдукционного магматизма. Напротив, продукты эрозии окраинно-континентальных дуг отражают увеличение доли сиалических источников сноса и могут содержать более древние детритовые цирконы.

Вследствие субдукционной эрозии при субдукции океанической плиты и закрытии океана магматические дуги могут быть частично или даже полностью утрачены из геологической летописи. В отличие от них большая часть турбидитов и песчаников остается на поверхности, позволяя нам определить природу бывшей магматической дуги – внутриокеаническую или окраинно-континентальную. Если геохимические характеристики песчаников соответствуют среднему составу основных и средних островодужных магматических серий (толеитовые и известково-щелочные базальты и андезиты), изотопный состав Nd в породе и Hf в цирконах соответствует ювенильной коре (положительные эpsilon Nd и Hf), а распределение U-Pb возрастов детритовых цирконов из песчаников имеет унимодальный характер, то исходная, с

высокой долей вероятности, дуга была внутриокеаническая. Если состав песчаников предполагает доминирование в источниках сноса андезитов и кислых разностей (дациты-гранодиориты и риолиты-граниты), их величины ϵ_{Nd} и ϵ_{Hf} имеют отрицательные значения, а распределение U-Pb возрастов детритовых цирконов полимодальное, то разрушалась, скорее всего, континентальная дуга (или активная континентальная окраина).

При формировании Азиатского континента, особенно его ядра – ЦАСП, процессы аккреции доминировали на КОТТ ПАО в позднем неопротерозое–раннем палеозое и позднем палеозое–раннем мезозое, а тектонической эрозии – в среднем палеозое. Эпизоды тектонической эрозии были реконструированы в ЦАСП на основе изучения надсубдукционных и аккреционных комплексов северо-западного Алтая, центрального и восточного Казахстана, южного Забайкалья – северной Монголии, южного (Кыргызстан, Узбекистан) и северного (Кыргызстан) Тянь-Шаня [3]. В складчатых поясах тихоокеанского типа этих регионов имеются признаки исчезновения больших объемов континентальной коры (сокращенное расстояние между одновозрастными надсубдукционными и аккреционными образованиями) и/или широко проявлены песчаники грауваккового состава, а одновозрастные и схожие по составу (геохимические характеристики, изотопный состав) магматические комплексы находятся в резко подчиненном количестве. В целом, геологическими критериями тектонической эрозии являются: 1) малые размеры магматических тел с надсубдукционными геохимическими характеристиками (по сравнению с современными дугами); 2) уменьшенное (по сравнению с актуалистическими аналогами) расстояние между желобом и магматической дугой, если таковая сохранилась, 3) присутствие в серпентинитовых меланжах, характерных для многих орогенов тихоокеанского типа, фрагментов пород магматических дуг [1]. С практической точки зрения перспективным представляется корреляция между процессами тектонической эрозии и процессами образования медно-порфировых месторождений по аналогии с таковыми, трассирующими зоны субдукции тихоокеанской окраины Южной Америки.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-77-20022).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонова И., Ханчук А. Субдукционная эрозия на конвергентных окраинах тихоокеанского типа // Тихоокеанская геология. - 2021. - Т. 40 (6). - С. 3-19.
2. Maruyama S., Omori S., Sensu H., Kawai K., Windley B.F. Pacific-type Orogens: New concepts and Variations in Space and Time from Present to Past // Journal of Geography. - 2011. - V. 120. - P. 115-223.
3. Safonova I.Y. Juvenile versus recycled crust in the Central Asian Orogenic Belt: Implications from ocean plate stratigraphy, blueschist belts and intra-oceanic arcs // Gondwana Research. - 2017. - V. 47. - P. 6-27.
4. Scholl D.W., von Huene R. Crustal recycling at modern subduction zones applied to the past - Issues of growth and preservation of continental basement crust, mantle geochemistry, and supercontinent reconstruction // Geological Society of America Memoirs. - 2007. - V. 200. - P. 9-32.
5. Von Huene R., Ranero C.R., Vannucchi P. Generic model of subduction erosion // Geology. - 2004. - V. 32. - P. 913-916.
6. Yamamoto S., Sensu H., Rino S., Omori S., Maruyama S. Granite subduction: Arc subduction, tectonic erosion and sediment subduction. Gondwana Research. - 2009. - V. 15. - P. 443-453.