



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01V 9/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017144982, 20.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.12.2017

Дата регистрации:
18.09.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.12.2017

(45) Опубликовано: 18.09.2018 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2,
Новосибирский государственный университет,
отдел защиты и управления ИС, Беляевой Н.А.

(72) Автор(ы):

Сафонова Инна Юрьевна (RU),
Савинский Илья Александрович (RU),
Ханчук Александр Иванович (RU),
Шинегори Маруяма (JP),
Обут Ольга Тимофеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Новосибирский национальный
исследовательский государственный
университет" (Новосибирский
государственный университет, НГУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Н.А.Берзин и др.

Геодинамическая карта западной части
Палеоазиатского океана / Геология и
геофизика, 1994, т.35, N7-8, стр.8-28.
Е.А.Константиновская. Тектоника
восточных окраин Азии: Структурное
развитие и геодинамическое моделирование.
Автореф. диссертации на соискание уч. степ.
доктора геолого-минералогических наук,
Москва, 2002. SU 1048441 (см. прод.)

(54) Способ геологического картирования аккреционных комплексов

(57) Реферат:

Изобретение относится к области геологического картирования и может быть использовано для картирования аккреционных комплексов горных пород. Сущность: выделяют пачки пород (хорсы), ограниченные двумя системами надвигов, характеризующиеся повторяемостью одинаковых ассоциаций пород, включающих в разных комбинациях базальт-

кремни-силицикластика-песчаник, и одинаковым возрастом пород. Реконструируют истинную стратиграфическую последовательность слоев по модели стратиграфической океанической плиты. Определяют направление субдукции океанической плиты и составляют геологическую карту. Технический результат: составление корректной геологической карты. 3 ил.

(56) (продолжение):

A1, 15.10.1983.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01V 9/00 (2006.01)

(21)(22) Application: **2017144982, 20.12.2017**

(24) Effective date for property rights:
20.12.2017

Registration date:
18.09.2018

Priority:

(22) Date of filing: **20.12.2017**

(45) Date of publication: **18.09.2018** Bull. № 26

Mail address:

**630090, g. Novosibirsk, ul. Pirogova, 2,
Novosibirskij gosudarstvennyj universitet, otdel
zashchity i upravleniya IS, Belyaevoj N.A.**

(72) Inventor(s):

**Safonova Inna Yurevna (RU),
Savinskij Ilya Aleksandrovich (RU),
Khanchuk Aleksandr Ivanovich (RU),
Shinegori Maruyama (JP),
Obut Olga Timofeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Novosibirskij natsionalnyj
issledovatel'skij gosudarstvennyj universitet"
(Novosibirskij gosudarstvennyj universitet,
NGU) (RU)**

(54) **METHOD OF GEOLOGICAL MAPPING OF ACCRETIVE COMPLEXES**

(57) Abstract:

FIELD: geology.

SUBSTANCE: invention relates to the field of geological mapping and can be used to map accretionary rock complexes. Separate groups of rocks limited by two systems of thrusts, characterized by the repetition of identical rock associations, including basalt-silicon-siliciclastic sandstone in different combinations, and

the same age of rocks. Reconstruct the true stratigraphic sequence of layers according to the model of a stratigraphic oceanic plate. Determine the direction of subduction of the oceanic plate and make a geological map.

EFFECT: correct geological mapping.
1 cl, 3 dwg

RU 2 667 329 C 1

RU 2 667 329 C 1

Область техники

Изобретение относится к геологии, в частности к области реконструкции геологических процессов в развитии земной коры на основе картирования аккреционных комплексов, имеющих сложную структуру.

5 Уровень техники

Современные методы геологического интерпретации картирования построены на основе закона Стено, предполагающего, что если один слой (пласт) горных пород лежит на другом, то верхний слой образовался позднее, чем нижний. Соответственно, при отсутствии данных абсолютного возраста (палеонтология, изотопия) для разных слоев пород, их относительный возраст определяется по закону Стено. Такая ситуация крайне широко распространена в геологическом картировании, т.к. измерить точно возраст каждого слоя невозможно.

Настоящее изобретение предлагает другой метод реконструкции геологических процессов, основанный на выделении чередования повторяющихся комплексов слоев пород.

Для удобства описания способа приводим определение используемых терминов.

Субдукция океанической литосферы - процесс движения океанической коры от места ее образования в зоне срединно-океанического хребта в сторону зоны субдукции, где она пододвигается под островную дугу или активную континентальную окраину и погружается в мантию.

Аккреционные комплексы - это комплекс горных пород, образованных в результате субдукции океанической коры, «срезания» ее верхних слоев и присоединении их либо к комплексу островной дуги, либо активной континентальной окраины. Также в состав аккреционного комплекса входят терригенные породы, образованные за счет разрушения смежных островных или континентальных дуг. После закрытия океана в результате континентальной коллизии в состав аккреционного комплекса также могут войти более поздние магматические формации: син- и пост-коллизионные или внутриплитные.

Конвергентные окраины - это границы сближающихся или сходящихся литосферных плит.

Стратиграфическая последовательность - последовательность и соподчиненность стратиграфических подразделений горных пород, слагающих земную кору.

Орогенез (ороген) - геологический процесс формирования горных сооружений под влиянием интенсивных восходящих тектонических движений, скорость которых превышает скорость процессов, ведущих к выравниванию поверхности Земли (денудации, сброса)

Спрединг океанического дна - геодинамический процесс раздвигания жестких литосферных плит под действием нагнетаемого снизу магматического расплава в области срединно-океанических хребтов.

Однако закон Стено не работает или плохо работает в аккреционных комплексах, образующихся на конвергентных окраинах тихоокеанского типа, т.е. при субдукции океанической литосферы, сопровождающейся аккрецией (присоединением) океанических пород к внутриокеаническим островным дугам или их совместной аккрецией к активным континентальным окраинам. Аккреционные комплексы имеют крайне сложное геологическое строение, т.к. в ходе субдукции верхние слои погружающейся океанической литосферы - базальты и еще слабо консолидированные океанические осадки (пелагические кремни - далее «пелагиты», хемипалагические кремнистые аргиллиты и алевролиты - далее «хемипелагиты»), отделяются («срезаются») от нижних

слоев океанической коры, надвигаются и поддвигаются друг под друга, тем самым нарушая исходную стратиграфическую последовательность.

При этом часто образуются дуплекс-структуры, которые представляют собой две системы надвигов: 1) два параллельных надвига, ограничивающие пластины океанических пород сверху и снизу, которые в литературе называются надвиг кровли (top thrust) и надвиг подошвы (bottom thrust); 2) система связующих надвигов или поддвигов («linking thrusts»), разделяющих отдельные пластины/пачки океанических пород и заканчивающихся у поверхностей надвига кровли и надвига подошвы. Такие отдельные пачки пород, разделенные связующими надвигами, называются в англоязычной литературе «horse», что можно перевести как «седло» (здесь и далее - «хорс»).

Диагностика таких надвигов/поддвигов весьма затруднительна, особенно в полевых условиях, так как во время аккреции осадочные породы имеют еще слабую степень консолидации или литификации, т.е. они еще сильно насыщены водой. В результате более молодые слои поддвигаются под более древние, аккретированные ранее; при этом границы между анкетированными толщами океанических осадков неясны, размытые, поэтому их часто ошибочно принимают за согласное залегание.

Такая особенность образования аккреционных комплексов может привести к ошибкам при картировании аккреционных комплексов, входящих в состав складчатых поясов тихоокеанского типа. Особенно это важно при картировании подобных складчатых поясов древнего возраста, которые в настоящее время находятся во внутриконтинентальных горных областях, образованных при закрытии древних океанов, как, например, Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП), протянувшегося от Урала до Дальнего Востока и являющегося главным аккреционным орогеном России. С образованием ЦАСП связано огромное количество месторождений полезных ископаемых, поэтому их поиск и разведка напрямую зависят от качества картирования сложных структур аккреционных комплексов, что и является предметом данной заявки.

Раскрытие изобретения

Задача изобретения состоит в разработке нового метода, позволяющего реконструировать исходную последовательность океанических пород при картировании аккреционных комплексов.

Технический результат состоит в составлении корректной геологической карты конкретного аккреционного комплекса и всего района.

Поставленная задача решается за счет надежной диагностики фрагментов океанической коры в составе внутриконтинентальных складчатых поясов и выделения конвергентной окраины тихоокеанского типа, для чего предлагается использовать модель стратиграфии океанической плиты (СОП), которая позволяет надежно реконструировать истинную стратиграфическую последовательность и тем самым обеспечивает составление корректной геологической карты.

СОП представляет собой устойчивую ассоциацию магматических и осадочных пород, образованных на различных участках океанического дна: от места зарождения океанической коры в зоне срединно-океанического хребта и глубоководных условий океанского дна (пелагическая зона) до менее глубоководных обстановок океанических поднятий (подводных гор, плато и островов) и континентального склона (хемипелагическая зона), до зоны глубоководного океанского желоба в месте непосредственной субдукции океанической литосферы. В ходе субдукции породы СОП вовлекаются в процесс аккреции и входят в состав аккреционных комплексов (Isozaki et al., 1990).

СОП состоит из вещественно, литологически и структурно различных элементов. В условиях океанического дна на базальтах срединно-океанических хребтов (тип MORB) отлагаются пелагические кремни (пелагиты), которые часто имеют ленточную текстуру и содержат останки микроорганизмов, по которым можно определить возраст пород.

5 В процессе спрединга океанического дна кремни перемещаются в сторону зоны субдукции, и их мощность и соответственно возраст возрастают.

Со временем пелагические осадки приближаются к зоне субдукции и оказываются в менее глубоководной или хемипелагической обстановке, т.е. на оффшорном или океаническом сегменте глубоководного желоба, обычно около островной дуги или

10 континентальной окраины. Там пелагиты начинают перекрываться хемипелагитами, состоящими из тонкозернистого обломочного материала (кремнистые аргиллиты, алевролиты), поступающего со смежной вулканической дуги или активной окраины. Такие осадки также могут содержать фауну. После того как эта пачка осадков достигает глубоководного желоба, на них сверху начинает отлагаться терригенный материал,

15 поступающий с островной дуги или активной континентальной окраины, с образованием турбидитов и конгломератов.

Таким образом, схематический разрез СОП включает (снизу вверх) базальты типа MORB - пелагиты - хемипелагиты - турбидиты (Isozaki et al., 1990; Kusky et al., 2013).

Каждая пачка пород аккретированной СОП или каждый хорс отделен от другого связующими надвигами, а все хорсы вместе, отделены от других ассоциаций пород аккреционного комплекса (меланжа, островодужных вулканитов, терригенного матрикса) надвигами кровли и подошвы. В процессе аккреции каждый последующий, т.е. более молодой хорс поддвигается под аккретированный ранее более древний хорс.

При этом в поле или на карте мы можем наблюдать равномерное чередование

25 пластов (пачек, слоев) СОП без видимых признаков несогласия. В соответствии с законом Стено самые нижние толщи должны быть древнее, чем верхние. Но на примере комплекса Инуяма, где были продатированы по радиоляриям и конодонтам (по фауне) все слои СОП, предыдущие исследователи показали, что эта последовательность является повторяющимся чередованием пачек триасовых пелагитов (кремней) и юрских хемипелагитов, т.е. эти структуры являются дуплексами. Поэтому аккретированные

30 породы СОП нельзя изучать традиционными методами, т.к. явные признаки несогласного залегания отсутствуют (слабо консолидированные осадки), а закон Стено не работает. А при построении геологической карты в соответствии с официальными рекомендациями МПР РФ стратиграфическая последовательность определяется на

35 принципах закона Стено.

Мы предлагаем при геологическом картировании аккреционных комплексов выделять повторяющиеся пачки пород СОП и, в случае наличия, сложенные ими «хорсы», т.е. структуры ограниченные 2-мя системами надвигов/поддвигов - надвигами кровли-подошвы и связующими их поддвигами. Каждый хорс при этом должен иметь

40 одинаковый состав пород СОП (базальты - пелагиты - хемипелагиты), сама структура должна характеризоваться повторяемостью, т.е. чередованием хорсов, сложенных одними и теми же породами СОП, и близким возрастом пород в пределах каждого хорса, но разным возрастом самих хорсов.

Описание изобретения поясняется рисунками.

45 На рис. 1а изображено образование дуплекс-структур, состоящих из отдельных «хорсов», в процессе субдукции океанической коры (Isozaki et al., 1990).

На рис. 1б изображен механизм поддвигания более молодых осадков под более древние: первой аккретируется самая древняя СОП-1, затем моложе СОП-2 и еще

моложе предыдущей СОП-3

На рис. 2 изображена схема стратиграфии океанической плиты СОП.

На рис. 3 изображен разрез Инуяма аккреционного комплекса Мино, Япония (Fujisaki et al., 2013). На этом рисунке видно, что самый древний хорс-1, который был аккретирован раньше других, оказался наверху разреза, а самый молодой хорс-6 - в самом низу.

Реализация способа

Заявляемый способ картирования с выделением «хорсов» состоит в следующем:

1. Удостовериться в наличии любых из четырех главных типов пород: базальт-кремни-силицикластика-песчаник (состав СОП).
2. Определить границы «хорсов». Границы «хорсов» определяются по зонам деформации в поле и по разломам на геологической карте. Обычно они имеют вид дуплекс-структур («S»-образный изгиб, ограниченный «верхним» и «нижним» разломами), а также схожий литологический состав и возраст. Если границ в поле не наблюдается, то границы можно реконструировать по повторяемости двух или более слоев пород СОП (базальт-кремни-силицикластика-песчаник).
3. Тщательное картирование в поле, замер элементов залегания и рисовка структуры каждого слоя пород.
4. Определить литологический состав каждого слоя из «хорсов».
5. Определить возраст (фауна, изотопное датирование) каждого слоя.
6. Если подтверждаются одинаковые возраста каждого литологически одинакового слоя из разных повторяющихся пачек, то делается вывод, что это - «хорс», сформированный при аккреции СОП. Следовательно, исходная стратиграфическая последовательность слоев должна быть реконструирована не по закону Стено, а на основе модели СОП. По возрастной последовательности хорсов можно реконструировать направление субдукции океанической плиты, что крайне важно для построения тектонических карт. Также все это подтверждает наличие в регионе конвергентной окраины тихоокеанского типа.

(57) Формула изобретения

Способ геологического картирования аккреционных комплексов, включающий определение литологического состава пород, их возраста и элементов их залегания, отличающийся тем, что выделяют пачки пород (хорсы), ограниченные 2-мя системами надвигов - надвигами кровли и подошвы и связующими их надвигами, характеризующиеся наличием повторяемости одинаковых ассоциаций пород, включающих в разных комбинациях базальт-кремни-силицикластика-песчаник, и одинаковым возрастом пород внутри каждого хорса, реконструируют истинную стратиграфическую последовательность слоев по модели стратиграфической океанической плиты, определяют направление субдукции океанической плиты и составляют корректную геологическую карту.

Способ геологического картирования аккреционных комплексов

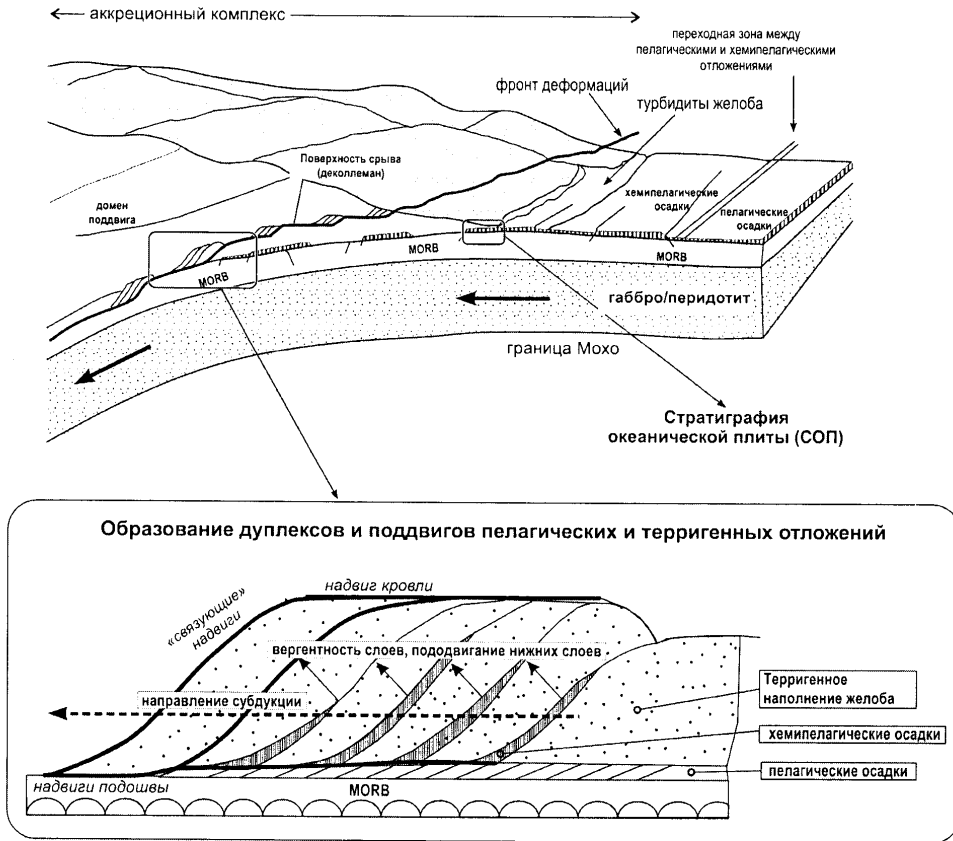


Рис. 1а.

Способ геологического картирования аккреционных комплексов

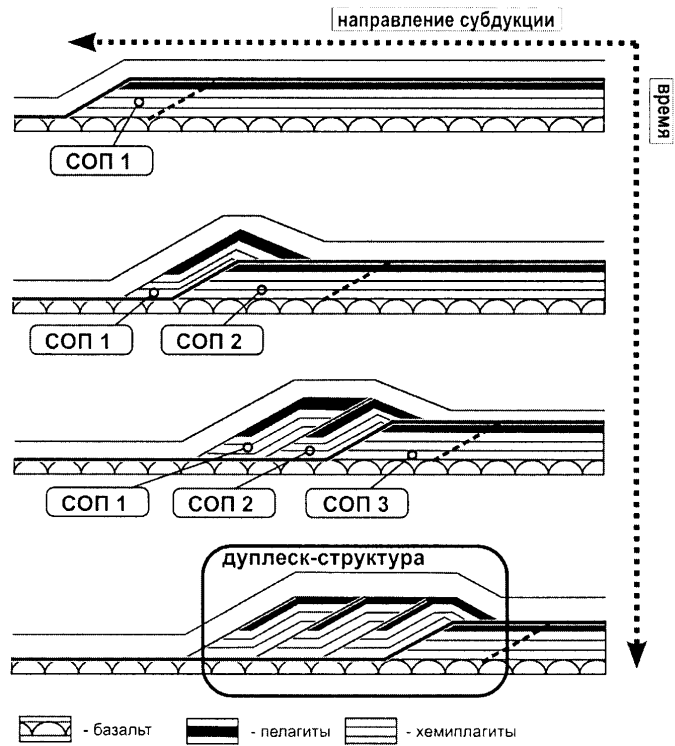
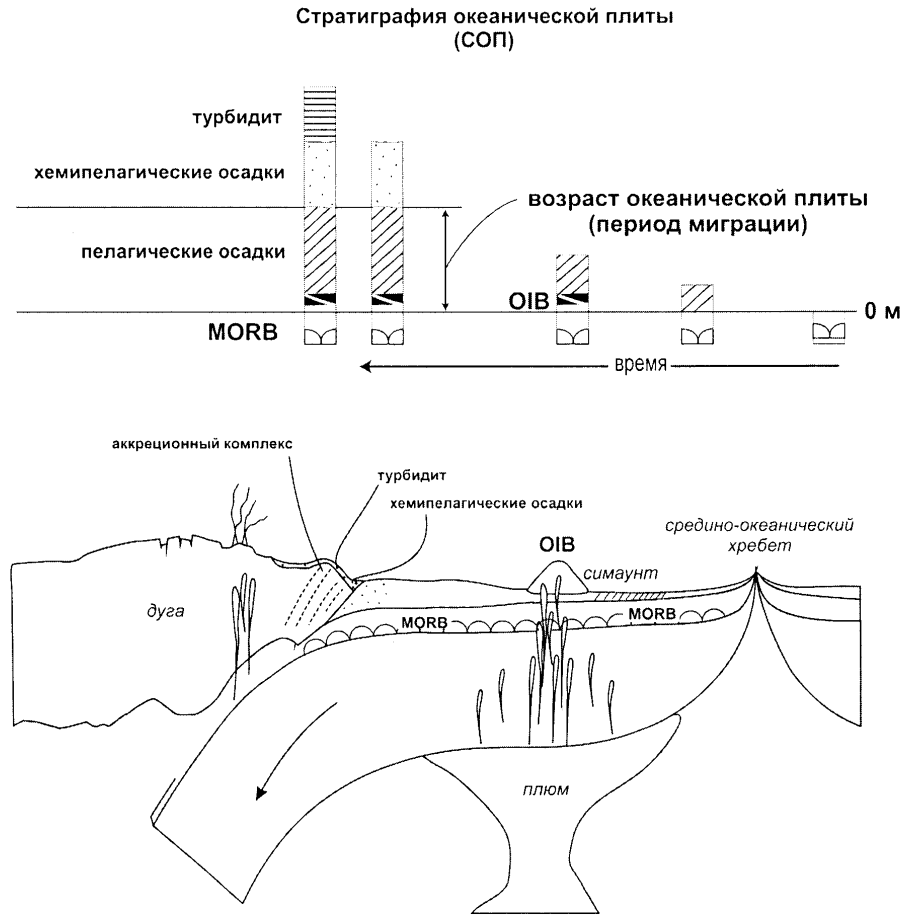


Рис. 16.

Способ геологического картирования аккреционных комплексов



Способ геологического картирования аккреционных комплексов

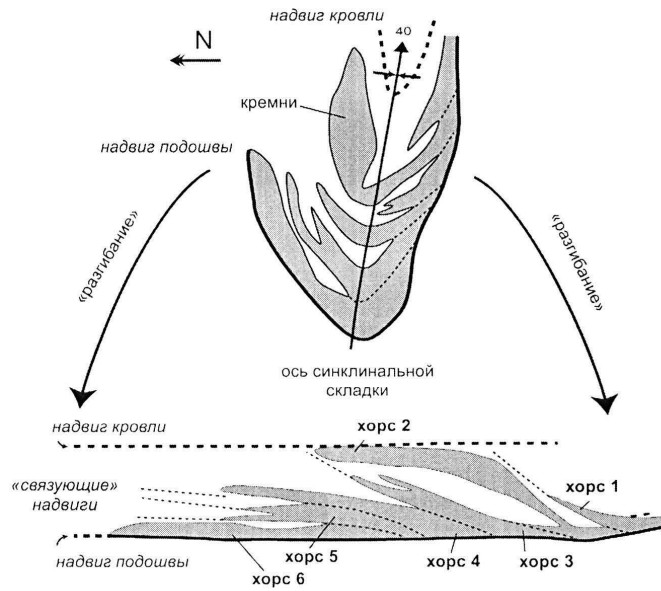


Рис. 3.