

Юдин В.В.

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕЛАНЖЕЙ

В крупных разрывах земной коры закономерно развиты мощные зоны передробленных пород. Чем больше смещение и сложность строения крыльев разрыва, тем больше толщина ее зоны и тем разнообразнее состав обломков в сместителе. *Меланж* (от французского слова - смесь) представляет собой эндогенный хаотический комплекс брекчированных пород. Он состоит из глыб (*кластолитов*) разного состава, размера и возраста, которые оторваны при смещении и погружены в мелкообломочный *матрикс*.

Общепринятая генетическая классификация меланжей отсутствует. Традиционно они разделялись по составу матрикса (серпентинитовый, терригенный, гипсово-карбонатный и др.) или по составу глыб - мономиктовый и полимиктовый [3 и др.]. В литературе встречаются разные варианты классификаций не похожие друг на друга и противоречивые по выделению типов. Одинаковые по литологическим признакам типы микститов могут образовываться в разных тектонических и геодинамических условиях. Например, полимиктовый серпентинитовый меланж может формироваться в основании крупных офиолитовых тектонических покровов, в коллизионных сутурах, в аккреционном клине невулканических дуг и в трансформных сдвигах. Поэтому нами предложена новая генетическая, структурно-геодинамическая классификация меланжей (**рис. 1**). Эндогенные микститы, в основном, связаны с крупнейшими надвигами, реже со сдвигами и сбросами.

**Сдвиговые меланжи** в чистом виде встречаются редко. Обычно они ассоциируются с надвигами или со сдвиго-надвигами. Специфической особенностью таких меланжей является формирование полосовых

скоплений ромбовидных в плане кластолитов, расположенных под углом к простиранию сдвига. Зоны ромбовидных блоков получили название



Рис. 1. Классификация меланжей

*лозанж*. Морфологически он напоминает систему пластин-дуплексов, положенных на бок. Второй характерный признак сдвиговых меланжей – наличие в матрице мелких складок с субвертикальными и круто наклоненными шарнирами. Важнейшую роль в выделении этого типа микститов является достоверное определение реального сдвигового типа самого нарушения, с четким разделением правостороннего или левого смещения и его амплитуды. Решающее значение при этом играет возможность палинспастической реконструкции деформаций в досдвиговое положение, которая может существенно повлиять на правильность определения типа разрыва.

Многие крупные сдвиги, показанные на геологических картах, недостаточно обоснованы геолого-структурными данными, не допускают

палинспастической реконструкции и геометрически нереальны по балансу смещенных ими геологических тел. Как следствие, микститы, в них становятся проблематичными по генезису.

**Сбросовые меланжи** формируются на крыльях раздвигов при эндогенном рифтогенезе и спрединге. По сути, сбросы имеют гравигенное происхождение и формируют другой тип микститов – экзогенные олистостромы, классификация которых опубликована ранее [13]. По нашему мнению, к собственно меланжам их относить нельзя и следует считать дивергентными рифтовыми олистостромами [13]. Отнесение меланжа к сбросовому типу возможно лишь в том случае, когда кинематика разрыва не вызывает сомнений и в зоне сброса присутствуют синхронные смещению высокотемпературные минералы, свидетельствующие об эндогенном происхождении.

**Надвиговые меланжи.** Подавляющее большинство меланжей связано с надвигами и сдвиго-надвигами, сформированными при схождении литосферных плит и террейнов. Наиболее масштабные из них развиты в швах столкновения – коллизионных сутурах, и разделяются на офиолитовые (с кластолитами из ультрабазитов, базитов и радиоляритов) и динамосланцевые (преимущественно из голубых сланцев, с глаукофаном, рибекитом, кросситом и др.).

Микститы, сформированные при субдукции и коллизии, в складчато-надвиговых областях, в общем похожи. Резкой границы между этими процессами в геодинамической эволюции нет. Более того, при длительной конвергенции, субдукция постепенно переходит в коллизию с образованием сходных складчато-надвиговых структур. Поэтому надвиговые меланжи четко могут разделяться лишь по расположению к главной зоне конвергенции – на фронтальные и тыловые.

**Сутурные меланжи** связаны с древними зонами конвергенции, в которых были поглощены значительные фрагменты древней океанической или субокеанической коры. После субдукции, континентальные массы древних плит или террейнов сходятся с образованием регионального надвига огромной

амплитуды. В сутурных меланжах проявляется динамометаморфизм высоких давлений и относительно низких температур. Здесь же развита самая интенсивная дислоцированность пород из всех известных на Земле. Специфической особенностью их является наличие кластолитов из офиолитовой триады палеоокеанической коры. Могут присутствовать фрагменты пород первого (осадочного) слоя, сложенного глубоководными илами и радиоляритами, превращенными в яшмы и фтаниты, фрагменты второго-третьего слоя (базальтов и габброидов), а также ультрабазиты подстилающей мантии. Ультрабазиты в меланжах обычно сильно изменены и серпентинизированы. Вследствие меньшей прочности, они составляют матрикс или глыбы и массивы, окруженные матриксом. В зависимости от преобладающего состава пород, сутурные меланжи подразделяются на офиолитовые и динамосланцевые.

Такой тип микститов закономерно развит почти во всех складчато-надвиговых областях, где произошла коллизия. Примерами тому - Урал, Тянь-Шань, Кавказ, Загрос, Анатолия, Альпы, Крым и др. На юге Европы примеры выделения сутурных меланжей на основе структурного и формационного анализа опубликованы в работах [5, 8, 11 и др.].

Офиолитовые меланжи по составу весьма разнообразны. Традиционно они назывались серпентинитовыми и выделены во многих складчато-надвиговых поясах мира. Их описание приведено в отечественных и зарубежных работ [2, 3, 4, 14 и др.]. Серпентинитовые меланжи чаще распространены в основании офиолитовых покровов. Одна из наиболее обнаженных и изученных структур такого рода – коллизионная сутура в Южном Тянь-Шане. Ее детальное описание вдоль главного офиолитового шва приведено в работе [3]. Матрикс из тектонизированных серпентинитов там местами превращен в перетертый агрегат по дунит-гарцбургитам. Кластолиты от сантиметров до первых сотен метров, имеют неправильную форму и представлены глыбами пород офиолитовой ассоциации. Меланж перекрывается и включает в себя фрагменты тектонических чешуй разного состава и возраста. Поэтому традиционное

название «серпентинитовый меланж» не вполне отвечает составу кластолитов, а иногда и матрикса. Такие микститы по [2 и др.] правильнее называть сутурным офиолитовым меланжем, подразумевая различный состав слагающих пород с присутствием офиолитов.

Динамосланцевые меланжи отличаются от офиолитовых преобладанием в них метаморфических сланцев высоких давлений и низких температур с незначительным содержанием кластолитов. Такие зоны характерны для верхних частей коллизионных сутур, первоначально сложенных абиссально-батиальными осадочными породами аккреционного клина. Они описаны на Урале и во многих других регионах. Синонимами названий такого меланжа являются глаукофансланцевый, голубых сланцев и другие, в зависимости от преобладающего состава слагающих пород и уровня динамометаморфических преобразований. Хаотическое строение сутурных микститов и их частей, не всегда позволяет четко дифференцировать вышеуказанные разновидности. Тогда принято говорить о смешанных типах или о невозможности выделения отдельных литологических разновидностей.

На юге Европы разновозрастные сутурные меланжи выделены в разных районах [7, 11]. Они присутствуют в протерозойских комплексах Украинского щита, где сохранились фрагменты офиолитов палеоокеанической коры. Там они представлены линзовидными кластолитами, состоящими из толеитовых базальтов, расслоенных габброидов и ультраосновных пород (перидотитов, дунитов, амфиболитов). Весь комплекс изменен в амфиболитовой и зеленосланцевой фациях динамометаморфизма. Кремнистые породы офиолитовой триады представлены железистыми кварцитами (джеспилитами) и яшмоидами. Матрикс сложен милонитами, серпентинитами, актинолитовыми и тремолитовыми сланцами, пироксеновыми и амфиболовыми гнейсами с моноклиально-изоклиальной структурой.

Фанерозойские сутурные меланжи почти полностью перекрыты чехлом осадочных пород и не доступны непосредственному изучению. О позднепалеозойском офиолитовом меланже можно судить по геофизическим

данным и по фрагментам офиолитов, выявленных при бурении в Северокрымской сuture [11, 12]. Мезозойский офиолитовый меланж обоснован по материалам неглубокого бурения в Предгорной коллизионной сuture Крыма, на Симферопольском поднятии. Он представлен широкой (2,5-6 км) зоной выхода динамосланцев с кластолитами базитов и ультрабазитов, полого (20-30°) падающей на север [5, 7, 11, 12 и др.]. В меланже присутствуют фрагменты разных слоев древней океанической коры и мантии. Юрско-раннемеловой возраст микстита, определен по изотопным датировкам динамометаморфических минералов матрикса, по синхронному образованию псефитов молассы Битакского краевого прогиба и по одновременному с конвергенцией активно-окраинному магматизму в Равнинном Крыму. Огромная (1.5-2 тыс. км) амплитуда надвигания по Предгорной сuture, подтверждена палеомагнитными определениями, суммированными в работах [11, 12 и др.].

**Фронтальные меланжи** располагаются у древних коллизионных сuture или в активных зонах конвергенции. Они наклонены в одну сторону со швом и имеют одинаковую вергентность связанных с ними складок. Более детальная типизация таких меланжей определяется составом слагающих их кластолитов и матрикса (рис. 1). Подразделения на осадочные, вулканогенно-терригенные, гипсокарбонатные, а также полимиктовые и мономиктовые – общеприняты.

Примерами фронтальных меланжей являются мезозойские и кайнозойские микститы Горного и Предгорного Крыма [5, 8, 12]. Их падения соответствуют наклону мезозойской сuture и кайнозойской зоны конвергенции. Тыловые меланжи выявлены в Южном Донбассе [9, 10]. Там они расположены на активной окраине с конвергентным магматизмом и имеют северное падение, противоположное южному наклону Донецкой сuture.

По составу матрикса и кластолитов, среди фронтальных и тыловых надвиговых меланжей выделяются осадочные, вулканогенно-терригенные и гипсокарбонатные подтипы (рис. 1). Осадочные меланжи разнообразны по составу и называются по преобладающим литологическим различиям

кластолитов и матрикса. Они были выделены более 30 лет назад в разных регионах мира – на западе и востоке США, в Альпах, на востоке Азии в Туркестано-Алае и др. До настоящего времени они часто ошибочно трактуются как олистостромы, в той или иной степени тектонизированные, или не выделяются совсем.

В предшествующих классификациях отдельно рассматривались терригенные и карбонатные меланжи [3 и др.]. Но поскольку оба типа пород являются осадочными, мы, как и в зарубежных публикациях, выделяем осадочные меланжи, подчеркивая седиментационный тип слагающих их элементов. В зависимости от разного или одинакового литологического состава обломков, они традиционно разделяются на полимиктовые и мономиктовые.

В Горном Крыму к осадочным (преимущественно терригенным) фронтальным меланжам относятся неоген-четвертичные Подгорный и Южнобережный меланжи. К типу фронтальных надвиговых микститов они отнесены вследствие падения надвигов и вергентности принадвиговых складок согласно с основной зоной кайнозойской конвергенции. Подробное описание микстита опубликовано в работах [8, 11, 12 и др.].

На востоке по простиранию от Подгорного расположен Щебетовский меланж. Важность его выделения недавно показало широко известное в Крыму намерение открыть в зоне микстита «Коктебельский карьер» по добыче андезита. Отдельные кластолиты здесь окружены перетертым глинистым матриксом, что сводит на нет большие перспективы разработки предполагаемого крупного корневого тела магматических пород. Все это, в комплексе с экологическими проблемами взрывной добычи андезитов вблизи Карадагского заповедника и курортного поселка, привело к запрещению разработки карьера.

Полимиктовые осадочные и вулканогенно-осадочные меланжи очень хорошо обнажены и изучены в Туркестано-Алайской складчатой области. Лучшим примером тому – полимиктовый терригенный Тульский меланж Тянь-Шане [3 и др.]. От мономиктовых их отличает пестрый состав кластолитов,

неоднородный матрикс и его более интенсивная переработка. По способу образования выделяют две основные разновидности. Первая формируется в основании покровов и частично развивается по фронтальным олистостромовым комплексам. Вторая образуется по зонам мощных срывов внутри покровно-складчатого чехла на стадии коллизии. В современной структуре полимиктовый меланж второй разновидности формируется во внутриконтинентальных частях присутурных швов и в полого залегающих козырьковых частях срывов.

В Предгорном Крыму к надвиговому фронтальному полимиктовому вулканогенно-терригенному типу относится Симферопольский меланж [5, 12 и др.]. Он связан с региональным присутурным надвигом северного падения и прослежен широкой (1-6 км) полосой более чем на 50 км вдоль Предгорного коллизионного шва. Юго-западнее он почти полностью перекрыт меловыми толщами и далее обнажен в высоком обрыве у мыса Фиолент. Восточнее меланж переходит в тектоно-гравитационный микстит нижнего мела, что фиксируется в обнажениях и по данным сейсморазведки. Подстилающий флиш таврической серии чрезвычайно сильно дислоцирован надвигами север-северо-западного падения и интенсивно сжатыми шарьяжными складками, местами с двойным опрокидыванием. Верхний контакт меланжа с молассой Битакского краевого прогиба и фрагментом Бодракского палеовулкана – тектонический.

Гипсокарбонатные и гипсосолевые меланжи изучены плохо и публикаций по ним мало. Обычно они принимались за стратиграфические подразделения (свиты). Высокая пластичность каменных солей, гипсов и ангидритов с прослоями карбонатов в условиях тангенциального сжатия неизбежно приводит к их аномальной дислоцированности и слабой обнаженности.

В геодинамической эволюции цикла Вильсона, соленосные отложения закономерно формируются в основном на двух этапах – рифтогенном и коллизионном. Соленосные комплексы рифтогенного этапа подстилают пассивно-окраинные формации и при конвергенции послойно меланжированы во многих регионах. Примерами тому являются региональные послойные срывы



по верхнеордовикским солям севера Урала и Приуралья [6], по кембрийским солям в Загросе, по фундаменту в Эллинидах [1], по верхнедевонским эвапоритам в Складчатом Донбассе [9, 10]. В Южном Тянь-Шане Акмуйнакский гипсокарбонатный меланж, подвергнут динамометаморфизму зеленосланцевой фации, что описано в работе [3]. На коллизионном этапе соленосные комплексы образовались в Предзагросском краевом прогибе. При тангенциальном сжатии из-за своей аномальной пластичности, они подверглись интенсивному меланжированию. Согласно нашим исследованиям, так называемая «свита гачсаран», может служить тектонотипом такого микстита.

**Тыловые меланжи** нередко сходны с фронтальными, но связаны с ретронадвигами, имеющими наклон противоположный коллизионной сuture. Такие микститы располагаются в тыловой части складчато-надвиговой области или зон конвергенции и диагностируются достаточно просто – по положению относительно основных надвиговых структур.

Например, к тыловым вулкано-терригенным меланжам в Южном Донбассе относятся Родниковский, Горняцкий, Дальний, Раздольненский, Южностыльский и Войковский микститы. Они связаны с пологими ретронадвигами северного наклона, срывающими разные породы палеозоя и протерозоя [9, 10].

Микститы сложного генезиса образуются при наложении разных этапов геодинамической эволюции и при комбинации описанных выше меланжей. К ним относятся: меланжи с фрагментами олистостром, эндогенно ремобилизованные олистостромы, меланжи с глыбами меланжа другого типа, и т. д. Четко обоснованные микститы смешанного генезиса в литературе описывались редко, хотя выделено их достаточно много. Исключение составляет Францисканский меланж по олистостроме, детально изученный в комплексе зоны аккреции [14 и др.].

Важно отметить, что олистостромы и разнотипные меланжи нередко формируются одновременно. Как следствие, образуются тектонизированные фронтальные олистостромы. Их формирование связано с оползневыми

комплексами, развитие которых контролируется тектоническими покровами и надвигами. Терригенные полимиктовые меланжи иногда развиваются в подошвах покровов при тектонизации олистостром, образованных ранее перед фронтом надвигающегося покрова. Такой меланж имеет нечетко выраженный, постепенный нижний контакт, которым он отделяется от подстилающих олистостром. Верхний контакт, по которому его перекрывают образования покрова – тектонический. Толщина таких комплексов обычно не более 200 м. Их детальное описание приведено в работах [3, 5, 12 и др.].

В Крымско-Черноморском регионе, согласно современной структурно-геодинамической модели [11], смешанные микститы можно предполагать в Подгорном и Южнобережном меланжах, которые формируются одновременно с Массандровской олистостромой, а также в подводном Южнокрымском меланже, образуемом совместно с одноименной олистостромой.

**Выводы.** Таким образом, меланжи представляют собой широко распространенные геологические образования, известные во многих регионах мира и в Крыму. Предложенная геодинамическая классификация включает все известные типы современных и древних меланжей, что позволяет разделять их в сложно построенных складчато-надвиговых областях.

### Литература

1. Беллостоцкий И.И. Строение и формирование тектонических покровов. Москва, Недра, 1978. – 238 с.
2. Бискэ Г.С. Палеозойская структура и история Южного Тянь-Шаня. Санкт-Петербург, С.-Пб ГУ, 1996.– 192 с.
3. Геологическое картирование хаотических комплексов. Серия методических руководств по геодинамическому анализу при геологическом картировании / В.М. Ненахов, В.Ю. Лыточкин, А.С. Перфильев и др. Москва, Роскомнедра, 1992.– 230 с.
4. Книппер А.Л. История развития серпентинитового меланжа Малого Кавказа // Геотектоника, 1971, № 6. – С. 87-100.

5. Юдин В.В. Симферопольский меланж. // Доклады Российской АН, 1993, т. 333, № 2.– С. 250-252.
6. Юдин В.В. Орогенез Севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург, УИФ “Наука”, 1994. – 286 с.
7. Юдин В. В. Предгорная сутура Крыма // Геологический журнал. Киев, 1995. № 3-4. – С. 56-61.
8. Юдин В.В. Микститы Горного Крыма // Доклады АН. М., 1998, т. 363, № 5. – С. 666-669.
9. Юдин В.В. Геодинамика Южного Донбасса: Монография. Киев, УкрГГРИ. 2003. – 92 с.
10. Юдин В.В. Тектоника Южного Донбасса и рудогенез. Монография. Киев, УкрГГРИ, 2006. – 108 с.
11. Юдин В.В. Геодинамика Черноморско-Каспийского региона. Монография. Киев, УкрГГРИ, 2008. – 116 с.
12. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. – 336 с.
13. Юдин В.В. Классификация олистостром. Труды Крымской Академии наук, Симферополь, 2012. –С. 150-162
14. Page B. M. Franciscan melanges compared with olistostromes of Taiwan and Italy. // Tectonophysics, 1978, № 3-4. – P. 223-246.

