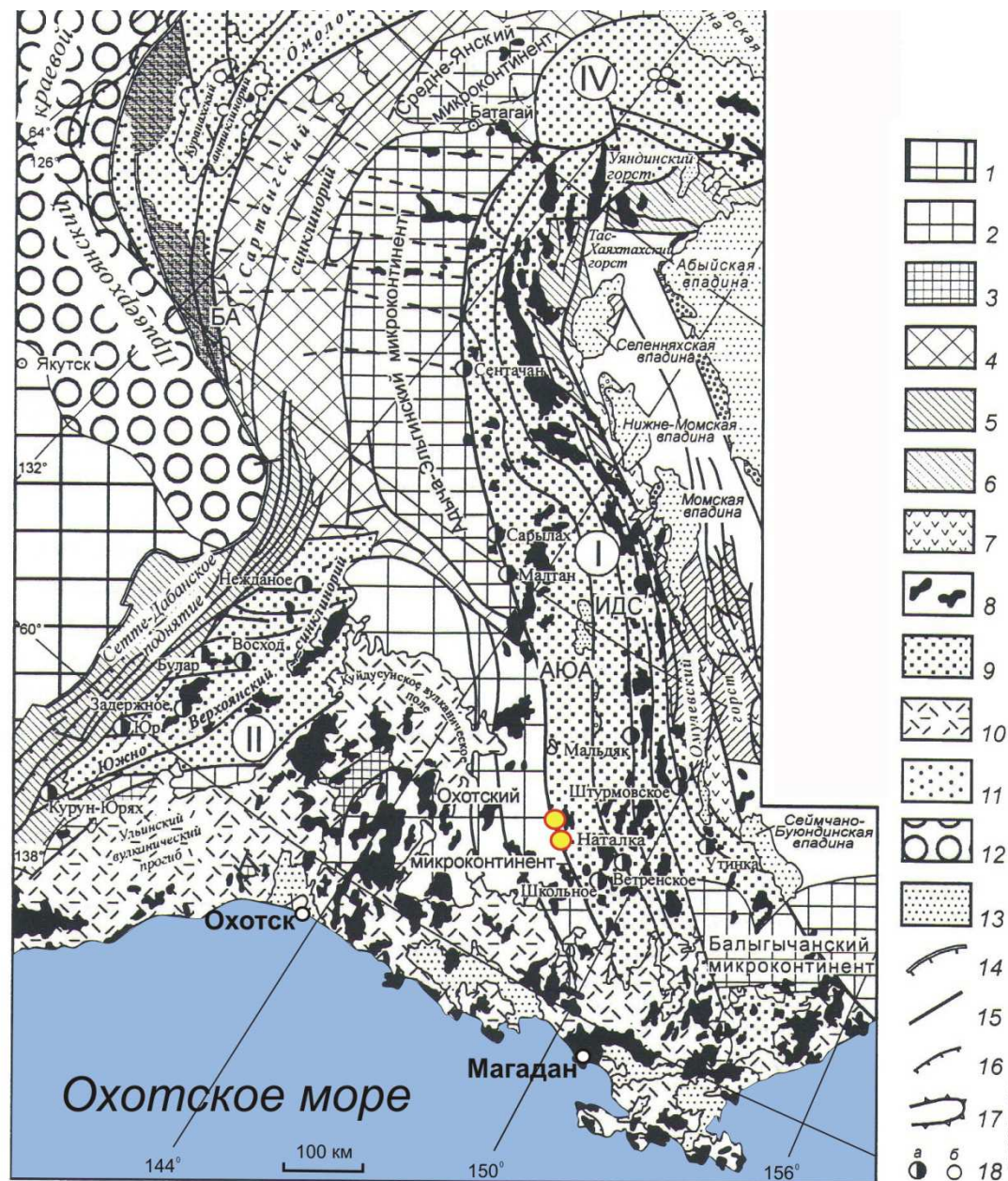


РАССЕЯННОЕ УГЛЕРОДИСТОЕ ВЕЩЕСТВО В ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДЕГДЕКАН

Романова А.С., Будяк А.Е.
(Институт Геохимии им. А.П.Виноградова, г. Иркутск)





В пределах Яно-Калымского металлогенического пояса известны ряд крупных месторождений золота приуроченных к участкам развития черносланцевых формаций, относящихся к позднепермским осадкам палеобассейна. Среди них такие известные месторождения как Наталкинское и Дегдекан, а так же ряд более мелких по запасам их сателлитов.

Схема распространения Тенькинского глубинного разлома

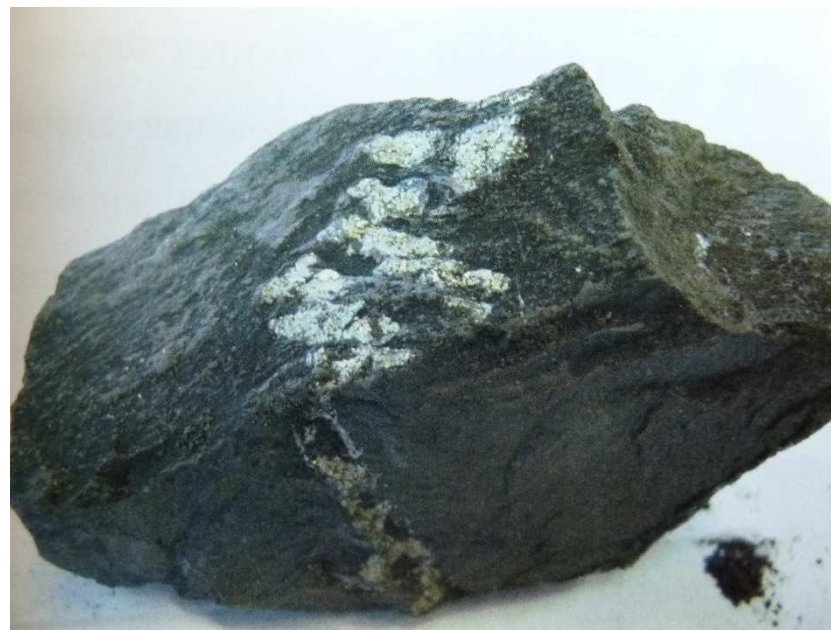
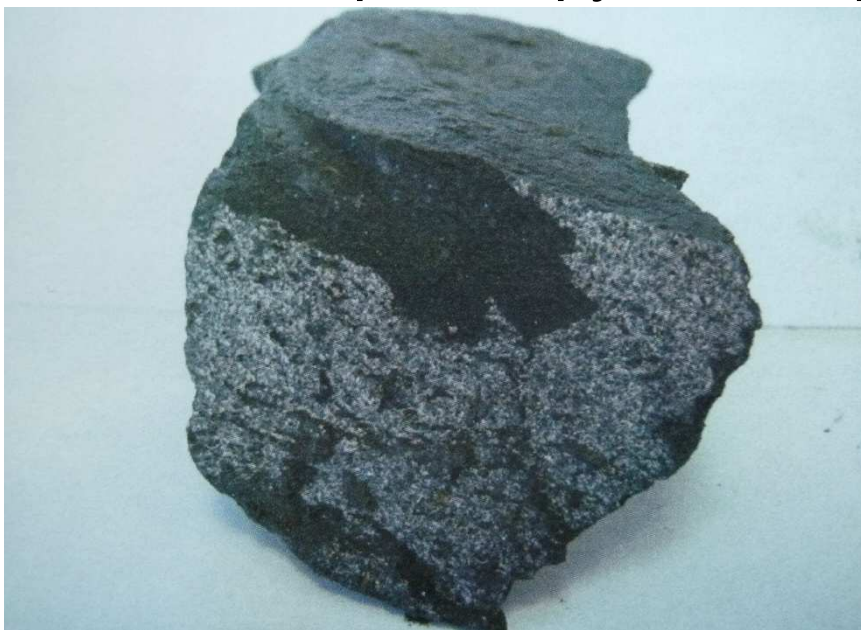


Рис. Схема распространения фаций прогрессивного метаморфизма (составлена на основе карты М. Л. Гельмана, М. П. Крутоус, А. У. Филиппова и О. Г. Эпштейна, 1976 г.) [Ворошин и др., 2000б]

Важно отметить пространственную локализацию круга золоторудных объектов приуроченных к черносланцевым толщам, таких как Родионовское, Игуменовское, Павлик, Омчак, Наталка, Дегдекан, Токичан и др., глубинному тенькинскому разлому.

Наши исследования рассеянного углеродистого вещества (РУВ) углеродистых сланцев проводилось на технологической пробе месторождения Дегдекан (ИрГИрМет). Непосредственно изучаемое месторождение локализовано в пермских черносланцевых толщах Аян-Юряхского антиклинория Верхояно-Чукотской складчатой области.

Образцы руд месторождения Дегдекан



Технологическая проба, исследуемая в данной работе, характеризует первичные руды, представленные в основном углистыми сланцами с преобладанием в составе прожилков карбонатов, кварца, с массовой долей сульфидов не более 3%.
Текстура – прожилковая и прожилково-вкрапленная.

Результаты спектрального анализа пробы

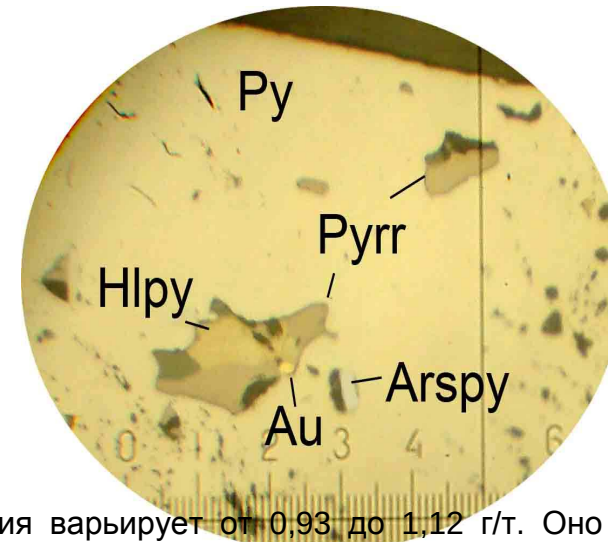
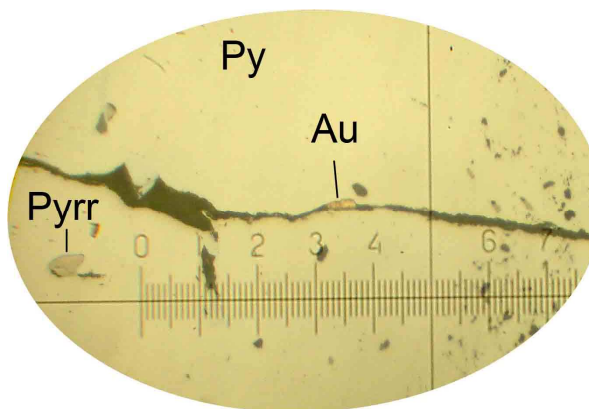
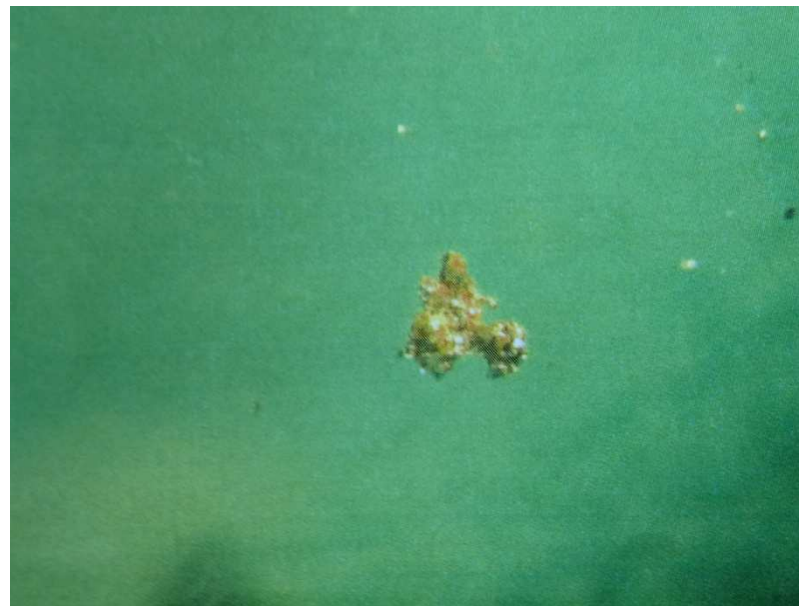
Элемент	Массовая доля, %	Элемент	Массовая доля, %
Ni	0.008	Sc	0.0005
Co	0.002	Be	0.0003
V	0.008	B	0.03
Cr	0.015	Ga	0.003
Pb	0.003	La	0.003
Cu	0.006	Y	0.004
Zn	0.02	Yb	0.0004
W	0.001	P	0.05
Mo	0.0003	Ba	0.03
Zr	0.015	Sr	0.04
As	0.15	Li	0.006
Sn	0.0008	Ge	0.0001

Химический состав проб (силикатный анализ)

Компоненты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe _{общ}	S _{общ}
Массовая доля, %	67,6	19,1	0,76	0,07	1,30	3,30	0,19	4,12	1,48

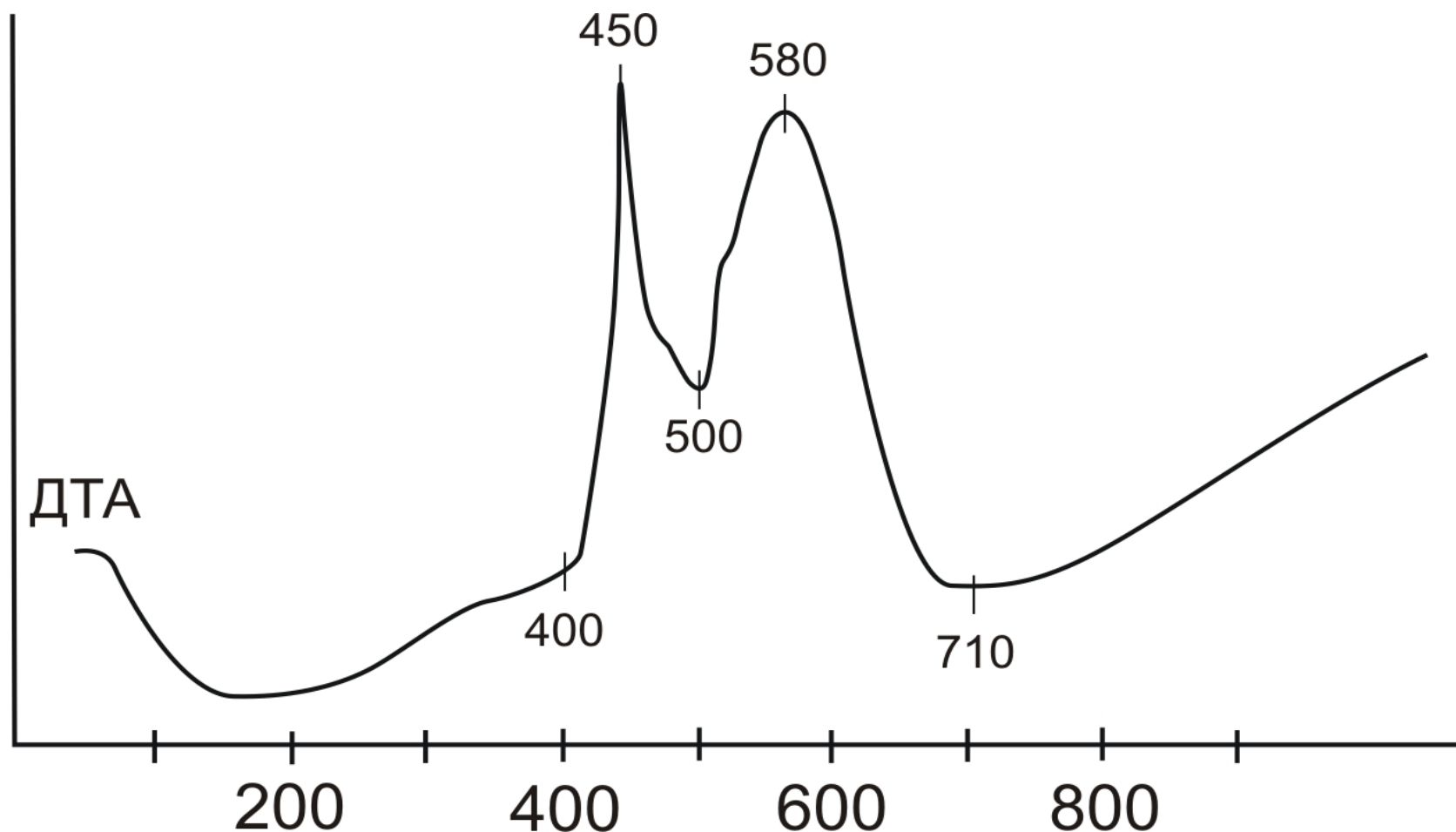
Химический состав пород изучали с применением оптического спектрального, количественного рентгенофлуоресцентного и фазового атомно-абсорбционного методов анализа. Содержание драгоценных металлов определяли пробирным анализом исходной пробы, а также по балансу технологических опытов.

Золото месторождения Дегдекан



Содержание золота в технологической пробе из рудного горизонта месторождения варьирует от 0,93 до 1,12 г/т. Оно находится преимущественно в самородном виде и ассоциировано с кварцем и сульфидами. Золото, в основном, мелкое и тонкое, его доля составляет 82,3 % от общей массы золотин. Размер частиц изменяется от 3мкм до 25мкм. Форма частиц разнообразная, но преобладают частицы неправильных очертаний.

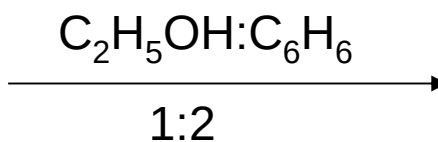
Дериватограмма углистой пробы.



Дериватограф Q 1500D. ИЗК СО РАН, Иркутск

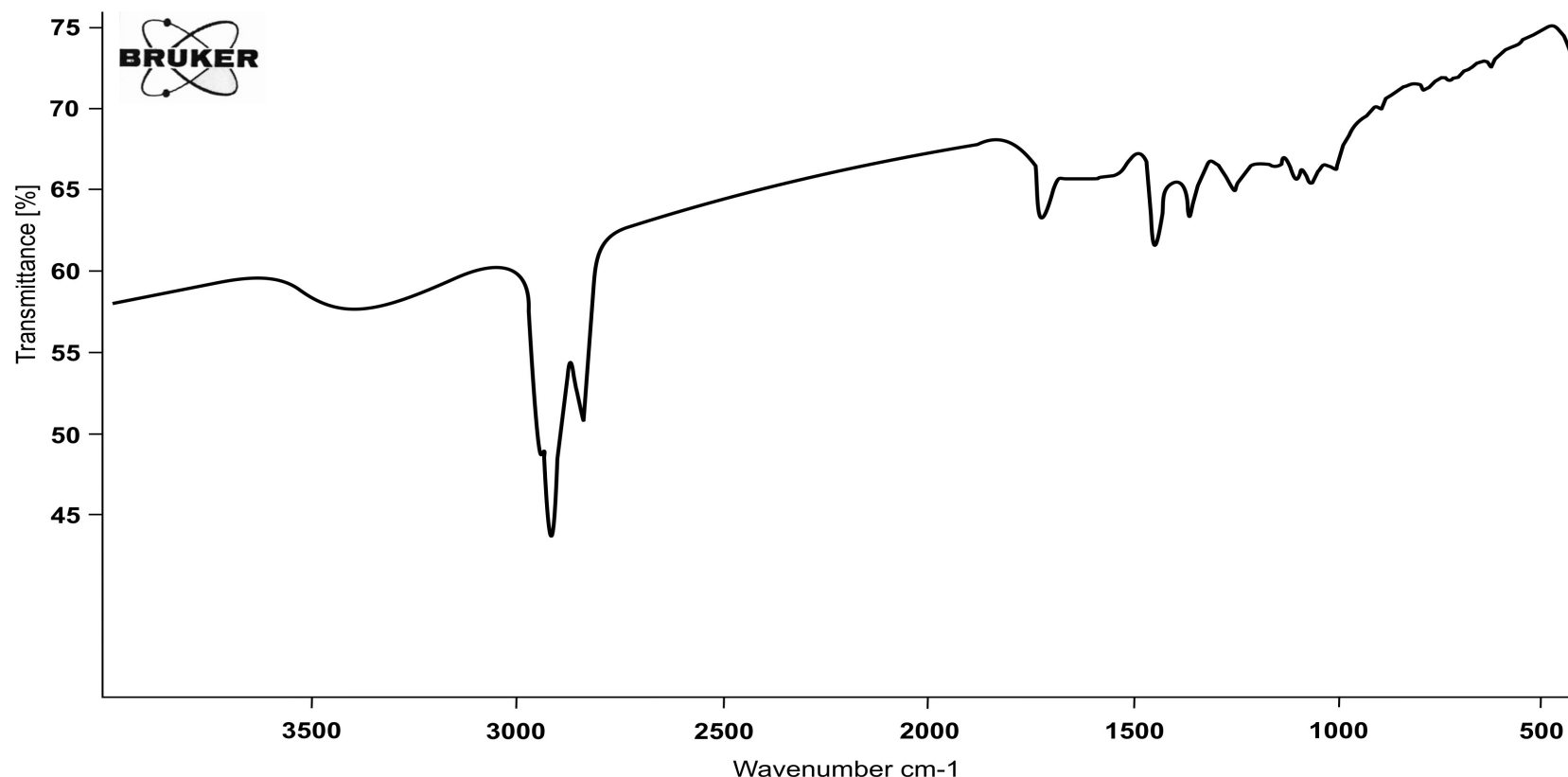
На первом этапе было определено валовое содержание углерода, которое составляет 1,8–2,5%. Углерод присутствует в карбонатной (0,67%) и органической (1,82%) форме. На кривой дифференциально-термического анализа для углистой пробы (ИЗК СО РАН, Иркутск) зафиксировано два максимума экзотермической реакции, соответствующие 450°C и 580°C, что указывает на неоднородность углеродистого вещества и вероятность различного его генезиса. Изотопный состав углерода ($\delta^{13}\text{C}$) углеродистого вещества (ЦНИГРИ, Москва) составляет в среднем $-21,5\%$, что подтверждает его биогенное происхождение.

Метод извлечения растворимого углеродистого вещества



Следующим этапом исследования было извлечение растворимого углеродистого вещества (битумоид). Извлечение битумоида из исследованной пробы осуществлялось холодной экстракцией. Один килограмм пробы, измельченной до 0,25 мм, помещается в емкость из темного стекла для исключения процесса окисления растворителя и экстракта под воздействием солнечного света заливается шестью литрами смесью спирт-бензол (1:2). Экстракция проводится в течение 10 дней при механическом перемешивании с периодической сменой растворителя. Далее битумоид отделялся от растворителей и высушивался до постоянного веса, выход его составил 0,0004%.

ИК-спектр спиртобензольного битумоида.



C:/V70_Spectra/ALLA2/Antipova BD 3.0

Antipova BD 3.0

Plenka CHCL3

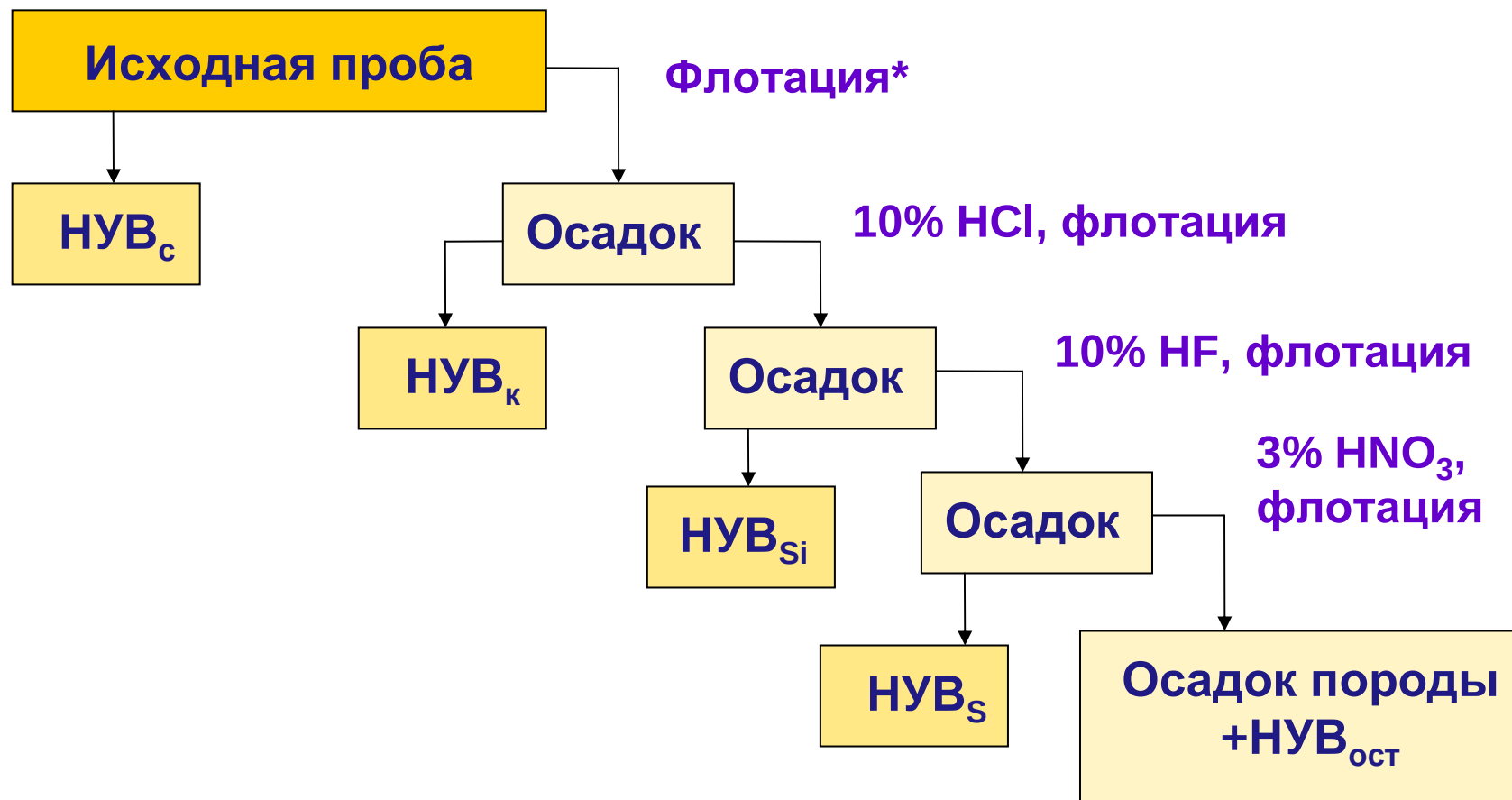
09/02/2011

прибор UR-1, ИХ СО РАН, Иркутск

По данным ИК-спектроскопии (прибор UR-1, ИХ СО РАН, Иркутск) спиртобензольный битумоид исследуемой пробы характеризуется полосами поглощения метильных и метиленовых структур углеводородов (1390, 1460 см⁻¹), парафиновых цепей (2920, 2950-2970 см⁻¹), полос поглощения ароматических структур, кислородных функциональных групп карбоновых кислот, альдегидов, ароматических сложных эфиров нет.

Элементный анализ показал, что спиртобензольный битумоид состоит только из углерода 88,34% и водорода 11,86%, то есть представленными углеводородными фракциями (нормальные алканы и нафтеновые углеводороды). Геополимеры (смолы, асфальтеновая фракция) не зафиксированы, так как не обнаружены соединения с гетероэлементами (азот, кислород, сера).

Схема анализа



Примечание: НУВ_с - свободное; НУВ_к - карбонатное; НУВ_{Si} - силикатное;
НУВ_S - сульфидное; НУВ_{ост} - остаточное.

* - проба+H₂O+петролейный эфир.

Распределение основных элементов в нерастворимом углеродистом веществе (НУВ), месторождение Дегдекан

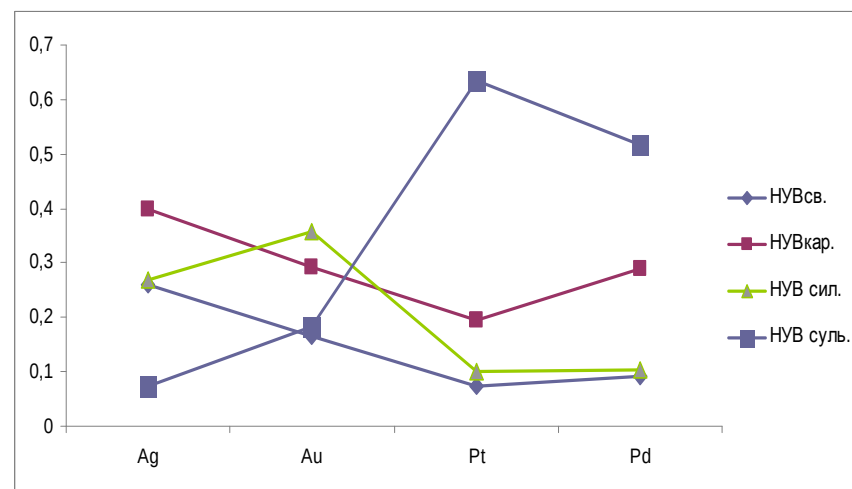
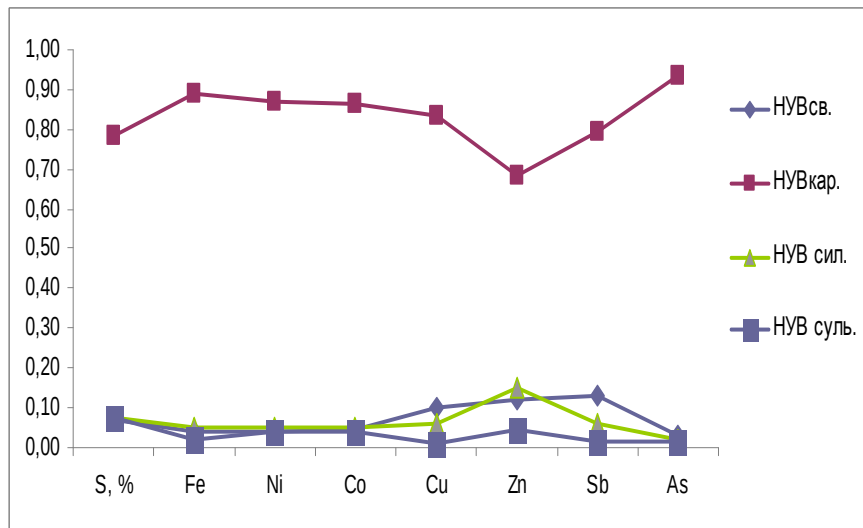
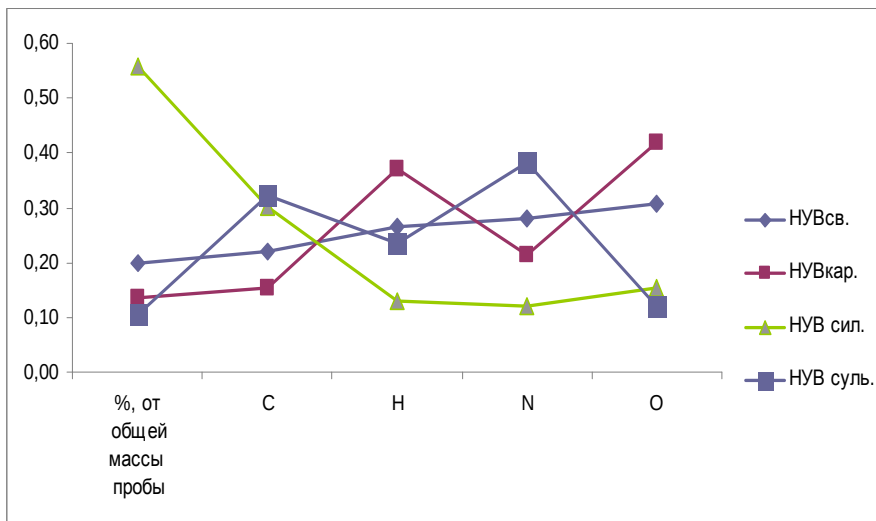
название пробы	масса выделенного в-ва, г	%, от общей массы пробы	%					
			С	Н	О	N	S	Fe
НУВ _{св}	0.280	0.019	60.1	0.61	22.2	0.42	0.21	0.41
НУВ _к	0.125	0.013	41.9	0.86	30.4	0.32	2.35	9.10
НУВ _{Si}	0.315	0.053	82.3	0.30	11.2	0.18	0.22	0.52
НУВ _S	0.059	0.010	87.5	0.54	8.7	0.57	0.22	0.23
сумма	0.779	0.095	271.8	2.31	72.5	1.49	3	10.26

Примечание: НУВ_{св}- свободное; НУВ_к- карбонатное; НУВ_{Si}- силикатное;
НУВ_S- сульфидное; НУВ_{ост}- остаточное.

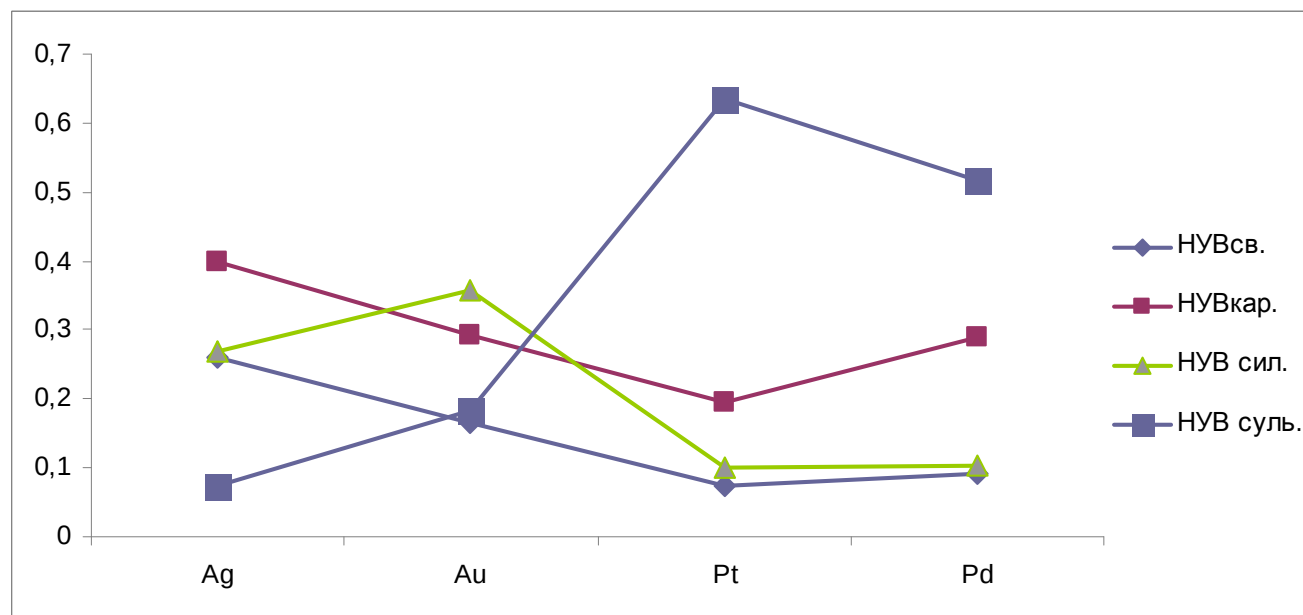
С, Н, О, N, S – элементный анализ, Иркутский Институт Химии им. А.Е. Фаворского

Fe – атомно-эмиссионный анализ, Институт геохимии им. А.П. Виноградова, Иркутск

Распределение основных элементов в нерастворимом углеродистом веществе (НУВ), месторождение Дегдекан

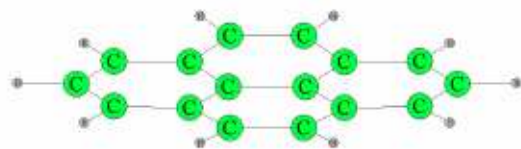


Распределение Ag, Au, Pt, Pd в нерастворимом углеродистом веществе (НУВ), месторождение Дегдекан



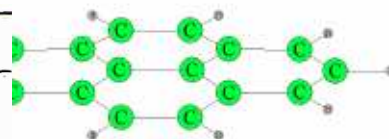
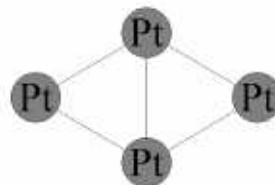
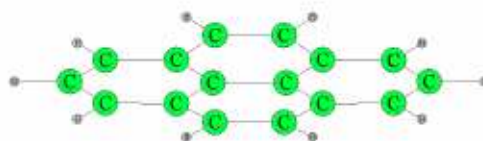
название пробы	Ag, г/т	Au, г/т	Pt, г/т	Pd, г/т
НУВ _{св}	9,3	6,8	0,3	0,09
НУВ _к	14	12	0,9	0,27
НУВ _{Si}	9,6	15	0,5	0,09
НУВ _S	2,6	7,5	2,8	0,48

Примечание: атомно-абсорбционный анализ, Институт геохимии им. А.П. Виноградова, Иркутск

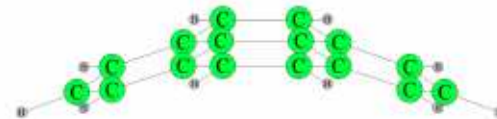
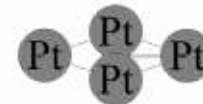
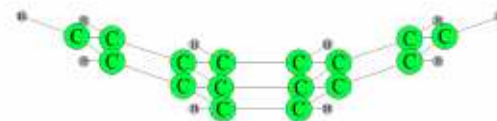


Pt

Pt



Pt₄(C₁₆H₂₆)₂ (I)



Pt₄(C₁₆H₂₆)₂ (I)

Кластер	$E_{\text{полн}}$, а.е.	ΔE , КДж/моль
(C ₁₆ H ₂₆) ₂	-192.233	
Золото		
Au ₂	-272.097	
Au ₄	-544.233	
Au ₂ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-464.370	-105
Au ₂ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (-)	-464.342	-30
Au ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-736.507	109
Au ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (-)	-736.481	40
Платина		
Pt ₂	-359.297	
Pt ₄	-478.817	
Pt ₂ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-431.630	-261
Pt ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-671.119	-179
Pt ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (-)	-671.157	-278
Серебро		
Ag ₂	-292.4796	
Ag ₄	-584.9893	
Ag ₂ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-484.7396	-70
Ag ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (I)	-777.2535	-83
Ag ₄ (C ₁₆ H ₂₆) ₂ (-)	-777.2327	-29

Иллюстрированы квантово-химические расчеты взаимодействия графенов (C₁₆H₂₆) моделирующих структуру графита с кластерами золота, серебра и платины. На рисунке приведены рассчитанные конфигурации графенового фрагмента и комплексов платины.

в таблице показаны полные энергии рассчитанных кластеров ($E_{\text{полн}}$) и энергии взаимодействия металлических частиц с фрагментами графенов (ΔE). Как видно из таблицы именно комплекс с 4 атомами Pt с горизонтальным расположением металлического кластера оказался наиболее выгодным. Данные результаты позволяют сделать вывод о том, что при метаморфических преобразованиях, в межплоскостном пространстве графита частицы золота и серебра в нулевой степени окисленности вряд ли могут взаимодействовать с углеродом по механизму хемосорбции. При этом энергия взаимодействия кластера Pt особенно в ее горизонтальном расположении значительно выше. Из этого следует, что нанокластеры платины в графите способны создавать прочные химические связи. В следствии этого при кислотном выщелачивании платины, мы имеем ее значительные потери, что вероятно и мешает ее обнаружению на месторождении связанных с черносланцевыми формациями

Выводы:

Золото находится преимущественно в самородном виде и ассоциировано с кварцем и сульфидами.

Как известно концентраторами золота в битумоидах золоторудных месторождений, локализованных в черносланцевых толщах, являются в основном асфальтеновые фракции [Развозжаева и др., 2010]. Растворимая компонента (битумоид) месторождения Дегдекан имеет углеводородный состав и не содержит асфальтенов. В связи, с чем обнаружение золота в битумоидах, на наш взгляд является маловероятным.

Тем не менее, нерастворимый углерод (кероген), представляющий одну из минеральных фаз углистых сланцев месторождения Дегдекан, мог служить средой для концентрирования металла в процессе рудогенеза.

Pt находится в сульфидной фракции нерастворимого углеродистого вещества. По нашему мнению Pt на месторождении имеет исключительно научный, а не экономический интерес.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



01/01/2004