

УДК 553.52

Структурно-петрологические особенности базитовых интрузивных комплексов, перспективных на Cu-Ni оруденение (запад Сибирской платформы)

С.Н. Прусская*

*Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79*

Received 15.05.2013, received in revised form 22.05.2013, accepted 31.05.2013

На северо-западе Сибирской платформы проведён комплекс геолого-геофизических работ, включая бурение. Бурением вскрыты мощные интрузии траппов, в том числе и имеющие расслоенное строение, перспективные на обнаружение Cu-Ni руд норильского типа. Интрузии являются основным структурно-образующим фактором этого сложнейшего геоблока. Выполненная корреляция интрузий позволила выделить и проследить распространение по площадям бурения четырёх типов (комплексов) интрузий: катангского, кузьмовского, агатского и впервые выделенного онёкского, с холминским подтипом (Прусская, 1993). Установлено, что структурная составляющая онёкского тектоно-магматического комплекса характеризуется наличием штокообразных и хонолитоподобных интрузий и их апофиз, сложных ветвящихся даек. Это своеобразные каркасоподобные магматические комплексы, в том числе и вулканоструктуры. Особенностью локализации интрузивных комплексов в пределах Таначи-Моктаконской зоны является их связь с пересечениями субширотных и субмеридиональных разломов глубинного заложения. Ряд положительных локальных структур, закартированных сейсморазведкой в пределах Таначи-Моктаконской зоны, следует считать типичными вулканоструктурами, выполненными взрывным материалом, включающим субвулканические интрузии, а также крупнообъёмные расслоенные интрузивы (онёкский тип). Насыщенность осадочного чехла интрузивными комплексами (в том числе и расслоенными крупнообъёмными) составляет от 19 до 45 %. Становление расслоенных интрузий Таначи-Моктаконской зоны, так же как и Онёкской, было связано с глубинными мантийными процессами, способствующими формированию интрузивных комплексов, перспективных на наличие медно-никелевых руд норильского типа.

Ключевые слова: онёкский тектоно-магматический комплекс, расслоенные интрузии, руда норильского типа.

В результате региональных геолого-геофизических работ и бурения (структурно-колонковое и глубокое), проведенных ПГО «Енисейнефтегазгеология» и «Енисейгеофизика» в 1970-2000 гг., были выявлены основные черты геологического строения западной части Сибирской платформы. Оказалось, что вскрытые бурением мощные интрузии траппов (в том числе

и имеющие расслоенное строение) являются, несомненно, ведущим структурно-образующим фактором этого сложнейшего геоблока. Интрузии зафиксированы во всех разноранговых (как отрицательных, так и положительных) структурных формах осадочного чехла.

Локализуются интрузии базитов в различных горизонтах платформенного чехла (от триаса, пермо-карбона до нижних горизонтов кембрия). Количество интрузий в разрезах отдельных скважин достигает 15-18, причем 2-3 из них имеют значительные мощности (от 300 до 1500 м), а остальные – от нескольких метров до нескольких сантиметров. Наиболее мощные интрузивные комплексы, как правило, приурочены к поднятиям фундамента. В целом платформенный чехол по своим структурно-вещественным особенностям разделяется на верхнюю часть (ВЧР), имеющую очень сложную блоковую, «клавишную» и контрастную структуру (за счет внедрившихся базитовых интрузий), сложенную преимущественно верхнепалеозойско-нижнемезозойскими породами. Нижняя же, венд-палеозойская, часть чехла имеет довольно пологие структурные формы. Такой весьма сложный блоковый характер структурного плана верхнепалеозойско-нижнемезозойского комплекса связан с особенностями проявления вулканизма, внедрением разнофазных интрузивных комплексов.

Период становления трапповой формации Сибирской платформы сопровождался повышением тектонической активности земной коры, способствующей возникновению растягивающих напряжений, приведших к появлению глубинных разломов и заложению рифтогенных зон преимущественно меридиональной и диагональной ориентировки. По разломам происходили подъем и излияние огромных масс базальтоидной магмы. С учетом проведенных исследований Р.С. Неггис [1] считается, что толеитовая магма образуется на относительно небольших глубинах, что способствовало ее быстрому подъему по зонам разломов.

Наиболее крупные тектонические структуры I порядка – Бахтинский мегавыступ, Нижне-Тунгусский прогиб, Больше-Бирамбинская впадина – отличаются высокой степенью насыщенности трапповыми интрузиями (до 28-30 %) в среднем от мощности вскрытого осадочного чехла. Выполненные гравиметрические съемки (Прусаков М.Э. и др., 1991 г.) выявили наиболее крупные морфоструктурные формы фундамента – Сурингдаконский свод, Бахтинский, Нижне-Тунгусский и Хурингдинский прогибы (рис. 1). Поверхность фундамента «Ф» представляется очень плоской, о чем свидетельствуют близкие отметки глубин его залегания в глубоких скважинах с величинами от 3 до 5 км (скв. Кчм-3, Мкт-2, 3, 6 и др.). В прогибах сейсмическая поверхность «Ф» фиксируется на глубинах 6-8 км. С учетом комплексной интерпретации геолого-геофизических данных, по-видимому, фундамент этой части геоблока платформы представляет собой геотектоническую зону (в виде «пластины»), осложненную пологими сколовыми деформациями юго-западного простирания. В пределах площади Бахтинского прогиба некоторыми исследователями (Чернышев, 1986; Четвергов, 1990; Юнаковская, 1990 – фондовые материалы) выделяется глубинная структура рифтогенного типа широтной ориентировки. Есть основание предполагать наличие в прогибе рифейского промежуточного комплекса, о чем свидетельствует характер дифференциации волнового поля. Возможными границами распространения рифейского комплекса служат зоны Сурингдаконского и Верхне-Фатъяниховского разломов.

Целый ряд положительных локальных структур закартирован по данным сейсморазведки (горизонт Б или УБ в нижней части платформенного чехла). В их числе – Ангинское, Мокта-

конское, Восточно-Моктаконское, Южно-Моктаконское, Хурингдинское, Ланчакское и другие поднятия (рис. 1). При этом некоторые из них, такие как Ланчакское, Хурингдинское поднятия, Мало-Бахтинская антиклиналь и другие, следует считать типичными вулканоструктурами, выполненными эксплозивным материалом, включающими субвулканические интрузивные образования.

Эти структуры приурочены к развитию региональных линейных зон положительных магнитных аномалий интенсивностью 500-1000 нТл и более. Пространственная связь тектоно-магматических зон и положительных магнитных аномалий скорее парагенетическая, чем генетическая. Очевидно, магнитное поле обусловлено не трапповыми интрузиями, а гидротермально-метасоматическими и контактово-метаморфическими проявлениями – как в чехле, так и в фундаменте. На это, в частности, указывают большие расчетные глубины до магнитных объектов (сурингдаконская и более мелкие зоны развития пиритизации и сульфидной минерализации).

Проведенные петрологические исследования (1990-2010 гг.) на площадях бурения существенно дополнили представления о петрогенезисе пород трапповой формации платформы, условиях становления базитов.

Выполненная автором корреляция интрузий на основе комплексной обработки данных вещественного состава в сочетании с имеющийся петрохимической (силикатный анализ) и петрофизической информацией (магнитный картаж, измерения по керну скважин) позволили выделить и проследить распространение по площадям бурения четырёх типов (комплексов) интрузий, сопоставимых с классификацией М.Л. Лурье и др., 1962 г. (рис. 2):

I. Недифференцированные или слабодифференцированные интрузии пород нормального ряда. Катангский тип.

II. Сложностроенные расслоенные дифференцированные интрузивы пород нормального и магнезиального ряда. Крупнообъемные тела. Онёкский тип. Онёкский интрузив и его ветви.

III. Дифференцированные и слабодифференцированные интрузии пород нормального и магнезиального ряда. Холминский подтип онёкского типа.

III. Секущие, моноструктурные тела, сопоставимые с агатским дайковым типом.

IV. Расслоенные крупнообъемные интрузивы повышенной железистости, сопоставимые с Кузьмовским типом. Ясенгский, анакитский и максимовский интрузивы.

С учетом петрологических данных выделен и охарактеризован онёкский гипербазит-базитовый интрузивный тип (комплекс), представленный крупно-объемными расслоенными трапповыми интрузиями (онёкский интрузив и его ветви. Прусская С.Н., 1993; Васильев Ю.Р., Прусская С.Н., 2005-2007 гг.). Установлено, что структурная составляющая таких тектоно-магматических комплексов характеризуется наличием штокообразных и хонолитоподобных интрузий, находящихся в сложном соотношении с ветвящимися дайковыми телами и апофизами, часто имеющими кольцевую и дугообразную форму. Это весьма своеобразные каркасоподобные магматические комплексы, в том числе и вулканоструктуры. Динамика становления подобных комплексов связана с особенностями расположения магматических очагов на уровне нижней части земной коры – мантии, а также с характером их разгрузки и петрохимическими особенностями расплавов. Учитывая результаты глубинного сейсмического зондирования, не исключено, что для подобных тектоно-магматических структур

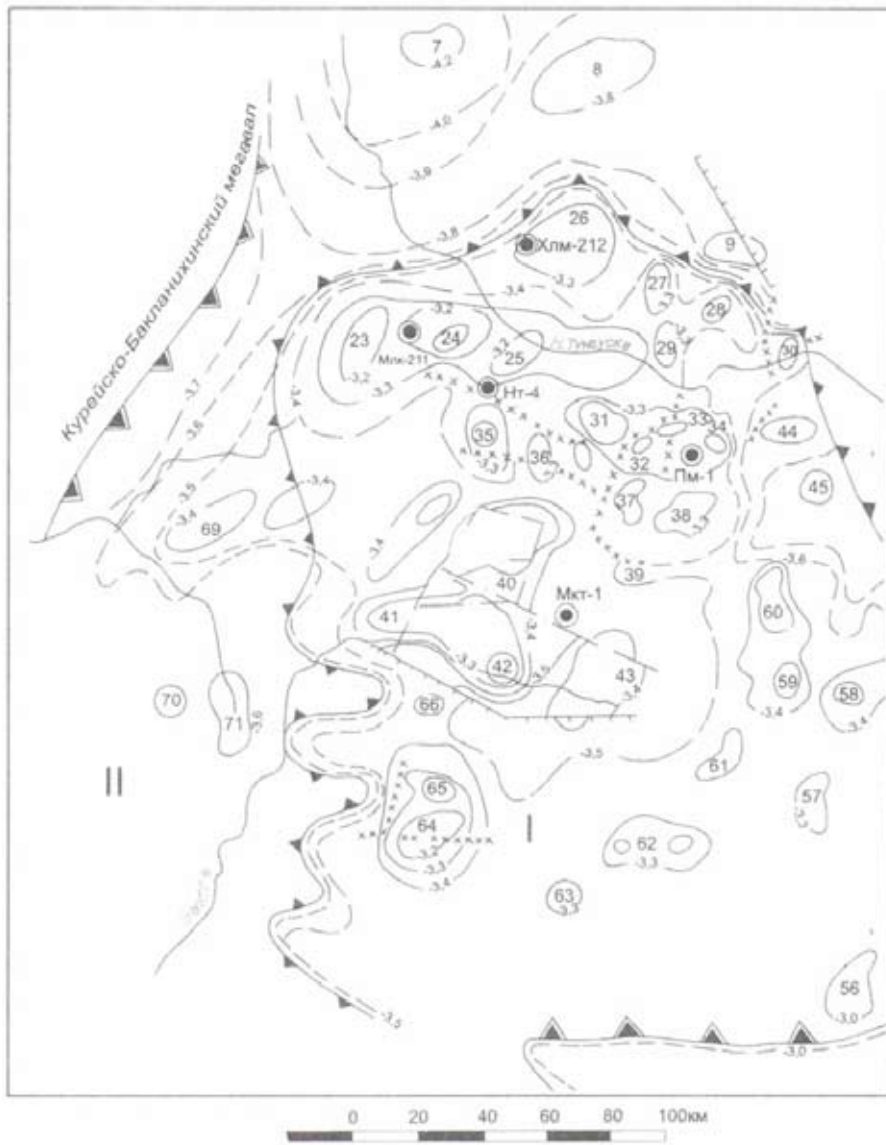


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема по отражающему горизонту Б (IV) западной части Сибирской платформы (по данным ПГО «Енисейнефтегазгеология»)

Изогипсы отражающего горизонта Б(IV) в кровле собинской свиты нижнего кембри

- уверенные
- - - предполагаемые
- Разрывные нарушения:
 - установленные по геологическим данным
 - - - установленные по сейсмическим данным
 - - - предполагаемые по другим геофизическим методам
- Границы тектонических элементов
 - ▲ надпорядковых
 - ▲ I-го порядка
 - локальных структур
- Скважины:
 - Хлм-212 — глубокого поискового и разведочного бурения

Структурно-тектонические элементы

Структуры I-го порядка

I-Бахтинский мегавыступ

II-Нижне-Тунгусский мегапрогиб

Структуры III-го порядка

- 7. Аяглинская
- 8. Верхненимдинская
- 23. Западно-Малькитконская
- 24. Малькитконская
- 26. Холминская
- 31. Бурусская
- 32. Западно-Пойменная
- 35. Дельтулинская
- 36. Ясенгская
- 40. Тавачинская
- 41. Усть-Дельтулинская
- 42. Сулимовская
- 43. Моктаконская
- 58. Сурингдаконская
- 62. Бахтинская
- 64. Тынепская
- 65. Аяхтинская
- 71. Хуриндинская

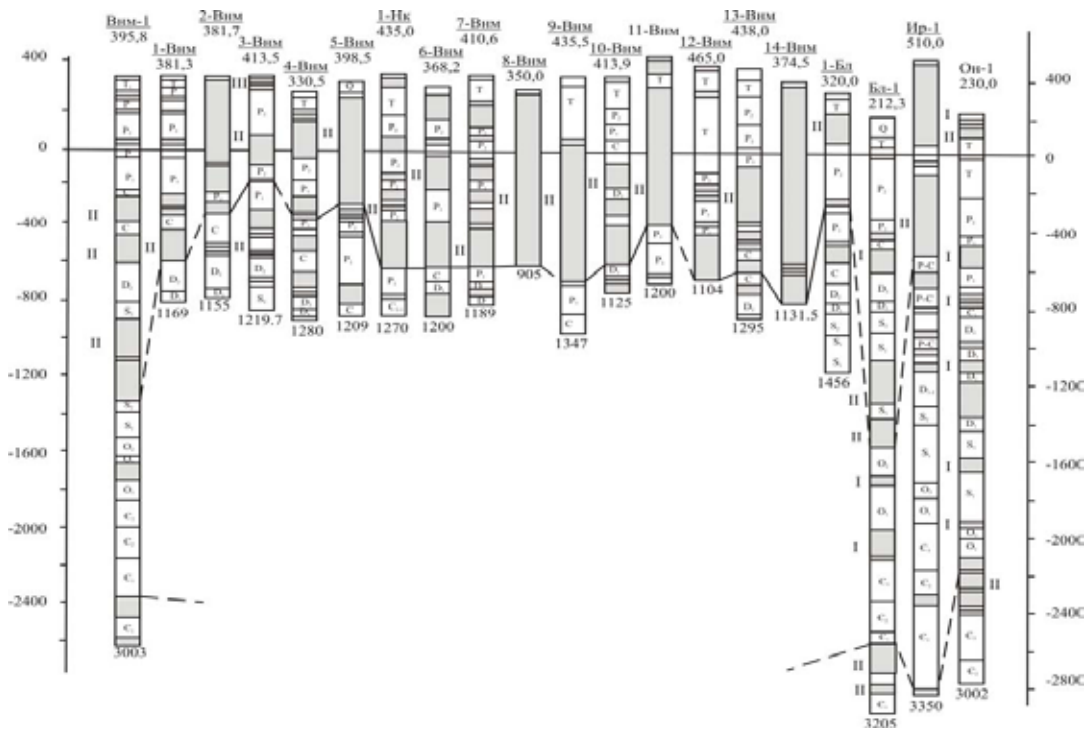


Рис. 2. Схема корреляции интрузий

характерно многоярусное расположение магматических очагов, действующих довольно длительно в пермо-триасовое время.

Значительный объем интрузивных траппов в разрезах верхней части осадочного чехла вскрыт скважинами Таначи-Моктаконской приподнятой зоны (рис. 3). В пределах зоны выделяется ряд пликативных поднятий, картируемых по горизонту Б. Эти локальные поднятия сгруппированы в валообразную гряду, вытянутую в северо-западном направлении. Развитие зоны контролировалось глубинным разломом того же простирания. Разлом выделен по комплексу геолого-геофизических данных. Считается, что он раннерифейского заложения, но в процессе становления осадочного чехла разлом неоднократно подновлялся, проявляя свою тектоническую активность.

Моктаконское поднятие по горизонту Б представляет собой куполовидную складку, оконтуренную по изогипсе 3300 м с размерами 11x13 км, площадью 160 км², амплитудой 110 м. Южное крыло складки срезано тектоническим нарушением. По зоне разлома Моктаконское поднятие граничит с Южно-Моктаконским поднятием, оконтуренным изогипсой 3300 м, площадью 20 км², амплитудой 80 м. По горизонту Б это брахиантиклиналь с размерами 20x10 км.

Таначинское поднятие в центральной части разбито серией нарушений сквозного характера с преимущественной ориентировкой запад-восток и северо-восток – юго-запад. Структура вытянута в направлении северо-запад – юго-восток и имеет размеры по длинной оси около 30 км, по короткой – в пределах 15 км. Размеры пликативной части поднятия в западном блоке по изогипсе – 650 м составляют по длинной и короткой осям 16x9 км, амплитудой около 100 м. Размеры пликативной части Таначинского поднятия в центральном блоке по изогипсе – 500 м составляют 9x7 км при амплитуде около 150 м. В пределах Таначи-Моктаконской зоны разрезы скважин, вскрывшие осадочный чехол на полную мощность, от 15-45 % представлены интрузивными образованиями. Причем по отдельным разрезам (скважины 6, 8, 9 и др., см. рис. 3) отложения верхней части осадочного чехла, вплоть до уровня устьпелядгинской, устьмундуйской свит, полностью замещены интрузивными образованиями. В верхней части разреза отмечаются «перескоки» интрузий с уровня на уровень стратиграфического разреза, создавая тем самым характерную блоковую мозаику. Относительно стабильно выдерживает уровень своей локализации пластовая интрузия в соленосных отложениях Сурингдаконской и Бурусской свит. Эта интрузия прослежена практически во всех скважинах, где ее мощность изменяется от 70 до 218 м. Распределение пластовых интрузий в пределах Таначи-Моктаконской зоны, согласно выделяемым стратиграфическим подразделениям, отражено в табл. 1, 2 и на рис. 3 – геологическом профильном разрезе.

Одной из особенностей локализации интрузий в пределах этой зоны является их приуроченность к трём блокам земной коры, где зафиксировано пересечение субширотных и субмеридиональных систем разломов глубинного заложения. К таким блокам относятся:

- 1) блок расположения поисковых скважин 4, 6, 7 и колонковых скважин 6, 7 Таначинской площади;
- 2) блок расположения поисковых скважин 1, 3, 4, 7 и колонковой скважины 2 Моктаконской площади (табл. 1, 2)

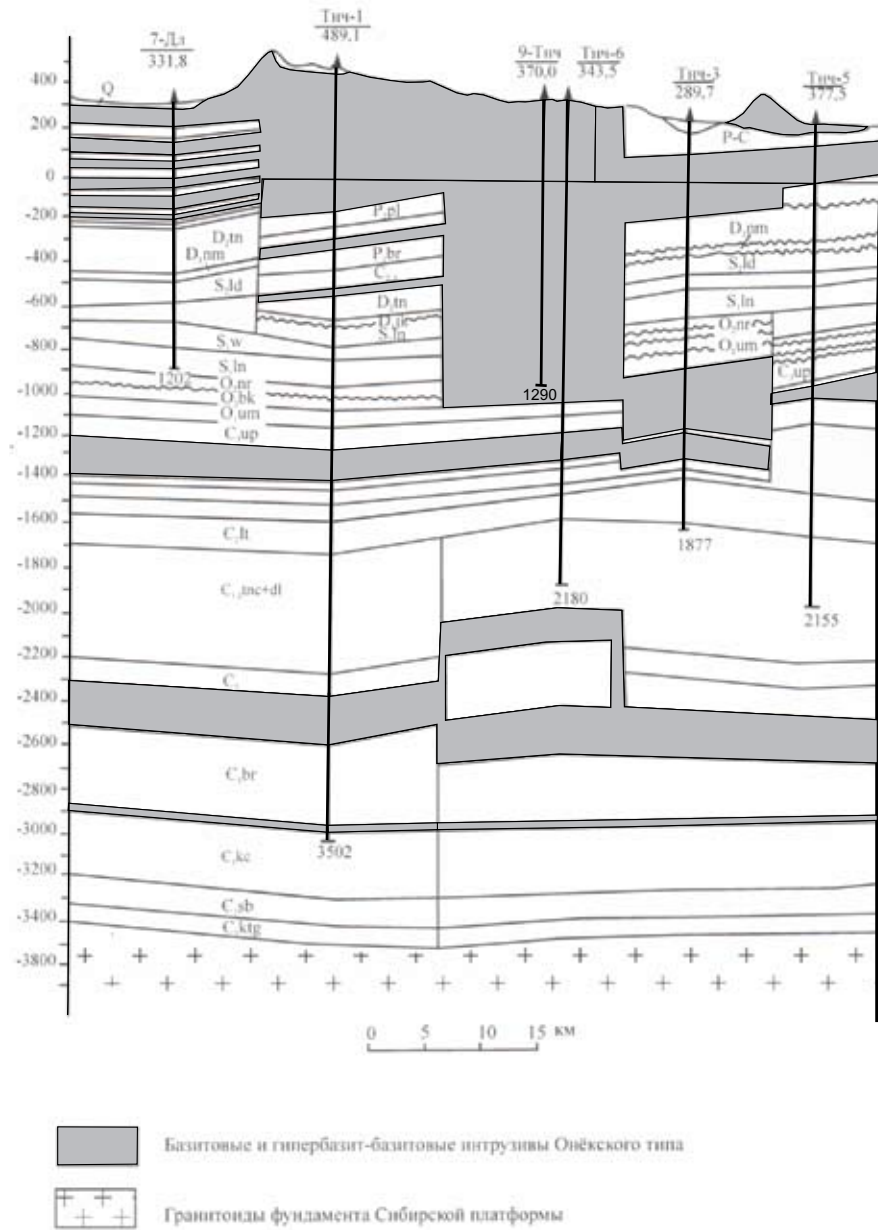


Рис. 3. Геологический профиль по разрезам скважин 7-Дл – Тнч-5

Приведенные данные также свидетельствуют о контролирующей роли разрывных нарушений в становлении не только интрузивных тел секущего характера, но и субпластовых крупнообъемных расслоенных интрузий, возможно потенциально рудоносных.

Сопоставление особенности химизма онёкского интрузивного комплекса и интрузий Таначи-Моктаконской зоны с ранее выделенными петрохимическими типами интрузивных траппов Сибирской платформы [2-7] показало, что исходный расплав, формирующий все многообразие пород этого интрузивного комплекса, близок к петрохимическому типу западного сектора Сибирской платформы по большинству породообразующих оксидов, а по содержанию

Таблица 1. Насыщенность осадочного чехла базитовыми интрузиями по разрезам скважин Таначинско-Моктаконской приподнятой зоны

Подразделения	Мрс*- 217	Тнч-8	Мкт-1	Мкт-2	Мкт-3	Мкт-5	Мкт-6	Тнч-7	Тнч-9	Кчм-3
Верхний палеозой	<u>492</u> ** 80	-	<u>124</u> 30	<u>265</u> 57	<u>103</u> 27	<u>155</u> 63	<u>279</u> 93	<u>147</u> 20	<u>1253</u> 94	-
Девон	-	-	<u>174</u> 50	-	-	-	-	-	-	-
Силур	<u>158</u> 37	-	<u>179</u> 38	<u>21</u> 8	<u>163</u> 37	<u>166</u> 37	<u>261</u> 50	<u>10</u> 3	-	<u>478</u> 50
Ордовик	<u>61</u> 19	<u>1163</u> 90	<u>150</u> 40	<u>216</u> 50	-	<u>74</u> 25	<u>52</u> 18	-	-	<u>110</u> 52
Верхний-средний кембрий	<u>57</u> 14	<u>89</u> 21	<u>27</u> 7	<u>284</u> 46	<u>385</u> 55	<u>24</u> 6	<u>31</u> 8	<u>201</u> 37	<u>114</u> 25	<u>90</u> 21
Таначинская+дельтулинская свиты	-	<u>260</u> 33	-	-	-	-	-	-	<u>108</u> 16	<u>253</u> 33
Булайская свита	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Суригдаконская+буруская свиты	<u>70</u> 10	<u>218</u> 42	<u>90</u> 17	<u>133</u> 20	<u>148</u> 24	<u>87</u> 17	<u>153</u> 24	<u>126</u> 21	<u>149</u> 25	<u>141</u> 20
Кочумдекская свита	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Венд-кембрий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Осадочный чехол	<u>842</u> 22	<u>1730</u> 45	<u>744</u> 19	<u>919</u> 24	<u>799</u> 21	<u>806</u> 21	<u>776</u> 20	<u>482</u> 13	<u>1624</u> 43	<u>1072</u> 28

*Мрс-217, Тнч-8 – аббревиатура скважин глубокого и параметрического бурения.

**492 – числитель – мощность β ,
80 знаменатель – насыщенность β , в %.

Таблица 2. Аномальные в тектоническом отношении разрезы скважин, пробуренных в пределах Таначинско-Моктаконской зоны

Площади бурения, скважины	Характер тектонического нарушения	
	Перекрытие разрезов осадочных пород секущими интрузиями	Повторение разрезов, аномальное гипсометрическое положение блоков
Моктаконская (колонковое)	СКВ.-1-3	СКВ. -2-5
Моктаконская (поисковое)	-	СКВ.-4-7
Таначинская (колонковое)	СКВ.-5,6,9	СКВ-6
Таначинская (поисковое)	СКВ.-9	-
Усть-Дельтулинская (колонковое)	СКВ.-1,2,7	СКВ.-4
Дулькумская (колонковое)	СКВ.-4	СКВ-2
Делимакитский профиль (колонковое)	-	СКВ-3

Таблица 3. Содержание породообразующих окислов (вес %) в дифференцированных интрузиях, по разрезам скважин западной части Сибирской платформы.

Скважина интрузив	SiO ₂	TiO ₂	FeO+Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O+K ₂ O
1-Мкт, силл интервал глубин 267,5-863,0 м	46,18-51,74	1,01-1,99	9,85-17,21	3,46-12,51	1,09-4,15
5-Мкт интервал глубин 875,0-1097,0 м. Отдельные интрузии	46,95-49,38	1,15-1,61	12,32-15,59	6,74-8,68	0,47-2,94
6-Мкт интервал глубин 90,0-1060,0 м. Отдельные интрузии	46,52-55,07	0,74-1,73	10,42-15,19	5,74-12,57	2,16-8,43
Скв. 5-Внм онёкский	44,27-51,34	0,22-3,04	6,62-19,70	3,33-17,94	1,14-3,91

TiO₂, MgO и K₂O приближается к петрохимическому типу, характерному для дифференцированных интрузий Норильско-Хараелахской провинции. Единство исходного расплава, сформировавшего онёкский интрузивный комплекс, подтверждено петрохимическими, геохимическими и изотопными исследованиями [2-7].

Наиболее мощный (595,5 м) расслоенный дифференцированный интрузив вскрыт скважиной 1-Мкт. В контактовых зонах интрузива на уровне подошвы прослеживаются различные породы метаморфического комплекса мощностью до 180 м. Зональность выражена в последовательной смене от контакта интрузива метаморфизованных пород пироксен, амфибол- и мусковит-роговиковой фации. В зонах эндоконтакта отмечается рассеянная вкрапленность и прожилки сульфидов пирит-пирротинового состава. Сам интрузив имеет четкое расслоенное строение. Верхняя его часть содержит горизонты лейкократовых габбро-долеритов и гранофилов, состоящих из удлиненных таблиц калиевого полевого шпата, частично проросших кварцем. В центральной и приподошвенной частях интрузива отмечаются горизонты троктолитовых и токситовых долеритов. В целом по своим петрохимическим характеристикам и содержанию породообразующих окислов (табл. 3) интрузив сопоставим с расслоенными интрузиями онёкского комплекса, выделенными ранее в районе озера Онёка, – онёкский расслоенный крупнообъемный интрузив и его ветви [2-7].

Становление расслоенных интрузий Таначи-Моктаконской зоны, так же как и онёкского расслоенного крупнообъемного интрузива, очевидно, было связано с глубинными, мантийными процессами, формировавшими тектоно-магматические очаговые зоны (в том числе и рудоконтролирующие), разгрузка которых происходила с излиянием лав, внедрением расслоенных интрузий, сопровождалась сложными процессами деформации пород литосферы и осадочного чехла.

Проведенные исследования позволяют считать подобные тектоно-магматические комплексы (крупнообъемные расслоенные интрузивы) перспективными на обнаружение медно-никелевых руд норильского типа.

Список литературы

- [1] Harris P.G. // J. Earth. Sci. 1972. V. 8, N 2. P. 275–281.
 [2] Прусская С.Н., Васильев Ю.Р. // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Томск: ЦНТН. 2004. Вып. 4. С. 181–186.

[3] Прусская С.Н., Васильев Ю.Р. // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Томск: ЦНТИ. 2005. Т. 1. С. 119–124.

[4] Прусская С.Н., Васильев Ю.Р. // Петрография XXI века. Апатиты, 2005. Т. 1. С. 168–170.

[5] Васильев Ю.Р., Прусская С.Н., Мазуров М.П. // Докл. РАН. 2007. Т. 413. N 2. С. 213–217.

[6] Прусская С.Н. Петрология и структурное положение интрузивных траппов запада Сибирской платформы. Красноярск: НПКСФУ. 2008. С. 247.

[7] Васильев Ю.Р., Прусская С.Н., Мазуров М.П. и др. // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. N 5. С. 395–409.

Structurally-Petrologi Features Bazitovy Intrusives Complexes, Perspective of Cu-Ni Deposits (the West of the Siberian Platform)

Svetlana N. Prusskaya

Siberial Federal University

79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia

Complex of geologic-geophysical works including drilling was held in the Siberian platform's northwest. Powerful intrusion traps were taped; some of them also include stratified structure and have a potential of the Norilsk type Cu-Ni ores bearing. Intrusion is a basic structurally-forming factor of this complex geoblock. Executed intrusion correlation made it possible to separate and trace the extension on drilling radius of four intrusion types: katangskiy, kuzmovskiy, agatskiy and first-selected onekskiy with holminskiy subtype (Prusskaya, 1993). It was established that constituent of onekskiy orogenic complex is characterized by boss chonolith intrusions' presence and difficult dendrite dikes named intrusion's apophysis. It is peculiar framework igneous complexes and volcanostructure. The main feature of intrusive complexes locating within the Tanachy-Moktakonskaya zone is their connection with sublatitudinal and submeridional deep-earth fractures' intercepts. Number of positive local structures, which were mapped by seismic exploration within Tanachy-Moktakonskaya zone, should be considered as typical volcano-structures. They are made with explosive material, including subvolcanic intrusions as well as huge stratified intrusions (onekskiy type). The sheath saturation sedimentary of intrusive complexes (including huge stratified rocks) is from 19 to 45 %. Formation of Tanachy-Moktakonskaya zone layered intrusions as well as onekskiy complex was a consequence of deep mantle processes that contributed to intrusive complexes formation, which have potential of the Norilsk type copper-nickel ores bearing.

Keywords: Structurally-petrologi features bazitovy intrusives complexes, perspective of Cu-Ni deposits (the West of the Siberian platform).
