

УДК 553.411.071

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

© 2018 г. Б. Б. Дамдинов<sup>1,\*</sup>, С. М. Жмодик<sup>2</sup>, А. В. Травин<sup>2,3</sup>, Д. С. Юдин<sup>2,3</sup>,  
член-корреспондент РАН Н. А. Горячев<sup>4,5</sup>

Поступило 30.05.2017 г.

Приведены новые данные о возрасте наиболее крупных золоторудных месторождений юго-восточной части Восточного Саяна, основанные на результатах  $Ag/Ag$ -датирования слюд в золотоносных кварцевых жилах и минерализованных зонах. Датировки по фукситу и серициту из тектонизированных и минерализованных зон Зун-Холбинского месторождения показали значения в интервале 353,9–386,4 млн лет, близкая дата – 352,9 млн лет установлена при датировании  $Sr$ -мусковита из околожилых милонитизированных лиственитов Зун-Оспинского золоторудного месторождения. Датировка мусковита из рудной кварцевой жилы Пионерского золото-кварцевого месторождения соответствует 421,9 млн лет. Полученные новые данные об изотопном возрасте руд золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых месторождений позволили выделить раннепалеозойский аккреционно-коллизийный и позднепалеозойский сдвиговый возрастные этапы проявления золотого оруденения в юго-восточной части Восточного Саяна.

DOI: 10.7868/S0869565218110129

В пределах юго-восточной части Восточного Саяна известно значительное количество средних и мелких месторождений золота, относимых к разным промышленным, геохимическим и минеральным типам [2, 6]. Большая часть промышленных месторождений в настоящее время сосредоточена в пределах Урик-Китойской золоторудной зоны – Зун-Холбинское, Пионерское, Барун-Холбинское, Зун-Оспинское, Водораздельное и др. месторождения [8]. В других районах выявлены плутоногенно-гидротермальные месторождения и рудопроявления, связанные с малыми интрузиями гранитоидного состава – Таинское, Коневинское, Хорингольское, Сагангольское, Пограничное и др. [4, 9].

<sup>1</sup> Геологический институт Сибирского отделения Российской Академии наук, Улан-Удэ

<sup>2</sup> Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск

<sup>3</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

<sup>4</sup> Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Магадан

<sup>5</sup> Институт геохимии им. А. П. Виноградова Сибирского отделения Российской Академии наук, Иркутск

\*E-mail: damdinov@mail.ru

В геодинамическом развитии Восточного Саяна выделяется несколько возрастных этапов, сформировавших современный облик региона, которые в обобщённом виде сводятся к следующим: раннебайкальский океанический (1000–800 млн лет), позднебайкальский островодужный (800–600 млн лет), раннекаледонский аккреционно-коллизийный (600–490 млн лет), герцинский рифтогенный [7]. Имеющиеся немногочисленные сведения о возрасте золоторудных месторождений предварительно также указывают на существование как минимум трёх разновозрастных этапов формирования оруденения – неопротерозойского, раннепалеозойского и позднепалеозойского (см. [5] и др.). Указанные сведения, однако, основаны либо на соотношениях руд с вмещающим субстратом, либо на единичных результатах  $Rb/Sr$ -датирования околорудных метасоматитов [10] и  $Re/Os$ -датировке молибденита из рудных жил Таинского золоторудного месторождения [15].

Первые данные о возрасте золотого оруденения региона были получены путём  $Rb/Sr$ -датирования руд крупнейшего в регионе Зун-Холбинского золоторудного месторождения [10]. Изохрона, построенная по валовым составам углеродистых сланцев с пирротиновой минерализацией, дала значение возраста  $709 \pm 75$  млн лет, тогда как углеродистый сланец из минерализованной зоны имеет возраст  $454 \pm 29$  млн лет. Близкое значение возраста показала изохрона по околорудным березитам:  $465 \pm 75$  млн лет.

Нами получены новые данные о возрасте золотого оруденения юго-восточной части Восточного Саяна на основе изотопного  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования минералов рудных жил и околорудных метасоматитов. Датирование проводилось в ИГМ СО РАН (Новосибирск) по методике, опубликованной в работе [11]. Материалом для датирования были монофракции слюд – мусковита и Сг-мусковита (фуксита), а также агрегаты серицита из рудных кварцевых жил, минерализованных зон и околорудных метасоматитов наиболее крупных в регионе Зун-Холбинского, Пионерского и Зун-Оспинского золоторудных месторождений. Полученные нами  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датировки по фукситу и серициту из тектонизированных и минерализованных зон Зун-Холбинского месторождения (рудное тело Северное-3) показали значения в интервале 353,9–386,4 млн лет при неровном ступенчатом спектре (рис. 1а, б). Близкая дата – 352,9 млн лет – установлена при  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датировании Сг-мусковита из околосильных милонитизированных лиственитов Зун-Оспинского золоторудного месторождения (рис. 1в).

В то же время датировка мусковита из рудной кварцевой жилы Пионерского золото-кварцевого месторождения, расположенного вблизи Зун-Холбинского, соответствует 421,9 млн лет (рис. 1г). Особенностью этого месторождения является его локализация в архейских гранитогнейсах, не затронутых активными тектоническими процессами.

Полученные даты, с одной стороны, подтверждают полихронность руд Зун-Холбинского месторождения и свидетельствуют о многостадийном рудообразующем процессе, проявленном здесь в палеозое, а с другой – показывают, что рудные тела, локализованные в тектонических зонах длительной активности, скорее всего, несут информацию о времени позднейшей активности этих разломов. В целом же они подтверждают полихронное формирование промышленного золотого оруденения юго-восточной части Восточного Саяна.

Первичным субстратом являются фрагменты океанической коры, содержащие металлоносные глубоководные осадки, а также архейские гранитогнейсы, повышенная золотоносность которых была установлена ранее [3].

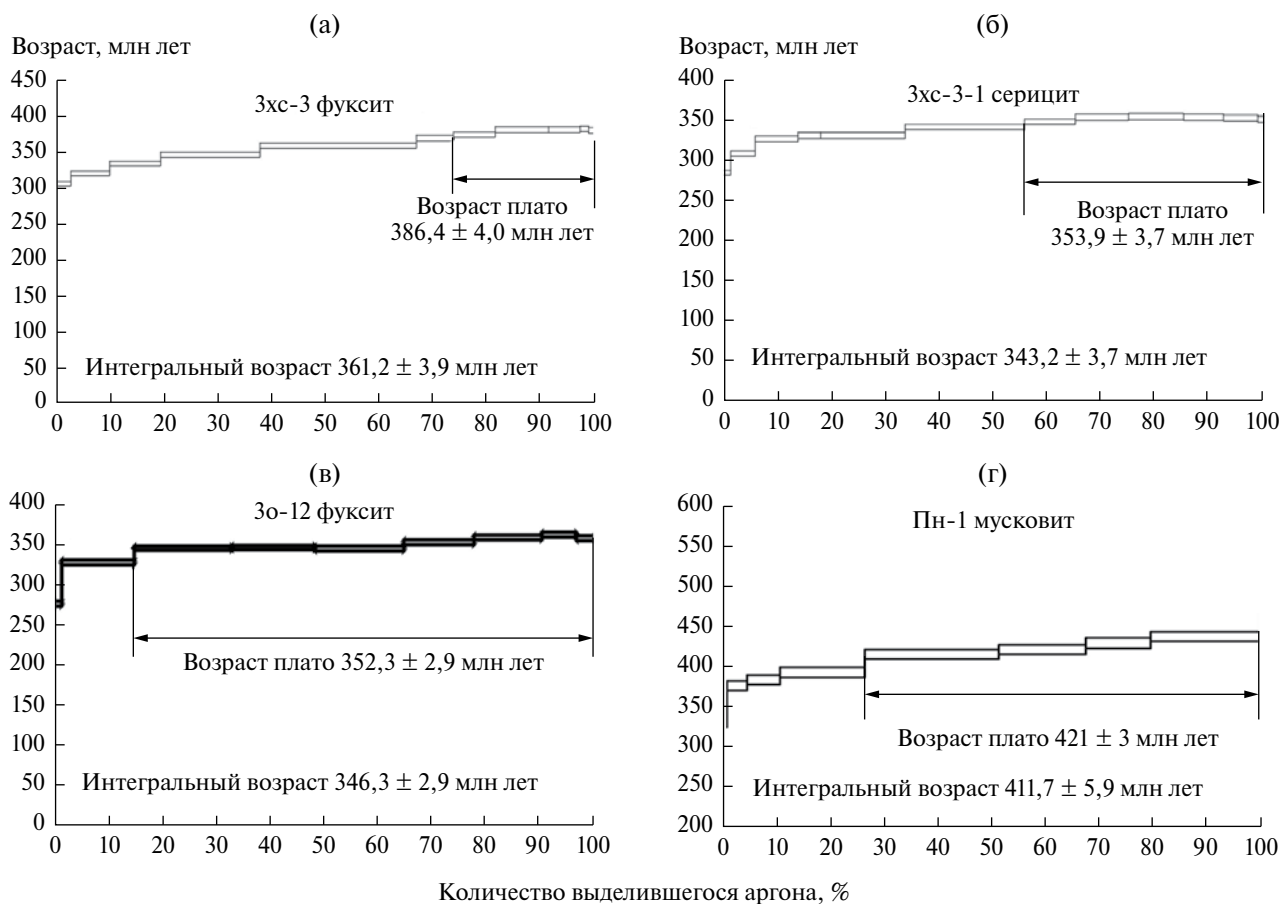
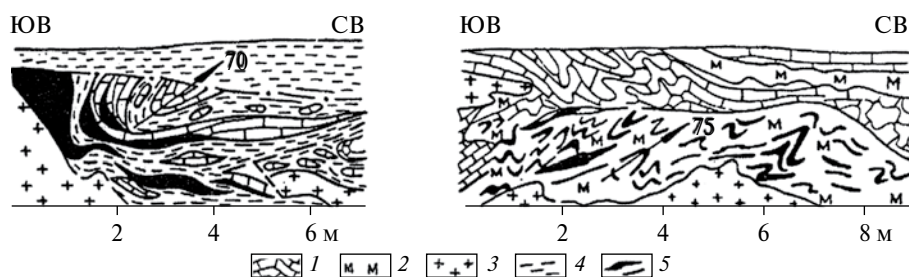


Рис. 1. Результаты  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования слюд из руд золоторудных месторождений юго-восточной части Восточного Саяна: а, б – Зун-Холбинское; в – Зун-Оспинское; г – Пионерское.



**Рис. 2.** Морфология золото-кварц-сульфидных жил Зун-Холбинского золоторудного месторождения [12]. Жилы локализованы в трещинах отслоения в замках и крыльях складок в зоне тектонического меланжа. 1 – известняки, 2 – мраморизованные известняки, 3 – гранитоиды, 4 – тектониты, 5 – кварц-сульфидные жилы.

Формирование главных промышленных золоторудных месторождений региона связывается с аккреционно-коллизионными событиями, происходившими в регионе в интервале 500–400 млн лет. Этот этап отражается в Rb/Sr-датировке окolorудных метасоматитов Зун-Холбинского и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -дате мусковита из золото-кварцевых жил Пионерского месторождений. Возможно, с этим этапом связано формирование слоисто-полосчатых сульфидных руд Зун-Холбинского месторождения, которые на позднем этапе были подвержены интенсивным деформациям, что проявилось в складкообразовании и перекристаллизации руд и в полученных нами молодых датировках.

Позднепалеозойские (380–350 млн лет) изотопные даты золото-сульфидно-кварцевых месторождений отражают завершающий этап формирования оруденения, в ходе которого произошло становление рудовмещающих тектонических зон – меланжа, дробления и милонитизации. Этот этап связан со сдвиговыми деформациями, проявленными в это время в пределах всего Центрально-Азиатского складчатого пояса и обусловленными коллизией Казахстано-Байкальского и Сибирского континентов [1]. Связь месторождений Урик-Китойской золоторудной зоны со сдвиговыми структурами отмечается как в геологическом положении рассматриваемых месторождений, так и на космofотоснимках [5]. Однако здесь возникает вопрос о соотношении золотого оруденения с указанными тектоническими процессами.

На крупнейшем в регионе Зун-Холбинском месторождении все промышленные рудные тела, представляющие собой кварц-сульфидные жилы и зоны прожилкования, а также золотоносные сульфидные тела (минерализованные зоны), локализованы в участках проявления динамометаморфизма – зонах расланцевания, дробления и милонитизации. Они содержат реликты первичных слоисто-полосчатых руд. Зун-Оспинское золоторудное месторождение также целиком залегает

в зоне тектонического меланжа, приуроченного к сдвиговой структуре. Практически все месторождения Урик-Китойской золоторудной зоны локализованы в зонах милонитизации и характеризуются близким вещественным составом оруденения, где в кварцевых жилах преобладают сульфиды Fe, Pb, Zn, Cu.

На основе текстурного анализа датированных образцов руд можно предположить, что сульфидная минерализация синхронна с формированием тектонитов, что говорит о перекристаллизации первичных руд при динамометаморфизме в условиях водонасыщенности системы (широкое развитие таких минералов, как серицит, мусковит, фуксит и др.). Такая переработка руд не могла не оказать влияние на распределение золота. Так, обособление кварцевых жил происходило в локальных участках падения давления – разрывах при формировании дуплексных структур либо в трещинах различного генезиса (рис. 2).

Подобные структурные элементы характерны для орогенных золоторудных месторождений, формирующихся в ходе аккреционно-коллизионных событий и часто локализованных в сдвиговых зонах [13, 14].

Таким образом, полученные новые данные об изотопном возрасте жильных и рудных минералов золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых месторождений юго-восточной части Восточного Саяна дополнили ранее известные датировки и позволили выделить раннепалеозойский аккреционно-коллизионный и позднепалеозойский сдвиговый возрастные этапы проявления золотого оруденения юго-восточной части Восточного Саяна.

Работа выполнена в рамках государственного задания (проекты № 0340–2016–0005, 0330–2016–0013), при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты 18–05–00489, 17–05–00936) и Министерства образования и науки РФ (проект № 5.1688.2017/ПЧ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буслов М.М. // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 1. С. 66–90.
2. Гордиенко И.В., Роцектаев П.А., Гороховский Д.В. // Геология руд. месторождений. 2016. Т. 58. № 5. С. 405–429.
3. Гребенищикова В.И., Шмотов А.П. // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 4. С. 756–764.
4. Дамдинов Б.Б., Жмодик С.М., Роцектаев П.А. и др. // Геология руд. месторождений. 2016. Т. 58. № 2. С. 154–170.
5. Жмодик С.М., Постников А.А., Буслов М.М. и др. // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 183–197.
6. Роцектаев П.А., Миронов А.Г., Дорошкевич Г.И. и др. Золото Бурятии. Кн. 1. Структурно-металлогеническое районирование, геологическое строение месторождений, ресурсная оценка. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2000.
7. Кузьмичев А.Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива: раннебайкальский, позднебайкальский и раннекаледонский этапы. М.: Пробел-2000, 2004. 192 с.
8. Миронов А.Г., Жмодик С.М. // Геология руд. месторождений. 1999. Т. 41. № 1. С. 54–69.
9. Миронов А.Г., Жмодик С.М., Очиров Ю.Ч. и др. // Геология руд. месторождений. 2001. Т. 43. № 5. С. 395–413.
10. Посохов В.Ф., Миронов А.Г., Утина Е.Д. Ежегодник-94. Улан-Удэ. ГИН СО РАН, 1994. В. 1. С. 11–13.
11. Травин А.В., Юдин Д.С., Владимиров А.Г. и др. // Геохимия. 2009. Т. 11. С. 1181–1199.
12. Феофилактов Г.А. // Геология руд. месторождений. 1992. Т. 34. № 4. С. 100–106.
13. Goldfarb R.J., Groves D.I. // Lithos. 2015. V. 233. P. 2–26.
14. Groves D.I., Goldfarb R.J., Gebre-Mariam M., et al. // Ore Geol. Rev. 1998. V. 13. P. 7–27.
15. Mirionov A.G., Stein H., Zimmerman A., et al. // Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge. Proc. 8<sup>th</sup> SGA Meeting. Beijing, China, 18–21 Aug., 2005. В.; Hedelberg: Springer, 2005. Ch. 7. P. 797–799.