

8. *Иванюк, Г.Ю.* Самоорганизация рудных комплексов / Г.Ю. Иванюк, П.М. Горяинов, А.О. Пахомовский и др. — М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2009. — 392 с.
9. *Иудин, Д.И.* Фракталы: от простого к сложному / Д.И. Иудин, Е.В. Колосов. — Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. — 200 с.
10. *Каждан, А.Б.* Методологические основы разведки полезных ископаемых / А.Б. Каждан. — М.: Недра, 1974. — 272 с.
11. *Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.* — М.: МПР, 2006. — 6 с.
12. *Кушнарев, П.И.* Обоснование геометрии разведочной сети и квалификация запасов (на примере золоторудных месторождений) / П.И. Кушнарев // Недропользование XXI век. — № 5(81). — 2019. — С. 34–45.
13. *Кушнарев, П.И.* Применение методов фрактальной геометрии для оценки потерь и разубоживания при разработке месторождений сложного строения / П.И. Кушнарев, В.Н. Сытенков, А.Г. Чичерина // Рациональное освоение недр. — № 5. — 2020. — С. 64–71.
14. *Мандельброт, Б.Б.* Фрактальная геометрия природы / Б.Б. Мандельброт. — М.: Институт компьютерных технологий, 2002. — 656 с.
15. *Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное.* — М.: ГКЗ, 2007. — 68 с.
16. *Системы оценки и разведки золоторудных месторождений на основе многофакторных моделей* / А.И. Кривцов, С.Н. Жидков, М.Ю. Катанский и др. — М.: ЦНИГРИ, 2002. — 121 с.
17. *Independent Technical Report of Songjiagou Gold project, Shandong Province, the People's Republic of China. Prepared by SRK Consulting for Majestic Corp.* 2016.

© Кушнарев П.И., Иванов С.Н., 2021

Кушнарев Петр Иванович // kushnarpi@mail.ru
Иванов Сергей Николаевич // sn.ivanov@vims-geo.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 546.253+546.59/.91+553.313/.411

Пшеничкин А.Я., Колпакова Н.А., Домаренко В.А., Дмитриенко В.П., Перегудина Е.В., Кенесбаев Б.К. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет)

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТ-АМПЕРОМЕТРИИ

*В настоящее время особое внимание уделяется комплексной переработке минерального сырья. В последние десятилетия в России, ближнем и дальнем зарубежье в месторождениях различного генезиса были выявлены повышенные (вплоть до промышленно значимых) концентрации элементов платиновой группы (платины, палладия, осмия, иридия, родия), золота, редкие и радиоактивные элементы. **Ключевые слова:** инверсионная вольтамперометрия, модифицированный графитовый электрод, золото, платиновые металлы.*

Pshenichkin A.Ya., Kolkakova N.A., Domarenko V.A., Dmitrienko V.P., Peregudina E.V. (Tomsk Polytechnic National Research University)

METHOD OF DETERMINING NOBLE METALS BY INVERSION VOLTAMMETRY

*Currently, special attention is paid to the complex processing of mineral raw materials. In recent decades, in Russia, near and far abroad, deposits of various genesis have revealed increased (up to industrially significant) concentrations of platinum group elements (platinum, palladium, osmium, iridium, rhodium), gold, rare and radioactive elements **Keywords:** inverse voltammetry, modified graphite electrode, gold, platinum group metals.*

Введение

В последние десятилетия в России, ближнем и дальнем зарубежье в золоторудных, редкометалльных, медно-порфириновых, железорудных и других генетических типах месторождений были выявлены повышенные (вплоть до промышленно значимых) концентрации элементов платиновой группы (платины, палладия, осмия, иридия, родия), золота, редких и радиоактивных элементов [1]. Поэтому в настоящее время особое внимание уделяется комплексной переработке минерального сырья. При этом эффективность комплексной переработки минерального сырья зависит от достоверности и полноты оценки его на сопутствующие (в том числе на благородные и редкие) элементы на стадии изучения руд ввиду их незначительных содержаний и рассеянного характера распределения в руде. Все это требует применения чувствительных аналитических методов анализа.

В Инновационном научно-образовательном центре «Золото-платина» Томского политехнического университета разработаны методики определения золота, платины, палладия, родия, рения инверсионно-вольтамперометрическим (ИВ) методом анализа пород, метасоматитов, руд и минералов из железорудных, золоторудных, меднорудных, редкометалльных месторождений из навески 1–5 г с пределами измерений от 10^{-8} до 10^{-2} масс. % и воспроизводимостью анализов 85–90 %. Методы отличаются сравнительно простым и недорогим аппаратным оформлением [2, 3, 4].

Экспериментальная часть

В рудах месторождений и рудопроявлений сопутствующие благородные и редкие металлы находятся в низких содержаниях [1, 5]. Поэтому при анализе минерального сырья на сопутствующие элементы необходимо разрабатывать схемы отделения благородных компонентов пробы от неблагородных.

Разработанный в центре «Золото-платина» инверсионно-вольтамперометрический метод анализа золотых, железных, меднорудных и других типов руд позволяет на высоком уровне определять содержания благородных металлов независимо от их количества и формы нахождения в рудах.

Для определения этих элементов в центре «Золото-платина» используются компьютеризированные вольтамперометрические анализаторы ТА-4 (изготовитель НПП «Томьаналит», г. Томск) с двумя встроенными ультрафиолетовыми ртутными газоразрядными лампами низкого давления TUV 11W PL-S и тремя закрытыми трех-электродными электрохимическими ячейками, объемом по 20 мл [6].

При проведении анализов обычно используют графитовые электроды (ГЭ), которые для увеличения их чувствительности модифицируют неблагородными металлами (Bi, Bb, In) [7, 8]. При электроосаждении бинарного осадка в режиме «in situ» на ГЭ формируются интерметаллические соединения (ИМС) платиноидов и неблагородного металла. После электроокисления осадка на вольтамперной кривой фиксируются максимумы тока, позволяющие оценить содержание определяемого элемента методом добавок.

Если определяемый элемент сам способен окисляться с поверхности ГЭ, то на вольтамперной кривой фиксируются два пика, токи которых зависят от содержания элемента в растворе. Так окисляются электролитические осадки, содержащие, например, золото или палладий [7].

Такие элементы как платина и родий не имеют собственных пиков электроокисления в рабочей области потенциалов ГЭ. Поэтому их определение методом ИВ проводят по пику селективного электроокисления неблагородного компонента из ИМС с платиновым металлом. Так определение родия проводят по току пика селективного электроокисления свинца из ИМС с родием [9].

Для количественной оценки содержания ионов платины (II, IV) методом ИВ электроосаждение ионов платины проводят в сплаве с ртутью или индием [2, 8]. Реже содержание платины определяется по площади пиков селективного электроокисления ртути с платиной. Мешающее влияние ионов золота (III) при ИВ определении платины и палладия устра-

нялось путем облучения раствора УФ перед полярографированием раствора.

При анализе проб природных и техногенных продуктов, а также вторичного сырья на содержание благородных металлов одной из наиболее сложных и длительных процедур является разложение пробы и перевод ее в растворимое состояние. Из-за неоднородности распределения благородных металлов и их низком содержании в пробе практически все методы анализа предусматривают процедуру растворения пробы с последующим концентрированием определяемого компонента или группы компонентов различными методами. Наиболее дешевым способом является химическое вскрытие с помощью кислот, однако оно пригодно только для определения Pt, Pd и Au [10]. Использование высокого давления (автоклавы) [11] и микроволнового излучения существенно улучшает возможность кислотного разложения сложных проб. В состав кислот для микроволнового растворения пробы вводят HF, которая способствует разложению силикатов и высвобождению элементов, заключенных в силикатной породе.

Нами разработана методика ИВ-определения родия после автоклавного вскрытия проб минерального сырья с использованием микроволновой системы «Mars-5».

Вскрытие пробы осуществляется за один цикл по следующему температурно-временному режиму: 90 °С — 30 мин.; 120 °С — 45 мин. Двухступенчатый нагрев выбирается с целью предотвращения быстрого образования чрезмерного объема газообразных продуктов при разложении составляющих компо-

Таблица 1
Характер распределения золота, платины, палладия в породах и рудах Каскадного и Андреевского золоторудного месторождения Саралинского рудного поля

Материал пробы	Содержание, г/т		
	Золото	Платина	Палладий
Диабаз с редкой вкрапленностью пирита	$\frac{0.038}{0.031-0.048}$ (3)	$\frac{0.014}{0.010-0.022}$ (3)	$\frac{0.009}{0.008-0.011}$ (3)
Диорит калишпатизированный, эпидотизированный с редкой вкрапленностью пирита	0.15	0.017	0.086
Лиственит с редкой вкрапленностью пирита	$\frac{0.127}{0.004-0.471}$ (7)	$\frac{0.024}{0.014-0.039}$ (7)	$\frac{0.035}{0.005-0.173}$ (7)
Углеродистый сланец с вкрапленностью пирита с кварц-карбонатными прожилками	$\frac{0.207}{0.014-0.546}$ (6)	$\frac{0.024}{0.014-0.040}$ (6)	$\frac{0.011}{0.005-0.017}$ (6)
Окварцованный сланец с вкрапленностью пирита, пирротина	$\frac{0.124}{0.079-0.169}$ (2)	$\frac{0.025}{0.013-0.038}$ (2)	$\frac{0.005}{0.005-0.005}$ (2)
Кварц с пиритом, галенитом, сфалеритом	$\frac{4.86}{0.142-14.748}$ (4)	$\frac{0.055}{0.020-0.110}$ (4)	$\frac{0.024}{0.003-0.066}$ (4)
Руда на входе в обогатительную фабрику	0.368	0.035	0.045
Гравиконцентрат	8.350	0.066	0.027
Флотоконцентрат	0.654	0.014	0.023
Хвосты обогащения (слив)	0.038	0.009	0.014

Примечание: в числителе — среднее значение, в скобках — количество проб; в знаменателе — разброс содержаний: от-до.

Таблица 2

Распределение платиновых металлов во крапленых золотосульфидных рудах и вмещающих породах месторождения Сухой Лог

Материал пробы	Содержание, г/т		
	Платина	Палладий	Родий
Вкрапленные золото-сульфидные руды	$\frac{1,28 (197)}{0,063-11,0}$	$\frac{0,057 (62)}{0,01-0,4}$	$\frac{2,14 (4)}{0,015-5,3}$
Гравиконцентрат вкрапленных золото-сульфидных руд	$\frac{25,0 (2)}{19,0-31,0}$	—	—
Флотоконцентрат вкрапленных золото-сульфидных руд	$\frac{2,2 (2)}{1,7-2,6}$	—	—
Хвосты обогащения вкрапленных золото-сульфидных руд	$\frac{0,2 (9)}{0,005-0,85}$	—	—
Алевролиты углеродистые с вкрапленностью карбонатов	$\frac{0,004 (69)}{0,001-0,008}$	$\frac{0,006 (12)}{0,004-0,012}$	—
Алевросланцы углеродистые	$\frac{0,016 (11)}{0,003-0,02}$	—	$\frac{0,003 (17)}{0,001-0,006}$
Алевролиты с редкой вкрапленностью пирита	$\frac{0,005 (15)}{0,001-0,008}$	—	—

Примечание: в числителе — среднее значение, в скобках — количество проб; в знаменателе — разброс содержаний: от—до

нентов пробы, что может повлечь разгерметизацию системы.

Внутренний контроль осуществлялся с применением стандартов и повторными анализами. Внешний контроль проводился в лабораториях ЦНИГРИ, ИГЕМ, ГЕОХИ (г. Москва), Механобр (г. Санкт-Петербург), ГИ КНЦ (г. Апатиты).

Результаты и их обсуждение

Ниже приводятся результаты определений благородных металлов в ряде месторождений. С использованием данной методики в центре «Золото-платина» были проанализированы руды и вмещающие породы золоторудных полей и месторождений Сибири (Саралинское, Коммунарское, Балахчинское, Ольховско-Чибисекское, Сухоложское, Центральное, Олимпиадинское, Синюхинское, Майско-Лебедское), Тывы (Тарданское, Октябрьское), СВ Казахстана (Бакырчикское, Миялинское, Боко-Васильевское, Костобе-Эспинское), а также пробы железорудных (Казское, Бакчарское), медно-молибденовых (Вознесенское, Бенкалинское) и др. В большинстве из них

выявлены повышенные содержания (вплоть до промышленно значимых) элементов платиновой группы, золота, нередко рения.

Анализ табл. 1 показывает, что максимальные концентрации золота выявлены в кварц-сульфидных жилах (48,6 г/т) и гравиконцентрате (8,35 г/т). Несколько повышено содержание золота в лиственитах, углеродистых и окварцованных сланцах с вкрапленностью пирита (124–207 мг/т). Во вмещающих рудные тела диабазов содержания золота незначительны (38 мг/т). Во всех рудных пробах отмечаются повышенные концентрации платины (14–55 мг/т) и в меньших количествах — палладий (5–45 мг/т).

В золотосульфидных рудах месторождения Сухой Лог (табл. 2) выявлены высокие концентрации во вкрапленных золотосульфидных рудах платины (1,28 г/т), родия (2,14 г/т). Резко обогащен платиной гравиконцентрат (25,0 г/т). По-видимому, платиноиды, как и золото, концентрируются в сульфидах. Вме-

Таблица 3

Распределение платины и палладия в контактовых метасоматитах Тарданского золото-скарнового месторождения

Материал пробы	Содержание, г/т	
	Платина	Палладий
Шпинель-фассаитовый скарн с магнетитом (до 3–5 %)	0,007	0,015
Шпинель-фассаитовый скарн с магнетитом (до 7–16 %)	0,64	0,01
Шпинель-пироксен-гранатовый скарн с сульфидами (до 15 %)	3,72	0,007
Фассаит-шпинель-гранатовый скарн лиственитизированный с сульфидами (до 10 %)	13,7	—
Гранат-пироксеновый скарн с кальцитом, пиритом (до 7–8 %)	0,006	0,006
Гранат-пироксеновый скарн с пиритом (до 10–15 %)	0,013	0,004
Окварцованный пироксен-гранатовый скарн	0,01	0,042
Пироксен-гранатовый лиственитизированный скарн с халькопиритом, малахитом и золотом	7,94	0,25
Пироксен-гранатовый скарн с халькопиритом (до 3–4 %)	0,58	0,085
Пироксен-гранат-паргасит-серпентинитовая порода с пиритом, халькопиритом, галенитом (до 8–10 %)	11,0	—
Пироксеновый скарн с пиритом, халькопиритом (до 8–10 %)	33,0	0,035
Пироксеновый скарн с пиритом (до 3–5 %) и золотом	2,0	0,005
Окварцованный пироксеновый скарн с пиритом (до 5–7 %)	0,005	0,004
Лиственитизированный скарн с халькопиритом, галенитом (до 5–7 %)	0,008	0,1
Кальцит-кварцевый прожилок с пиритом (до 3–5 %) в скарнах	0,008	0,098

Таблица 4

Результаты анализов на золото, платину, палладий, рений осадочных оолитовых железных руд и вмещающих пород Бакcharского рудного поля

Типы руд	Содержание, мг/г			
	Золото	Платина	Палладий	Рений
Оолитовые гётит-гидрогётитовые плотные	<u>7.2 (30)</u> 0.3–42.0 <u>26.2 (7) – 23 %*</u> 14.0–42.0	<u>8.3 (30)</u> 0.5–70.3 <u>28.2 (8) – 27 %</u> 18.4–70.3	<u>4.4 (30)</u> 0.3–38.0 <u>25.0 (5) – 17 %</u> 12.9–38.0	<u>15.1 (30)</u> 0.5–98.7 <u>69.2 (7) – 23 %</u> 25.5–98.7
То же рыхлые	<u>3.9 (20)</u> 0.3–24.1 <u>14.3 (3) – 15 %</u> 8.8–24.1	<u>3.6 (20)</u> 0.5–30.3 <u>22.4 (2) – 10 %</u> 14.4–30.3	<u>4.1 (20)</u> 0.3–60.0 <u>60 (1) – 5 %</u>	<u>8 (20)</u> 0.5–61.3 <u>26.3 (5) – 20 %</u> 9.2–61.3
Оолитовые лептохлоритовые слабосцементированные	<u>1.9 (18)</u> 0.3–8.9 <u>7.8 (2) – 11 %</u> 6.6–8.9	<u>7.4 (18)</u> 0.5–42.1 <u>20.9 (6) – 33 %</u> 7.4–42.1	<u>1.4 (18)</u> 0.3–5.6 <u>4.0 (3) – 17 %</u> 3.2–5.6	<u>21.1 (18)</u> 0.5–74.2 <u>52.0 (7) – 39 %</u> 9.1–74.4
Сидеритовые руды	<u>0.4 (4)</u> 0.3–0.5	<u>4.6 (4)</u> 0.5–16.5 <u>16.5 (1) – 25 %</u>	<u>1.8 (4)</u> 0.3–6.2 <u>6.2 (1) – 25 %</u>	<u>2.2 (4)</u> 0.5–7.3 <u>7.3 (1) – 25 %</u>
Глауконитовые руды с сидеритовым цементом	<u>0.3 (3)</u> 0.3	0.5 (3) 0.5	<u>2.2 (3)</u> 0.8–4.7	<u>10.8 (3)</u> 2.6–26.8 <u>26.8 (1) – 33 %</u>
Оолитовые рудные песчаники с галькой	<u>8.9 (6)</u> 3.3–23.3 <u>11.5 (4) – 67%</u> 6.2–23.3	<u>23.7 (6)</u> 0.5–44.4 <u>32.7 (4) – 67 %</u> 15.6–44.4	<u>13.3 (6)</u> 0.7–53.8 <u>35.9 (2) – 33 %</u> 18.0–53.8	<u>1.0 (6)</u> 0.5–3.2
Песчаники ожелезненные	<u>2.7 (3)</u> 0.3–6.2	<u>5.8 (3)</u> 0.5–15.7 <u>15.7 (1) – 33 %</u>	<u>1.7 (3)</u> 0.7–3.7	<u>11.8 (3)</u> 0.5–56.7 <u>56.7 (1) – 33 %</u>
Песчаники слабо-зеленовато-серые слабосцементированные	4.6	1.4	1.0	11.1
Алевролиты грязно-зеленовато-серые с остатками фауны	<u>6.6 (2)</u> 6.5–6.7	<u>13.7 (2)</u> 6.8–26.6 <u>26.6 (1) – 50 %</u>	<u>1.4 (2)</u> 0.7–2.1	<u>4.0 (2)</u> 0.5–7.6 <u>7.6 (1) – 50 %</u>

Примечание: в числителе — среднее содержание, в скобках количество проб, в знаменателе — разброс содержаний от — до

щающие углеродистые алевролиты имеют низкие концентрации платиноидов (0,003–0,016 г/т).

В контактовых метасоматитах Тарданского золото-скарнового месторождения (Республика Тыва) определены платина и палладий (табл. 3). При этом установлено, что в скарнах выявлены в основном фоновые количества платиноидов. И только в пробах с повышенными содержаниями магнетит-сульфидной минерализации установлены и высокие содержания платины, иногда — палладия.

Характерной особенностью руд и вмещающих пород Бакcharского рудного узла (Западно-Сибирский железорудный пояс) является повсеместное присутствие благородных металлов, хотя и в незначительных количествах (табл. 4). Повышенными концентрациями золота, платины и палладия характеризуются плотные оолитовые гётит-гидрогётитовые руды и оолитовые рудные песчаники с галькой, где средние содержания элементов составляют 7,2–23,7 мг/т. Рыхлые оолитовые гётит-гидрогётитовые, оолитовые

лептохлоритовые слабо сцементированные, сидеритовые руды и глауконитовые руды с сидеритовым цементом, как и вмещающие песчаники, резко обеднены золотом и платиноидами. Почти во всех типах пород и руд отмечаются повышенные количества рения (до 8–21,1 мг/т).

Заключение

1. В научно-образовательном центре «Золото-платина» ФГАОУ НИ Томского политехнического университета разработаны современные экспрессные инверсионно-вольтамперометрические методы анализа благородных металлов в породах и рудах из навески 1–5 г с пределами измерений 10^{-8} – 10^{-2} масс. % и воспроизводимостью 85–90 %.

2. Проведена оценка более 30 золоторудных, железорудных, редкометалльных, меднорудных и других типов месторождений на элементы платиновой группы и золото, где были выявлены повышенные их содержания (вплоть до промышленно значимых).

3. Повышенные концентрации элементов платиновой группы и золота обычно наблюдаются в рудах с повышенными содержаниями сульфидов (пирит), магнетита.

4. Предлагается на всех этапах поисковых, оценочных и разведочных работ на месторождениях и рудопроявлениях производить оценку руд на ЭПГ и золото и в случае повышенных их концентраций переводить эти объекты в комплексные.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований 19-45-700001/19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ершов, В.В. Уран и торий в рудах Бакcharского железорудного месторождения / В.В. Ершов, Л.П. Рихванов, А.Я. Пшеничкин, С.И. Арбузов // Известия ТПУ. — 2012. — Т. 321. — № 1. — С. 97–104.
2. Колпакова, Н.А. Определение платиновых металлов и золота методом инверсионной вольтамперометрии / Н.А. Колпакова, Б.С. Шифрис, Л.А. Швец, С.В. Кропоткина // Журнал аналитической химии. — 1988. — Т. 46. — № 10. — С. 1910–1914.
3. Коробейников, А.Ф. Нетрадиционные комплексные золото-платиноидные месторождения складчатых поясов / А.Ф. Коробейников // Новосибирск: СО РАН НИЦ ОИГТМ, 1999. — 236 с.

4. Коробейников, А.Ф. Разработка теоретических основ образования, размещения, прогнозирования и поисков нетрадиционных типов золото-платиноидных месторождений / А.Ф. Коробейников, Н.А. Колпакова, А.Я. Пшеничкин, Ю.Е. Зыков // Международный симпозиум: Российский фонд фундамен. исслед. в Сибирском регионе (Земная кора и мантия): Тезисы докладов. — Иркутск, 1995. — Т. 2. — С. 61–62.
5. Коробейников, А.Ф. Оценка осадочных железных руд Бакчарского месторождения на платиноиды / А.Ф. Коробейников, Н.А. Колпакова, А.Я. Пшеничкин, Ю.Е. Зыков // Качество — стратегия XXI века: Матер. Междунар. научно-практической конф. — Томск: НТЛ, 1998. — С. 40–41.
6. Патент РФ № 2426108. Способ определения платины в рудах методом инверсионной вольтамперометрии / Э.М. Габдурахманова, Э.В. Горчаков, Т.С. Глызина, Н.А. Колпакова // Бюл. № 22. — 2011.
7. Патент РФ № 2624789. Способ определения родия (III) в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии по пикам селективного электроокисления свинца (II) из интерметаллических соединений с родием Rh_3Pb_2 и Rh_5Pb_7 / Н.А. Колпакова, Ю.А. Оськина, А.Я. Пшеничкин, С.М. Панова, А.Б. Шашков // Бюл. № 19. — 2017.
8. Пробоподготовка в микроволновых печах. Теория и практика / Под ред. Г.М. Кингстона, Л.Б. Джесси. — М.: Мир, 1991. — 333 с.
9. Пшеничкин, А.Я. К вопросу об оценке осадочных железных руд Бакчарского месторождения на благородные металлы / А.Я. Пшеничкин, А.Ф. Коробейников, Н.А. Колпакова // Матер. региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. 2. Металлогения и полезные ископаемые. Палеонтология и стратиграфия. Геоинформатика. Геофизические методы. — Томск: ГалаПресс, 2000. — С. 137–138.

10. Balcerzak, V. Sample digestion methods for the determination of traces of precious metals by spectrometric techniques / V. Balcerzak // Analytical Sciences. — 2002. — V. 18. — P. 737–740.
11. Kolpakova, N.A. Determination of platinum metals in carbonaceous mineral raw materials by stripping voltammetry / N.A. Kolpakova, Y.A. Oskina, E.N. Djyachenko, A.Y. Pshenichkin // Procedia Chemistry. — 2015. — V. 15. — P. 335–341.F.
12. Ustinova, E.M. Anodic stripping determination of Pt (IV) based on the anodic oxidation of In from electrochemically deposited Pt-In alloy phases / E.M. Ustinova, E.V. Gorchakov, N.A. Kolpakova // J. Solid State Electrochem. — 2012. — V. 16. — P. 2455–2458.

© Коллектив авторов, 2021

Пшеничкин Анатолий Яковлевич // paya@tpu.ru
 Колпакова Нина Александровна // nak@tpu.ru
 Домаренко Виктор Алексеевич // viktor_domarenko@mail.ru
 Дмитриенко Виктор Петрович // dvptsk@tpu.ru
 Перегудина Елена Владимировна // pere-elena@mail.ru
 Кенесбаев Бахтияр Кайратович // bkk2@tpu.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК [556.3+624.131.1+577.4] (575.1)

Абдуллаев Б.Д., Абдуллаев Бм.Д., Холмирзаев М.Ж.
 (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», Узбекистан)

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

В статье рассмотрены полученные научные результаты в области гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, и важность их внедрения в производственных гидрогеологических подразделениях. Определены важнейшие задачи и приоритеты в ближайшем будущем в области гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. Ключевые слова: гидрогеология, картография, мониторинг, подземных вод, водоснабжения, орошения, минеральных вод, промышленных вод.

Abdullaev B.D., Abdullaev Bm.D., Kholmiraev M.J. («Institute GIDROINGEO», Uzbekistan)

THE MOST IMPORTANT SCIENTIFIC TASKS OF HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY: MAIN RESULTS AND PRIORITY DIRECTIONS

This article discusses the obtained scientific results in the field of hydrogeology, engineering geology and geoecology, and the importance of their implementation in production hydrogeological units.

The most important tasks and priorities in the near future in the field of hydrogeology, engineering geology and geoecology are defined. Keywords: hydrogeology, cartography, monitoring, underground water, water supply, irrigation, mineral water, industrial water.

Подземные воды Республики Узбекистан в условиях континентального климата являются надежным источником питьевого водоснабжения населения. В последние годы большое внимание руководством республики уделяется вопросу сохранения и рационального использования подземных вод. Во исполнение ряда постановлений Президента и Кабинета Министров Республики Узбекистан, сегодня ведутся работы по поиску и разведке месторождений пресных, минеральных, термальных и промышленных подземных вод.

За годы независимости республики в области гидрогеологических наук проводятся исследования по: оценке и переоценке эксплуатационных запасов подземных вод (ЭЗПВ) месторождений и участков локального скопления подземных вод; разработке новых методов и способов оценки фильтрационных и миграционных параметров; выработке принципов применения новых типов водозаборов подземных вод, в т.ч. галерейных водозаборов. Разработана общая гидрогеологическая концепция использования подземных вод палеорула Сырдарьи, аналогично которой планируется выполнить исследования по всем крупным месторождениям подземных вод республики.