

тиклинали. Учитывая отсутствие разрывных нарушений, можно предположить, что процесс куполообразования носил весьма длительный и спокойный характер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, В.В. Общая тектоника / В.В. Белоусов — М. — Л., 1948. — 600 с.
2. Данилович, В.Н. Некоторые вопросы, связанные с проблемой складчатости напластований / В.Н. Данилович // ДАН СССР. Нов. серия, 1949. — Т. 48. — № 3. — С. 18–21.
3. Долгих, С.А. Внутренняя тектоника солянокупольных структур и закономерности развития соляных структур центральной части Прикаспийской впадины / С.А. Долгих. — Алма-Ата, 1963. — 136 с.
4. Китык, В.И. Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины / В.И. Китык. — Киев, 1970. — 201 с.
5. Свидзинский, С.А. Внутренняя тектоника солянокупольных структур и методы ее изучения / С.А. Свидзинский. — Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1992. — 160 с.
6. Свидзинский, С.А. Внутренняя соляная тектоника в галогенной толще Гремячинского месторождения калийных солей / С.А. Свидзинский, С.А. Федоров, Г.А. Московский. — Саратов: Саратовский университет, 2011. — Т. 2. — С. 83–87.
7. Свидзинский, С.А. Применение метода графического построения геологических разрезов по скважинам с помощью биссектрис при работах на Эльтонском соляном куполе / С.А. Свидзинский. // ОНТИ ВИЗМС, 1969. — № 1. — С. 41–45.
8. Свидзинский, С.А. Применение метода кернометрии при поисках калийных солей на Эльтонском соляном куполе / С.А. Свидзинский / Проблемы прогноза поисков и разведки месторождений горно-химического сырья СССР. — М., 1971. — С. 236–243.
9. Свидзинский, С.А. Методика поисково-разведочных работ на минеральные соли в условиях солянокупольных структур / С.А. Свидзинский, Г.А. Московский. — Саратов: Саратовский ун-т, 2008. — 76 с.
10. Свидзинский, С.А. Нижнепермская галогенная формация западной части Северного Прикаспия / С.А. Свидзинский, Г.А. Московский, А.И. Петрик / Геология, полезные ископаемые, перспективы промышленного освоения. — Саратов: СП-Принт, 2011. — 279 с.
11. Халтурина, И.И. Перспективы соляных куполов Казахстана на горно-химическое сырье / И.И. Халтурина, Н.П. Набоков / Химическое и горнорудное сырье Казахстана. — Алма-Ата, 1968. — С. 19–22.
12. Ходьков, А.Е. Формирование и геологическая роль подземных вод / А.Е. Ходьков, Г.Ю. Валуковис. — Л., 1968. — 216 с.

© Свидзинский С.А., 2018

Свидзинский Сергей Александрович // m.svidzinskaya@gmail.com

УДК 551.263.94

**Охотников К.В. (Угольная компания ООО «Ресурс»),  
Иванов В.П. (ТПУ Инженерная школа природных  
ресурсов)**

#### **РОЛЬ ОПОРНЫХ ТОЧЕК РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА УГЛЕНОСНЫХ ПЛАСТОВ**

*Рассмотрено назначение опорных точек в методических документах, их роль и значимость при изучении свойств и качества углей на различных стадиях геологического изучения месторождений, представлены результаты их применения на действующих участках разработки угленосных пластов. **Ключевые слова:** каменный уголь, марка, опорные точки, подсчетный блок, запасы, экономическая эффективность.*

Okhotnikov K.V. (Resurs Coal Company LLC), Ivanov V.P. (Tomsk Polytechnic University Engineering School of Natural Resources)

#### **THE ROLE OF THE EXPLORATION GRID'S REFERENCE POINTS AND THE RELIABILITY OF ASSESSMENT OF THE PROPERTIES AND THE QUALITY OF THE BEDS COAL**

*The role of reference points in guidance papers has been reviewed, as well as the significance of said points in investigating the properties and the quality of coal at various stages of geological survey of beds, with the results of use of such points at coal bearing development sites in operation presented. **Keywords:** mineral coal, grade, reference points, accounted block, reserves, cost efficiency.*

Увеличивающийся спрос на достоверную геологическую информацию о свойствах и качестве углей в недрах связан с рядом факторов технологического и экономического характера. К их числу можно отнести совершенствование технологии обогащения углей и поиск новых направлений их использования, например, использование угля как заменителя кокса, как сырья для получения жидких углеводородов или создания водоугольного топлива. Возрастание требований по эффективному использованию углей и усиление государственного контроля по налогообложению за пользование недрами и правильности учета угля при движении запасов создают предпосылки создания новой методологии классификации углей, оценки их ценности и разработки новой типизации запасов [1–4].

Обозначенные новые подходы обуславливают повышение достоверности геологической информации, что согласуется с указаниями Методических рекомендаций ГКЗ [9], а именно, «*марки угля должны быть установлены и технологические свойства угля изучены с детальностью, обеспечивающей оценку направления рационального их использования, выбора технологии переработки...*». Мероприятия для ее повышения положительно влияют на эффективность добычи углей при разработке пластов разного строения и формирование стабильного качества угольной продукции.

Достоверность информации геологического объекта, строения угленосных пластов и качественных параметров углей зависят как от массива данных, так и от параметрической широты исследований в точке пластопересечения — опорной точки в разведочной сети. Для установления роли опорных точек геологической информации авторами проведен анализ методической литературы в части изучения распространения марочных границ и назначения опорного бурения для этих целей.

**Опорное бурение** — это способ изучения строения земной коры посредством проведения глубоких скважин (в среднем 2,5–3,5 км). Отличается от других видов бурения детальным послойным изучением керна геофизическими, геохимическими, гидрогеологическими и другими методами. Применяется главным образом для перспективной оценки нефтегазоносности территории [12].

Уголь также характеризуется как твердое углеводородное сырье. При разведке угленосных пластов внимание должно быть сосредоточено на детальном изучении как пласта в целом, так и слагающих его слоев (угольных пачек) в части изучения генетических свойств угольного вещества, которое определяет другие свойства: технологические, энергетические, физико-механические, физико-химические. При изучении угольных месторождений для уточнения достоверности геологического строения угленосной толщи и угленосных пластов во многих методических источниках рекомендуется применение *опорных профилей*. Так, в методике по Печорскому бассейну [9] отмечается, что опорные профили при детальной разведке проходят для уточнения степени нарушенности угленосной толщи и выдержанности пластов по падению и простиранию. Там же уточняется, что расстояние между скважинами на профилях может быть в пределах от 100 до 250 м в зависимости от сложности геологического строения. Следовательно, выявление зон нарушения в угленосной толще предполагает задание определенного интервала между скважинами, которые становятся *опорными разведочными выработками* на опорных профилях.

В методических рекомендациях по Донбассу [10] применяется понятие *опорные линии* и отмечается, *«что они имеют большое значение в новых районах и сгущение по ним производится поэтапно сначала в 2 раза, затем до 200–400 м между скважинами. Целесообразность применима на заключительном этапе предварительной разведки»*.

Итак, при получении детальной информации о геологическом строении объекта и строения продуктивной толщи строится опорное бурение и опорные профили (опорные разведочные линии). Но опорные профили (ОП) необходимы для детального изучения качественных и технологических характеристик углей, и в этом случае их роль имеет высокую значимость. На ОП должно размещаться достаточно представительное опробование, что позволяет проследить основные закономерности изменения показателей качества и свойств, по которым можно рассчитать их зависимость и взаимосвязь между собой; провести палеофациальную реконструкцию угленосной толщи и создать каркас технологической модели распределения марок и технологических групп.

Такой подход направлен на создание в сети разведочных выработок *опорных скважин* для исследования в геологическом массиве проявления генетических особенностей образования угольного вещества [5], а для этого необходимо грамотно распределить опробование пластов. Это обеспечивает правильное выделение переходных зон марок и технологических групп углей, а также позволяет определить наиболее приемлемые *кондиции* как по количеству, так и по качеству [3].

Выбирая целесообразность размещения скважин, также следует учитывать результаты опробования и представительность проб предшествующей стадии геологического изучения. Очень часто при заложении равномерности опробования не принимаются во внимание пробы, в которых не представлены генетиче-

ские параметры угля, соответственно эти параметры неравномерно распространены по площади участка и по пластам, а это снижает правильность интерпретации направления изменчивости угольного вещества, приводит к отсутствию понимания образования переходных разностей в углях и к двоякому толкованию и представлению марочного состава угленосной толщи. Поэтому, при обнаружении таких пробелов уместно применять *опорные скважины* или *кусты скважин*, по которым достоверно была бы оценена марка и технологическая группа, а также взята проба для технологических испытаний коксующих свойств угля.

Распространение марки (типа угля) и технологической группы (сорта угля) по простиранию и падению пласта, а также распространение марки и технологической группы в разрезе угленосной толщи нескольких пластов предполагает выделение марочных границ по всем направлениям и построение марочных (по возможности и сортовых) блоков, для чего логично воспользоваться методом подсчетных блоков.

Как известно, подсчетный блок должен быть однородным как по геологическим (мощность чистой угольной пачки пласта), так и по качественным (зольность угля) критериям оценки для количественного определения запасов угля. Отдельный подсчет проводится по окисленным углям, из которых состоит зона окисления пласта [10].

Заметим, правильнее было бы заменить термин «чистая угольная пачка» на термин «угленосный слой пласта», а «зольность угля» на термин «зольность угольного вещества». Это вытекает из логического понимания процесса углеобразования [6, 7], представляющего собой чередование седиментации растительной массы в виде торфяника и его погребения в период седиментации неорганических осадков. Период торфогенеза отражает мощность слоя угленасыщения органическим веществом, которое представляет собой разные условия преобразования растительной органики и осадения в торфяной слой, в участии которого принимают неорганические (минеральные) примеси, а соотношение органических и минеральных веществ в осадке будет обуславливать степень органонасыщенности торфяного слоя [5]. Отсюда следует, что долевое участие минеральных примесей в торфянике определяет зольность угольного вещества, из которого состоит твердое полезное ископаемое — уголь.

В этом случае угольное вещество, из которого состоят отдельные угленосные слои пласта, подлежит подсчету по показателям, регламентирующим марку и обуславливающим технологическую ценность угля в целом по пласту как полезного ископаемого. Следовательно, для построения оценочного блока нужно иметь несколько пространственно-ориентированных представительного опробованных скважин с полным набором генетических и технологических параметров ГОСТ 25543 по всем пластовым пересечениям угленосной толщи.

На практике выделение областей изменчивости марок происходит следующим образом. В пределах исследуемой площади ведется поиск зависимости и измен-

Сравнение показателей марочного состава углей пластов участка Отвальный Южный 2 Глубокий

Утвержденные 2011							Переоцененные 2014						
Пласт	Марка	Код	$V^{daf}$	$Y$	$\Sigma OK$	$R_o$	Пласт	Марка	Код	$V^{daf}$	$Y$	$\Sigma OK$	$R_o$
72	ДГ	0723608	$\frac{35,9-36,9}{36,5 (7)}$	$\frac{6-8}{8 (6)}$	28	0,71	72	ДГ	0723608	$\frac{36,8-38,1}{37,7 (11)}$	$\frac{7-10}{8 (11)}$	27	0,74
71	ДГ	0723608	$\frac{35,3-38,8}{36,8 (6)}$	$\frac{7-10}{8 (6)}$	28	0,71	71	ДГ	0723808	$\frac{36,4-39,0}{38,2 (14)}$	$\frac{7-11}{8 (14)}$	20	0,74
70	ДГ	0733408	$\frac{34,0-35,7}{35,0 (14)}$	$\frac{6-9}{8 (10)}$	33	0,71	70	Г	0723809	$\frac{35,5-39,7}{38,0 (32)}$	$\frac{8-13}{9 (32)}$	24	0,74
69 69+69 в.п.	ДГ	0723609	$\frac{35,1-38,8}{37,3 (11)}$	$\frac{6-12}{10 (9)}$	30	0,71	69 69+69 в.п.	Г	0723811	$\frac{37,2-41,2}{38,5 (28)}$	$\frac{9-13}{11 (28)}$	25	0,74
69 в.п.	ГЖО	0723611	$\frac{35,1-39,2}{37,0 (19)}$	$\frac{8-11}{9 (18)}$	30	0,71	69 в.п.	Г	0723811	$\frac{37,5-41,2}{39,0 (15)}$	$\frac{8-12}{10 (15)}$	25	0,74
68	ГЖО	0723610	$\frac{35,4-37,5}{36,6 (20)}$	$\frac{7-11}{10 (18)}$	24	0,73	68	Г	0723811	$\frac{37,1-41,2}{38,5 (50)}$	$\frac{7-13}{11 (50)}$	21	0,76
67	ГЖО	0723410	$\frac{34,6-37,4}{35,9 (62)}$	$\frac{6-11}{10 (48)}$	25	0,76	67	ГЖО	0723611	$\frac{35,8-38,6}{37,4 (61)}$	$\frac{10-14}{11 (61)}$	23	0,77
66	ДГ	0723408	$\frac{32,7-37,2}{34,6 (45)}$	$\frac{7-10}{8 (45)}$	29	0,75	66	Г	0823409	$\frac{33,2-36,2}{35,2 (44)}$	$\frac{8-12}{9 (44)}$	28	0,80
	ГЖО	0723410	$\frac{33,3-37,6}{34,8 (21)}$	$\frac{10-14}{10 (21)}$	29	0,79	66	ГЖО	0823412	$\frac{33,5-38,0}{35,7 (15)}$	$\frac{9-14}{12 (14)}$	27	0,80

чивости по отдельным классификационным параметрам марки и если некоторые параметры имеют незначительные изменения на всей площади, то марочная граница устанавливается по одному или двум показателям, меняющимся в диапазоне разграничения марки. Например, для Г, ГЖО определяющими критериями являются пластометрический показатель — толщина пластического слоя ( $Y$ ), и выход летучих веществ ( $V^{daf}$ ).

Как показывает опыт для оценки фактических параметров угольного вещества такой подход не всегда достоверно учитывает изменчивость качественных характеристик пластов. Геометризация по генетическим ( $R_o, \Sigma OK$ ) и технологическим ( $Y, V^{daf}$ ) параметрам марки опорных скважин позволяет выполнить более углубленное изучение качества и свойств угля и производить оценку правильности и представительности проведенного опробования. Также становится возможным определять величину абсолютного  $\Delta$ -критерия, погрешности измерений, контроль анализов, рассчитывать величину поправки и при необходимости произвести отбраковку.

В качестве примера можно привести эксплуатируемый участок недр Отвальный Южный 2 Глубокий Талдинского месторождения Ерунаковского района Кузбасса. Объем данных материалов детальной разведки обеспечивал постановку запасов углей на баланс по кат. А+В+С<sub>1</sub> и отнесение участка к подготовленным для промышленного освоения. Уголь пластов 72, 71, 70, 69 в.п. и частично 66 был выделен маркой ДГ, уголь пластов 69, 68, 67 и часть 66 — маркой ГЖО.

При разработке участка открытым способом было установлено, что по классификационным параметрам ГОСТ 25543-2013 угли пластов 70, 69, 68, 67, 66 стали часто соответствовать марке Г, что противоречило марочному составу запасов. Была проведена экспертиза правильности установления марок в подсчетных блоках с учетом категории запасов, т.е. сравнительный анализ

классификационных параметров углей геологической разведки и проведенной эксплуатационной доразведки.

В результате проведенной отбраковки не было принято к учету значительное количество проб, из которых 38 % — керновые пробы 2010 г. и 28 % — пластовые пробы 2013 г. Отметим, что около 13 % проб отбраковано из-за низкого выхода керна, 49 % проб — из-за их нахождения в зоне окисления и 24 % отбракованных проб по прочим причинам, но в основном из-за определения пластического слоя в зольных углях, т.е.  $A^d$  более 10,5 %. Исключение составляют обогащенные гравитационным методом пробы труднообогатимых углей. Из этого следует, что количество проб, обеспечивающее правильность выделения марочных границ для типизации углей в недрах при подсчете запасов, зависит не только от качества геологоразведочных работ, но и от геологических условий залегания полезного ископаемого.

Для точности определения марок ДГ, Г, ГЖО определяющими являются выход летучих веществ и толщина пластического слоя в углях. Эти показатели значительно зависят от качества отбора пробы, вида опробования, способа приготовления аналитической пробы к анализу и оценки состояния угля относительно его степени окисленности. Следовательно, несоблюдение этих условий приводит к недостоверности результатов исследования углей, на которые опирается маркировка (таблица).

Однако данные нормы не регламентируются в Методических рекомендациях ГКЗ [8], также отсутствует единая методика на построение марочных границ при интерпретации результатов геологоразведочных работ, что и приводит к таким большим расхождениям между данными разведки и доразведки.

Опорные точки, по которым устанавливалась марка по пласту или строилась граница изменения марочного состава угольных пластов участка Отвальный Южный

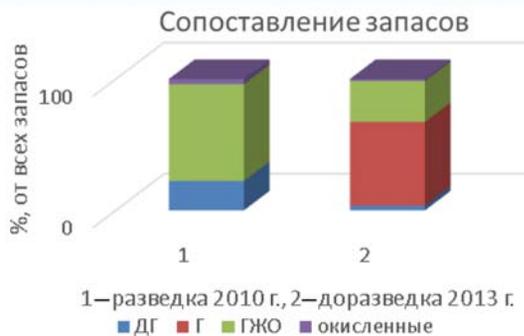


Рис. 1. Степень расхождения марочного состава углей в запасах

2 Глубокий — это керновые и пластовые пробы, удовлетворяющие всем требованиям представительности опробования и анализа углей. По сути, были приняты к учету по данному участку опорные пробы для того, чтобы уверенно определить направление изменения качества угольных пластов, что бывает сложно сделать без заданного анализа в пределах границ проводимых исследований.

Эти мероприятия предусматриваются в методических рекомендациях по Кузбассу [11] и дословно: «Метаморфизм должен быть оценен относительно региональных геологических структур с применением палеофациальной реконструкции. Следует учитывать расположение проб относительно линий метаморфизма, а также относительно петрографического состава». Также в них [11] рекомендуется «для всех стадий разведки» учитывать «количество выполненных в предыдущей стадии анализов по каждому рабочему пласту, оценивать представительность исследований, из-

менчивость показателей...». Таким образом, палеофациальную реконструкцию образования геологических структур и угленосных залежей следует рассматривать как отдельный вид геологического анализа для выявления изменения марочного состава и технологических групп углей пластов.

Другой пример (рис. 2). При разработке технико-экономического предложения по разведочному участку Новоказанский 2 возникла необходимость в понимании способности замены углей выбывшего по причине доработки участка Отвальный Южный 2 Глубокий углями нового участка без существенного изменения ресурсной базы углей предприятия по качеству. Анализ результатов предыдущей разведки (1973 г.) не давал гарантий достоверности по причине слабой разведанности и низкого выхода керна, также встречалось упоминание о задержке кернового материала в лаборатории. Руководством предприятия было принято решение о бурении первоочередных скважин на участке наиболее ценных углей для уточнения качественных показателей. Скважины закладывались на существующих разведочных линиях.

Поскольку выделенная в отчете марка ГЖО характеризуется различным технологическим применением и соответственно ценой, то граничной величиной для разделения угольных запасов был принят пластический слой ( $y$ ) на уровне 11 мм. На этом основании после проведенной доразведки было уточнено положение границ марок и границы углей с пониженной ( $< 11$  мм) и повышенной ( $> 11$  мм) спекающей способностью в марке ГЖО. Угли разделены на сорта, что позволило определить контур первоочередной отработки; в результате значительно снижены риски неподтвержде-

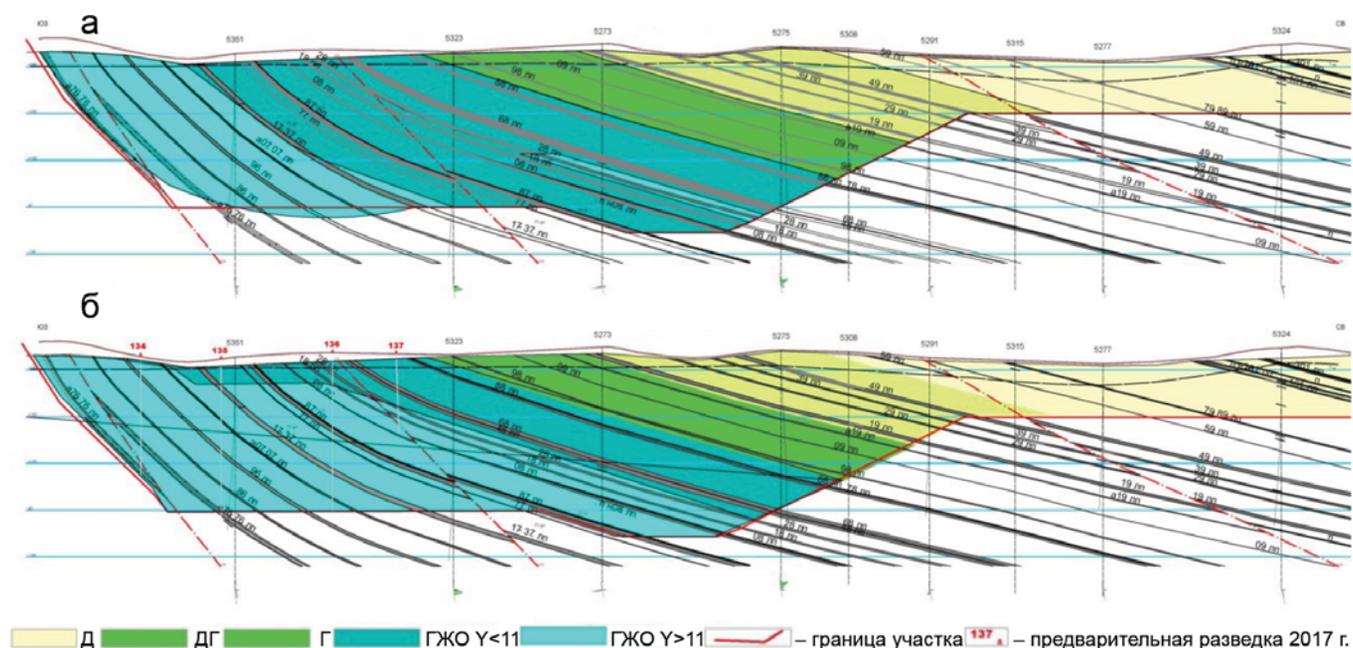


Рис. 2. Схематический профиль изменения марочного состава после проведения опережающего бурения. ТЭП участок Новоказанский 2: а — марочный состав участка Новоказанский 2 по данным поисковой разведки 1973 г.; б — уточнение марочного состава участка Новоказанский 2 по результатам предварительного бурения 2017 г.

ния качества углей и экономически обоснована перспектива начальной стадии обработки участка.

Итак, скважины с представительным опробованием и исследованием проб углей пластов на классификационные показатели для установления марки и технологической группы в местах пластопересечений позволяют в разведочной сети создать отдельный каркас из замеренных данных, которые являются *опорными точками с установленной доказанной результативностью*.

Отметим, что согласно Закону о недрах ст. 23.1: «*государственное регулирование отношений недропользования и решение задач развития минерально-сырьевой базы осуществляется с использованием геолого-экономической и стоимостной оценок месторождений полезных ископаемых*». Это возможно только при изменении типизации запасов, о чем подробно изложено в статье [1]. В этом случае предложенный метод *опорных точек для выделения марочных блоков и границ технологических групп углей* позволяет реализовать важную цель начала освоения участка — определить экономически оправданную стратегию развития карьерного поля с использованием всего потенциала имеющихся запасов по качеству полезного ископаемого.

Данный подход направлен на исключение формализма при определении марок углей оцениваемых участков и обеспечивает получение более точных данных перспективы ресурсной базы участка и степени разведанности по количеству и качеству углей, что должно обеспечить более полную достоверную информацию об объекте и полезном ископаемом.

Авторы предлагают применять данную методику для контроля и повышения достоверности запасов, что расширяет набор традиционных методов доразведки, которые не всегда оправдывают затраченные на них значительные капиталовложения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, В.П. Промышленно-энергетическая классификация углей для типизации запасов / В.П. Иванов // Недропользование XXI век. — 2015. — № 5. — С. 116–123.
2. Иванов, В.П. Промышленно-энергетическая классификация для оценки рационального использования углей / В.П. Иванов // Известия вузов. Физика. — 2015. — № 7. — С. 104–111.
3. Иванов, В.П. Особенности выделения технологических групп в марках при подсчете запасов углей / В.П. Иванов, К.В. Охотников // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 6. — С. 42–48.
4. Иванов, В.П. Основные направления использования каменных углей и типизация запасов / В.П. Иванов, К.В. Охотников // Рациональное освоение недр. — 2017. — № 3. — С. 60–64.
5. Иванов, В.П. Методологические подходы определения причинно-следственных связей, обуславливающих свойства углей. Ч. 4. Использование комплексных показателей для оценки влияния минеральных примесей на органическую массу углей / В.П. Иванов, Е.Р. Исаева, Н.А. Чегодаева, Н.И. Подчицаева, И.В. Суровцева / Кокс и химия. — 2017. — № 9. — С. 1–10.
6. Иванов, В.П. Переоценка остатка запасов угля в контуре лицензии КЕМ 01733 ТЭ участка Отвальный Южный № 2 Глубокий по состоянию на 01.01.2014 г. / В.П. Иванов, К.В. Охотников. — Новокузнецк: Росгеолфонд, ФГУ ТФИ по Кемеровской области, 2014. — 153 с.
7. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы [Электронный ресурс] — Доступ из информ. — правовой системы «Консультант Плюс».
8. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических модулей месторождения угля его истинному состоянию [Электронный ресурс] — Доступ из информ. — правовой системы «Консультант Плюс».
9. Методика поисков и разведки угольных месторождений Печорского бассейна: / Под. ред. И.И. Молчанова. — М.: Недра, 1981. — 260 с.
10. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна. Коллектив авторов. — М.: Недра, 1972. — 340 с.
11. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна: / Под. ред. Э. М. Сендерзон, А.З. Юзвического. — Кемерово: Книжное издательство, 1978. — 235 с.
12. Современный толковый словарь. — М.: Большая советская энциклопедия, 1997. — 6110 с.

© Охотников К.В., Иванов В.П., 2018

Охотников Константин Владимирович // ohotnikow@mail.ru  
Иванов Владимир Петрович // ivp2005@mail.ru

## ГЕОФИЗИКА

УДК 550.41

Штокаленко М.Б.<sup>1</sup>, Алексеев С.Г.<sup>2</sup>, Ворошилов Н.А.<sup>1</sup>, Сенчина Н.П.<sup>2</sup>, Шаткевич С.Ю.<sup>1</sup> (1 — АО «Геологоразведка», 2 — Санкт-Петербургский горный университет)

### ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Обоснованием геоэлектрохимических методов поисков является восходящая струйная миграция подвижных форм химических элементов. Рассмотрены три механизма струйной миграции с количественными оценками скорости массопереноса: природная ионная флотация, диффузия и перекрестная диффузия, естественный ионный электри-

ческий ток. Приведены примеры применения геоэлектрохимических методов при поисках рудных месторождений различных типов в разных природных и геологических условиях. **Ключевые слова:** геоэлектрохимические методы поисков рудных и углеводородных месторождений, струйная миграция, наложенные ореолы рассеяния.

Shtokalenko M.B.<sup>1</sup>, Alekseev S.G.<sup>2</sup>, Voroshilov N.A.<sup>1</sup>, Senchina N.P.<sup>2</sup>, Shatkevich S.Yu.<sup>1</sup> (1 — Geologorazvedka, 2 — Saint Petersburg Mining University)

### JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF GEOELECTROCHEMICAL METHODS IN THE PROSPECTING FOR DEEP-SEATED ORE DEPOSITS

The justification of geoelectrochemical prospecting methods is the ascending jet migration of mobile forms of chemical elements. Three mechanisms of jet migration with quantitative