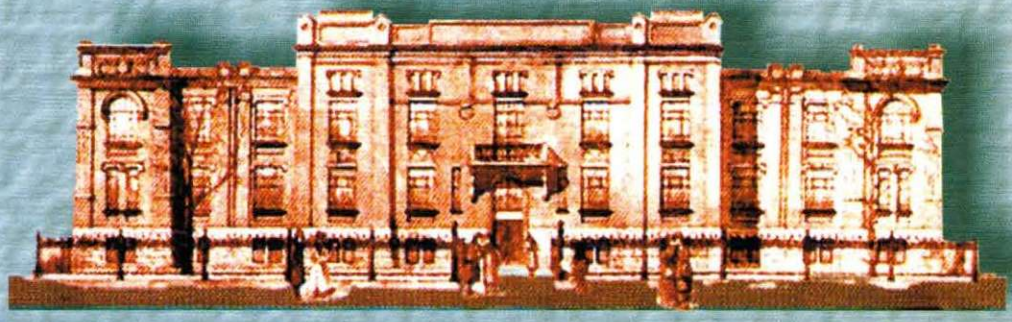
ISSN 2307-2091

100 лет
УГГУ

1914–2014

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета



Выпуск 2 (34), 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного
горного университета

Научно-технический журнал

Издается с 1918 г.

Выпуск 2(34)

2014

ISSN 2307-2091 Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

Косарев Николай Петрович (главный редактор)	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Грязнов Олег Николаевич (зам. главного редактора)	д-р геол.-минерал. наук, профессор, г. Екатеринбург
Амдур Алексей Миронович	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Бабенко Владимир Витальевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор, г. Екатеринбург
Баранников Александр Григорьевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор, г. Екатеринбург
Боярских Геннадий Алексеевич	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Валиев Нияз Гадым-оглы	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Вершков Александр Федорович	д-р экон. наук, г. Алматы (Казахстан)
Гордеев Виктор Александрович	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Гревцев Николай Васильевич	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Игнатьева Маргарита Николаевна	д-р экон. наук, профессор, г. Екатеринбург
Кардапольцева Валентина Николаевна	д-р культурологии, профессор, г. Екатеринбург
Козин Владимир Зиновьевич	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Корнилков Сергей Викторович	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Коротеев Виктор Алексеевич	академик РАН, профессор, г. Екатеринбург
Коршунов Игорь Георгиевич	д-р физ.-мат. наук, профессор, г. Екатеринбург
Кох Иван Адамович	д-р социол. наук, доцент, г. Екатеринбург
Лель Юрий Иванович	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Поленов Юрий Алексеевич (ученый секретарь)	д-р геол.-минерал. наук, профессор, г. Екатеринбург
Сковородников Игорь Григорьевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор, г. Екатеринбург
Сурнев Виктор Борисович	д-р физ.-мат. наук, профессор, г. Екатеринбург
Тимухин Сергей Андреевич	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург
Цыпин Евгений Федорович	д-р техн. наук, профессор, г. Екатеринбург

Редакция журнала

Главный редактор Косарев Н. П.
Зам. главного редактора Грязнов О. Н.
Ответственный секретарь Шорина Э. В.

Состав редакторов по разделам

Естественные науки:
Баранников А. Г. (ответственный редактор),
Амдур А. М., Коршунов И. Г.,
Сковородников И. Г., Сурнев В. Б.
Технические науки:
Тимухин С. А. (ответственный редактор),
Боярских Г. А., Лель Ю. И.
Социально-экономические и гуманитарные науки:
Игнатьева М. Н. (ответственный редактор),
Ветошкина Т. А., Кардапольцева В. Н., Кох И. А.
История университета, юбилейные даты:
Поленов Ю. А. (ответственный редактор)

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,
Уральский государственный горный университет, комн. 3142. Тел.: (343)251-15-95
E-mail: iuggu@66.ru
http://www.ursmu.ru/science/izdatelskaya-deyatelnost/izvestiya-uggu.html

© Уральский государственный горный университет, 2014

© Авторы, постатейно, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Савичев А. Н.
Редкоземельные пегматиты и карбонатиты Уфалейского метаморфического комплекса (Южный Урал) 5

Грязнов О. Н.
Природные источники загрязнения природной и окружающей среды 11

Котович А. А., Гуман О. М.
Оценка потенциального плодородия делювиальных суглинков Уральского региона для рекультивации нарушенных земель 19

Таймасов Д. В., Бурмако П. Л.
Условия размещения и минеральный состав руд месторождения Заполярное (Кольский полуостров) 25

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Долганов А. В., Ислентьев А. О., Чураков Е. О., Торопов Э. Ю.
Анализ эффективности разгрузочных устройств шахтных центробежных секционных насосов 31

Ляпцев С. А., Потапов В. Я., Потапов В. В., Семериков Л. А.
Закономерности разделения минералов на наклонной плоскости фрикционного сепаратора 36

Тимухин С. А., Долганов А. В., Попов Ю. В., Чураков Е. О., Ислентьев А. О., Торопов Э. Ю.
О разработке шахтных центробежных секционных двухпоточных насосов 41

Потапов В. Я., Потапов В. В., Семериков Л. А., Васильев Е. А.
Имитационное моделирование процесса разделения слюдосодержащих руд в транспортирующих желобах 45

Самохин Е. Г., Белых И. С., Бурков П. В., Буркова С. П.

NATURAL SCIENCES

Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Savichev A. N.
Rare earth pegmatites and carbonatites of the Ufaley metamorphic complex (South Urals) 5

Gryaznov O. N.
Natural sources of pollution of our environment 11

Kotovich A. A., Guman O. M.
Evaluation of the potential fertility deluvial loam in the Ural region for recultivation of dislocated grounds 19

Taymasov D. V., Burmako P. L.
Conditions of placement and mineral composition of ores of Zapolyarnoe deposit (Kola peninsula) 25

TECHNICAL SCIENCES

Dolganov A. V., Islentyev A. O., Churakov E. O., Toropov E. Yu.
Analysis of effectiveness of dumping devices of mine centrifugal sectional pumps 31

Lyaptcev S. A., Potapov V. Ya., Potapov V. V., Semerikov L. A.
Regularities of minerals division on the frictional separator inclined plane 36

Timukhin S. A., Dolganov A. V., Popov Yu. V., Churakov E. O., Islentyev A. O., Toropov E. Yu.
On the development of the mine sectional centrifugal dual-stream pumps 41

Potapov V. Ya., Potapov V. V., Semerikov L. A., Vasiliev L. A.
Simulation modeling of the separation of mica-containing ores in conveying gutters 45

Samokhin E. G., Belykh I. S., Burkov P. V., Burkova S. P.

Компьютерное моделирование прочностных характеристик полиэтиленовых газопроводов с учетом образования трещины 49

Computer simulation of strength characteristics of polyethilene gas-pipelines based cracking 49

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

Косолапов О. В.
Типизация воздействий, оказываемых на окружающую среду при разработке месторождений полезных ископаемых 54

Kosolapov O. V.
Typification of impacts to the environment from developing of mineral deposits 54

Симонян А. Х.
Факторы, влияющие на капитализацию предприятий 61

Simonyan A. H.
Factors affecting to the capitalization of the enterprises 61

Кох И. А.
Роль и место малого предпринимательства в экономике Уральского региона 65

Koch I. A.
The role and place of small business in the economy of the Ural region 65

Ветошкина Т. А., Полянок О. В.
К вопросу о конкурентоспособности выпускников вузов 71

Vetoshkina T. A., Polyanok O. V.
On the question of the graduates competitiveness 71

Заднепровский Р. П.
О математической модели востребованности знаний и количестве ученых 76

Zadneprovsky R. P.
A mathematical model of demand of knowledge and the number of scientists 76

ИСТОРИЯ УНИВЕРСИТЕТА

К истории Свердловского горного института *(продолжение)* **..... 84**

DATES OF OUR UNIVERSITY

To the history of the Sverdlovsk mining institute *(continuation)* **..... 84**

ABSTRACTS AND REFERENCES 90

ABSTRACTS AND REFERENCES 90

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ 95

REQUIREMENTS TO MANUSCRIPTS 95

Вниманию читателей

Оформить подписку на журнал на 2-е полугодие 2014 года можно во всех отделениях Почты России (подписной индекс издания в каталоге Роспечать – 25145)

УДК 553.078+549.514.5

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ПЕГМАТИТЫ И КАРБОНАТИТЫ УФАЛЕЙСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Савичев А. Н.

К пегматитовому генетическому типу относятся редкоземельные, редкометальные, слюдоносные, керамические и хрусталеносные пегматиты. Общепринята геологическая класссификация гранитных пегматитов по глубинности: больших глубин (редкоземельные), глубинные (слюдоносные), умеренных глубин (редкометалльные) и малых глубин (керамические и хрусталеносные). В Уфалейском метаморфическом комплексе все эти генотипы пегматитов оказались совмещены в долгоживущей Слюдяногорской шовной зоне докембрийского заложения, активно функционирующей во время палеозойских коллизионных преобразований.
Ключевые слова: *пегматиты; карбонатиты; редкие земли; Уфалейский комплекс; Южный Урал.*

Как известно, к пегматитовому генетическому типу относятся редкоземельные, редкометалльные, слюдоносные, керамические и хрусталеносные пегматиты. Общепринята геологическая классификация гранитных пегматитов по глубинности: больших глубин (редкоземельные), глубинные (слюдоносные), умеренных глубин (редкометалльные) и малых глубин (керамические и хрусталеносные). Чаще всего эти пегматиты разобщены в пространстве и во времени, и поэтому их описание не вызывает затруднений. Но в Уфалейском метаморфическом комплексе все эти генотипы пегматитов оказались совмещены в долгоживущей Слюдяногорской шовной зоне докембрийского заложения, активно функционирующей во время палеозойских коллизионных преобразований.

Формирование Уфалейского гнейсово-амфиболитового комплекса началось с заложения в среднем рифее (1350 млн лет) субмеридиональной рифтовой структуры. Его образование сопровождалось развитием метаморфизма, соответствующего гранулитам алданской фации глубинности (парагенезисы включают гиперстен, диопсид, пироповый гранат), завершившегося ультраметаморфизмом [1] с образованием в рифтогенно ограничивающей шовной зоне слюдяногорских щелочных биотитовых гнейсогранитов, анортоклазовых гранитов (возраст по микроклину, биотиту 1100–1215 млн лет [2]; по цирконам из гнейсов 990–1180 млн лет [3]; различных мигматитов, анортоклазовых пегматитов и полевошпатовых метасоматитов с *урановоредкоземельной минерализацией,* представленной иттроэпидотом, с возрастом 1100–1200 млн лет [4]).

Наиболее яркая особенность таких пегматитов (полевошпатовых метасоматитов) – приуроченность к глубинным зонам разломов древних щитов и платформ и отсутствие видимой связи с конкретными магматическими телами [5]. В глубинных зонах рифтовых структур градиенты температуры и условий дегазации растворов были незначительными. В результате существенное нарушение физико-химического равновесия достигалось лишь на значительном удалении от мест отделения растворов, что и определило пространственный отрыв полевошпатовых (анортоклазовых) метасоматитов от материнских гранитов. В целом полевошпатовый метасоматоз в разломах докембрия характеризуется значительными масштабами. На протяжении шовной зоны, как правило, отмечается несколько участков развития полевошпатовых метасоматитов, несущих ураново-редкоземельную минерализацию, разделенных интервалами с отсутствием метасоматических

явлений. Согласно [6, 7] урановое оруденение генетически связано с высокотемпературными гидротермальными калиевыми биотит-микроклиновыми метасоматитами, что весьма характерно для «ураноносных, редкоземельных пегматитов» докембрийских областей. Редкоземельные микроклиниты (анортоклазиты) разломов фундамента докембрийских платформ являются наиболее древними, глубинными и высокотемпературными образованиями в ряду других формаций редкоземельных метасоматитов (пегматитов).

Изучение литературных данных показало, что типичные щелочные комплексы и сопровождающие их карбонатные метасоматиты с редкометальной и редкоземельной минерализацией начинают проявляться в докембрии с раннего протерозоя, однако их массовое распространение связано с рифейской эпохой и сопряжено с интенсивно проявленными процессами рифтогенеза [5].

Рифейские гранитоиды и пегматоидные тела в Уфалейском комплексе смяты в пологие складки при последующих коллизиях и будинированы. В будинах, сложенных крупнокристаллическим анортоклазом, отчетливо наблюдается «лунная» иризация.

Тектонические и постмагматические воздействия на щелочные метасоматиты завершались образованием крупнокристаллического иттроэпидота. Состав иттроэпидота был изучен в Институте минералогии УрО РАН в Миассе в 2012 году [8], и полученная формула близка к составу иттроэпидота ($Ca_{1,89}Y_{0,09}Sr_{0,01}Er_{0,01})_{2,00}(Al_{2,19}Fe_{0,78}Mn_{0,02}U_{0,01})_{3,0}Si_3O_{12}(OH)$, полученного в 1959 году [4].

По мере снижения температуры преобразование анортоклазитов сопровождалось карбонатизацией и окварцеванием, с формированием протяженных тел существенно кальцитового состава и тел метасоматических кварцитов (серебровского типа), характеризующихся повышенным содержанием редкоземельных элементов иттриевой группы.

Геохимические поиски, проведенные группой Д. П. Грознецкого и Е. П. Мельникова в восточной части Уфалейского метаморфического комплекса, показали, что щелочные гранитоиды, пегматиты и полевошпатовые метасоматиты имеют бериллиевую, урановую и редкоземельную специализацию. Выявлены комплексные геохимические аномалии, которые включают (в г/т): Y – 50–300; Zr – 300–1000; Be – 4–40; Ba – 1000–3000; Nb – 100–300; Mo – 5–15; при фоновом уровне: Y – 10; Zr – 100; Be – 2; Ba – 500; Nb – 40; Mo – 3.

На завершающей стадии метасоматического преобразования образуются крупнокристаллические кальцитовые метасоматиты, не содержащие собственных редкоземельных минералов, но концентрирующие редкоземельные элементы в самом кальците: содержание TR = 1500–2900 г/т, в том числе 200–500 г/т Y, редкоземельные элементы преимущественно иттриевого состава (рис. 1), тогда как во вмещающих амфибол-биотитовых гнейсах сумма РЗЭ составляет 300–400 г/т, в т. ч. 80–90 г/т Y, а в анортоклазовых пегматитах TR = 10 г/т, в том числе – 5 г/т Y. Кальциты содержат также повышенные содержания Sr = 6700; Nb до 410; Mn = 6900 г/т. Повышенные количества SrO, MnO в высокотемпературных кальцитах являются характерным признаком высокотемпературных карбонатитов.

Высокое содержание редких земель иттриевой группы и иттрия свидетельствует, что они образовались под воздействием щелочных и субщелочных гранитных интрузивов [9]. Изотопный состав (Sr, Nd, C, O) карбонатитов Уфалейского комплекса свидетельствует об их связи с глубинным источником, по своим изотопным параметрам (близкого EM1) характерным для рифтовых зон древних щитов [10].

В последнее время понятие карбонатитов рядом исследователей значительно расширено. Согласно [11, 12] «пересмотр генезиса некоторых тел мраморовидных пород в уральских палеорифтовых структурах с точки зрения последовательности кристаллизации минералов привел к заключению о широком развитии разнообразных карбонатитов на Урале. С ними связаны не только классические редкометалльные месторождения, но

и месторождения и проявления никеля, демантоидов, рубина, железа».

Авторами были проанализированы эти мраморовидные породы, описанные В. А. Поповым, которые показали низкие содержания редкоземельных элементов и обычный тренд их поведения, характерный для обычных морских отложений (рис. 1).

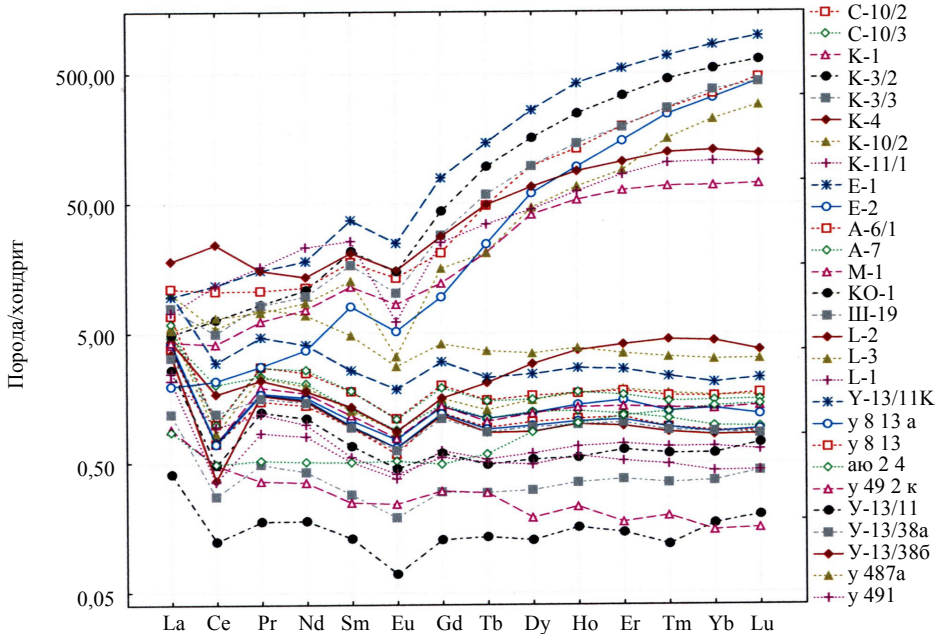


Рис. 1. Поведение редкоземельных элементов в карбонатитах Уфалейского метаморфического комплекса (высокие содержания тяжелых редких земель) и мраморовидных породах Светлого, Кучинского и Липовского карьеров, содержащих рубиновую минерализацию (поле мраморов с низкими содержаниями редких земель)

Подновление рифейских разрывных нарушений произошло в венде в связи с дальнейшим усилением рифтогенеза. Большинство сложных интрузий сформировались в результате последовательного внедрения дифференцировавшейся на глубине магмы, первоначально ультраосновной, затем щелочной. На заключительной стадии магматического цикла расплав обогащался кремнекислотой и калием, что привело к появлению щелочных лейкократовых гранитоидов.

Постмагматическая стадия, связанная со становлением щелочных гранитов венда, во вмещающих амфиболитах, биотитовых гнейсах, щелочных гранитах и редкоземельных пегматитах проявляется в виде метасоматической альбитизации и флогопитизации. Данные метасоматиты секут анортоклазовые пегматиты и кристаллы иттроэпидота среднерифейского возраста (рис. 2). Абсолютный возраст альбитизированных анортоклазитов, определенный Sm-Nd методом, показал 525 ± 11 млн лет (рис. 3).

С образованием сахаровидных альбититов связано появление ураноносных, иттриевых, тантал-ниобиевых минералов – фергюссонита и иттроколумбита – *редкометалльных пегматитов*. Фергюссонит образует сплошные выделения изометричной формы размером 2–5 см в диаметре, содержащие в виде включений зерна иттроколумбита, ферсмита, иттротанталита. Химический состав фергюссонита близок к теоретическому составу $YNbO_4$: CaO – 1,40; MgO – сл.; FeO – 0,36; TR(Y) – 42,6; ZrO_2 – 0,93; SiO_2 – 0,14; TiO_2 – 0,50; Nb_2O_5 – 51,65; Ta_2O_5 – 2,50; H_2O – 0,22; $\sum$ = 100,3 % [4]. Кроме того, авторами установлены примеси U = 1,64 % и Th = 0,012%, Zr = 0,31 %, которые возможно относятся к минеральным примесям в виде циркона, уранинита, колумбита и других минералов, установленные рентгеноструктурным анализом в

метамиктной массе фергюссонита.

Выделения иттроколумбита имеют изометричную форму, достигают 1 см в поперечнике и находятся в сахаровидном альбите. Цвет минерала черный, на отдельных участках наблюдаются буровато-красные внутренние рефлексы. Иттроколумбит метамиктный, после прокаливания при 800 °С появляется дифракционная картина. Сравнение рентгенограмм показывает хорошее совпадение исследуемого минерала с искусственной фазой $FeNbO_4$. Химический состав иттроколумбита: CaO = 0,38–0,60; TiO_2 = 3,89–4,13; MnO = 0,02–0,14; FeO = 11,35–11,28; Y_2O_3 = 11,69–12,53; Nb_2O_5 = 38,74–38,56; Ce_2O_3 = 0,14–0,10; Ta_2O_5 = 12,02–12,51; WO_3 = 1,68–1,36; PbO = 0,32–0,08; ThO_2 = 0,37–0,39; UO_2 = 8,27–6,85; Er_2O_3 = 9,11–9,01; ∑ = 98,04–97,55 [13].

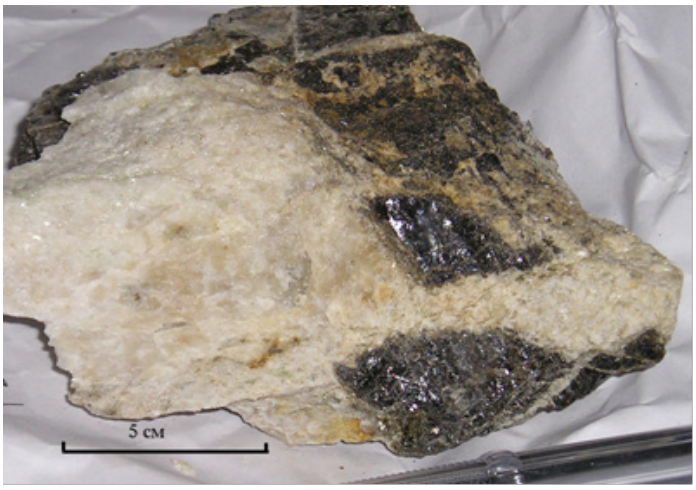


Рис. 2. Крупный кристалл иттроэпидота сечется агрегатом мелкозернистого альбитита, развивающегося по анортоклазиту (жила № 3, Слюдяногорское месторождение, Уфалейский комплекс)

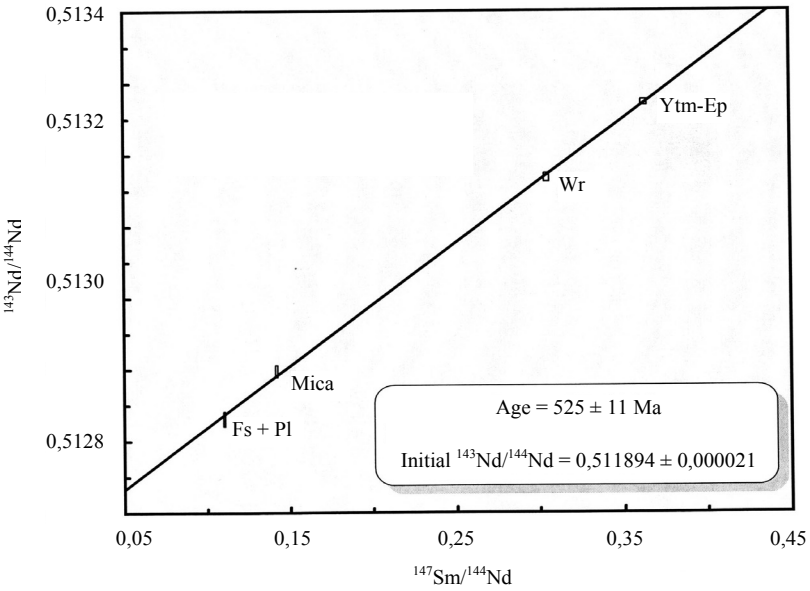


Рис. 3. Абсолютный возраст альбитизированных анортоклазитов с иттроэпидотом, определенный Sm-Nd методом. Образец У-47/13, Слюдяногорское месторождение (Уфалейский комплекс); Fs + Pl – альбит по анортоклазу; Mica – флогопит; Wr – ильменорутил; Ytm – Ep – иттроэпидот

В телах рифейских карбонатных метасоматитов под действием гидротермальных

растворов наблюдается перекристаллизация раннего кальцита желтого цвета, с образованием прозрачных полигонально зернистых агрегатов кальцита. Перекристаллизация кальцита сопровождается кристаллизацией флогопита, имеющего индукционные грани роста, что свидетельствует об одновременном росте с кальцитом. Среди зерен кальцита и флогопита наблюдаются многочисленные мелкие кристаллики октаэдрического магнетита и пирротина. Что касается редкометальной и редкоземельной минерализации, то появление ее связано с освобождением Sr, Ba, Mn, P, Ce, Y, Nb, Ta и некоторых других элементов из силикатов и рудных минералов, накоплением их в карбонатных метасоматитах палеозойского метасоматического этапа формирования этих тел. Поздние карбонатные метасоматиты содержат в большом количестве апатит, титаномагнетит, рутил, титанит, ксенотим, пирохлор, колумбит, новообразованный иттроэпидот, содержащие в повышенных количествах: Y= 400,7–4729,6; Nb = 1387,6–2920,2; Ta = 10,2–86,3; P = 21,5–2362,4; Mn = 1529,6–6393,7; U = 4,1–50,4; U/Th = 10,9–37,0, Zr = 7,2–20,1; Sr = 178,8-1396,9; Ba = 33,3–803,6 г/т.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований № 14-23-24-27 Президиума РАН и Интеграционного проекта «Развитие минерально-сырьевой базы России…)», руководитель проекта академик РАН В. А. Коротеев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кейльман Г. А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра. 1974. 200 с.

2. Овчинников Л. Н. Обзор данных по абсолютному возрасту геологических образований Урала // Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. 1963. Т. 1. С. 57–83.

3. Краснобаев А. А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 186 с.

4. Минеев Д. А. Редкоземельный эпидот из пегматитов Среднего Урала // ДАН СССР. 1959. Т. 127, № 4. С. 865–868.

5. Ларин А. М. Редкометальные месторождения докембрия // ГРМ. 1989, № 4. С. 12–21.

6. Геология месторождений редких элементов. М.: Госгеолтехиздат, 1962. Вып. 15. 106 с.

7. Кушев В. Г. Щелочные метасоматиты докембрия. Л.: Недра, 1970. 189 с.

8. Попов В. А. О нашумевшем уральском «иттроэпидоте» из Слюдорудника // Тринадцатые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. Миасс: ИМ УрО РАН, 2012. С. 18–23.

9. Балашов Ю. А. Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 268 с.

10. Недосекова И. Л., Прибавкин С. В., Пушкарев Е. В. Sr-Nd-C-O изотопные данные и геохимия карбонатитов Ильмено-Вишневогорского щелочного комплекса и Куртинской зоны (Южный Урал) // Ежегодник-2004. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2005. С. 198–206.

11. Попов В. А. Структуры и текстуры карбонатитов // Металлогения древних и современных океанов-2008. Миасс: ИМ УрО РАН, 2008. С. 285–289.

12. Попов В. А., Попова В. И. Минералогический аспект проблемы карбонатитов на Урале // Металлогения древних и современных океанов-2004. Миасс: ИМ УрО РАН, 2004. С. 264–269.

13. Суставов С. Г., Огородников В. Н. Иттроколумбит-(Y) в мусковитовых пегматитах Слюдяногорского месторождения (Южный Урал) // Вестник Уральского отделения Российского Минералогического Общества. 2008. № 5. С. 106–112.

Поступила в редакцию 6 мая 2014 г.

Огородников Виталий Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: fgg.gl@m.ursmu.ru

Поленов Юрий Алексеевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: fgg.gl@m.ursmu.ru

Савичев Александр Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры геологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ansavichev@mail.ru

УДК 504.75

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Грязнов О. Н.

Предложена типизация природных источников загрязнения природной и окружающей среды. Детально рассмотрены горные породы, руды и геохимические ореолы месторождений твердых полезных ископаемых в качестве существенных природных источников загрязнения.
***Ключевые слова**: природные источники загрязнения; природная, окружающая среда.*

Природная среда, по В. Д. Ломтадзе, – сложившиеся как целостная система естественно-исторические условия рассматриваемой территории, обусловленные сочетанием растительного и животного мира, почвенного покрова, рельефа, геологического строения, распространения природных вод, атмосферных, гидрогеологических и геологических процессов и явлений и т. д. Природная среда – это «условия жизни и деятельности человека, общества» [1]. *Окружающая среда*, в понимании В. Д. Ломтадзе, это «природная среда с искусственно созданными материальными объектами, процессами и явлениями». Иными словами, это природная среда урбанизированных территорий.

При обсуждении вопросов химического и радиоактивного загрязнения природной среды в опубликованных работах и документах экологического содержания, как правило, рассматриваются техногенные источники. Вместе с тем огромное количество загрязнителей (по объему и массе) во все компоненты природной среды поступает от природных источников. Основные типы природных источников, их компоненты и состав загрязнителей отражены в табл. 1. Не комментируя содержания таблицы, остановимся на рассмотрении такого широко распространенного в природе и имеющего чрезвычайно важное значение источника как горные породы и руды месторождений твердых полезных ископаемых. Месторождения твердых полезных ископаемых сопровождаются геохимическими ореолами элементов-индикаторов. Наиболее контрастные ореолы свойственны эндогенным (магматогенным и метаморфогенным) месторождениям рудных полезных ископаемых. Вокруг рудных тел (РТ) таких месторождений формируются первичные эндогенные литогеохимические ореолы, совмещенные, как правило, с ореолами гидротермально измененных околорудных пород (околорудных метасоматитов).

Околорудные изменения часто являются сложными многостадийными образованиями, развивающимися как до рудоотложения и одновременно с ним, так и после него. Происходящие при этом под действием гидротермальных растворов минеральные преобразования совершаются за счет привноса-выноса и перераспределения породообразующих химических элементов. Образование первичных эндогенных геохимических ореолов также может происходить многостадийно, однако преимущественно они формируются во время привноса и отложения рудного вещества в рудную стадию. Процесс образования сопряженных эндогенных геохимических ореолов, накладываясь на генетически связанные с ними метасоматически измененные породы, приводит к дальнейшему изменению химического и минерального составов этих пород.

Критериями генетической связи измененных горных пород, руд и геохимических ореолов являются [2, 3]: идентичные геолого-структурные условия образования; близкий возраст измененных пород, руд и сопряженных геохимических ореолов; пространственная связь ореолов метасоматитов, рудных тел и их геохимических ореолов; близкие РТ условия образования; металлогеническая специализация метасоматитов; сходство геохимических спектров метасоматитов, руд и их эндогенных ореолов.

Размеры первичных эндогенных ореолов обычно значительно превышают размеры рудных залежей. В общем случае устанавливается прямая зависимость: чем больше руд-

ные тела, тем больше их эндогенные ореолы; чем выше концентрация элемента в рудном теле, тем интенсивнее и шире его ореол. Отношение размеров эндогенных ореолов и рудных тел практически всегда больше 1. Обычно это отношение измеряется единицами, но может достигать 10–15 и более. Размеры ореолов обычно зависят от структурно-текстурных особенностей рудных тел. Более широкие ореолы возникают вокруг прожилково-вкрапленных руд, чем вокруг жильных или линзообразных тел с контрастными рудами [2].

Таблица 1

Природные источники загрязнения природной и окружающей среды

Природные источники загрязнения	Компоненты источников загрязнения	Состав загрязнителей
Вулканическая деятельность: – извержения вулканов (особенно эксплозивные, эруптивные); – сольфатары, фумароллы	Выбросы пепла, пыли, обломков горных пород, лав, паров, газов Парогазовые струи	Химические элементы горных пород, H_2O (пары), газы: SO_2, CO_2, H_2S, N_2, H_2, HCl, Ar и др. H_2O, H_2S, SO_2, CO_2, HCl, F, Fe, Mn, Ti, V, Mo, Pb, Zn, S, Ge и др.
Горные породы, руды МПИ (твердых полезных ископаемых)	Рудовмещающие горные породы (в т. ч. околорудные метасоматиты), руды (балансовые, забалансовые)	Химические элементы первичных ореолов, вторичных ореолов рассеяния. Их состав определяется генетическим типом МПИ
Газы горных пород и подземных вод	Газы горных пород и подземных вод	He, Rn, Tn, Ar^{40}, CO_2, N_2, SO_2, CnHn и др.
Газы рудных, угольных, нефтяных и газовых месторождений	Попутные газы руд, углей, нефтей; газовые и газоконденсатные месторождения	He, Rn, CO_2, SO_2, N_2, H_2S, NH_3, CnHn, пары Hg и др.
Газы болотные	Газы, образующиеся при разложении растительных остатков	CH_4, H_2S, CO_2, N_2
Пыльные бури, смерчи, торнадо	Почва, пыль, песчано-глинистые горные породы	Химические элементы почв, горных пород
Поверхностные и подземные воды аномального химического состава	Морские воды, речные, озерные воды аномального состава, воды минеральные, нефтяных и газовых месторождений	Химические элементы вод аномального состава при загрязнении питьевых подземных вод
Процессы испарения и инсосяции в аридной зоне	Засоление почв	Соли Na, K, Ca, Mg, Fe и др.
Космические источники	Метеориты (хондриты, сидериты, сидеролиты, аэролиты), метеоритная пыль	Fe, Ni, S, Pb и др., породообразующие химические элементы
Органические отходы жизнедеятельности животных и птиц	Экскременты	Сорг, типоморфные химические элементы ландшафтов (среды обитания)

Поскольку рудное тело и его ореол во вмещающих породах являются результатом единого процесса и имеют условную границу, проводимую по геолого-экономическим показателям, то суммарное количество металла, привнесенного в зону оруденения, складывается из запасов металла в рудном теле и эндогенном ореоле. Пропорциональности между этими величинами, по-видимому, не существует. Рудные тела, отложившиеся в открытых трещинных структурах, не сопровождаются сколько-нибудь значительными ореолами, в то же время запасы металлов в ореолах некоторых гидротермально-метасоматических месторождений в несколько раз превышают их запасы, сосредоточенные в рудных телах [2].

При выходе в зону гипергенеза в корах выветривания и покровных отложениях по первичным эндогенным ореолам развиваются вторичные гипергенные (остаточные, наложенные) геохимические ореолы рассеяния в твердой, жидкой, газовой и биогенной фазах (лито-, гидро-, атмо- и биогеохимические ореолы) [2]. Занимая значительные площади,

такие ореолы представляют существенный природный источник геохимического загрязнения природной среды.

Геохимическая специализация рудоносных метасоматических формаций и связанных с ними рудных формаций, отражающая состав геохимических ореолов магматогенных и метаморфогенных месторождений, приведена в табл. 2. Элементный состав первичных ореолов месторождений различных типов отражен в табл. 3.

По данным Л. Н. Овчинникова (1988), к концу третьей четверти XX столетия на Урале отработано свыше 200 рудных месторожде-

Таблица 2

Геохимическая специализация рудоносных метасоматических формаций [2, 3]

Формации (субформации, фации), Т, °С	Ведущие минеральные ассоциации	Баланс вещества (+ привнос, – вынос)	Геохимическая специализация
Плутоногенные формации			
Магнезиальных скарнов (800–450)	Форстерит + пироксен + шпинель + флогопит + магнетит	+Fe, (±Mg, Si, Al) – K, Na	Fe, Mg(?), B
Известковых скарнов (740–380)	Гранат + пироксен + скаполит + эпидот + магнетит	+Fe, (±Ca, Si, Al) – K, Na	Fe, Ca, Mn, Ti, V, Cu, Ni, Co; Mg, Au, Ag, Pb, Zn, W, Mo, Sn, Bi, U
Фенитовая (700–400)	Микроклин + альбит + нефелин + пироксен + амфибол	+ K, Na, Al – Si, Ca, Mg	Nb, Ta, Zr, Hf, TR, Y, Be, Ba, Sr, Th, U ; Cr, Be
Полевошпатовых метасоматитов (600–400)	Микроклин + плагиоклаз (олигоклаз, альбит) + кварц + биотит + (мусковит)	+ K, Na, (Al, Si) – Fe, Mg, Ca	Ta, Nb, Sn, Be, Li, Rb, Cr, B, F
Альбититовая (апогранитная) (400–350)	Альбит + (микроклин + кварц + эгирин)	+ Na, (Al) – K, Si Fe, Ca, Mg,	Na, Ta, Nb, TR, Zr, Th, U, Be, Sn, Mo, W, (F, Li, Rb, Cs)
Щелочных полевошпатовых метасоматитов (500–400)	Микроклин + альбит + рибекит + эгирин	+ K, Na, (Al) – Si, Fe, Mg, Ca	K, Na, Rb, Ta, Nb, Zr, Hf, TR, U, (Be, Mo, Pb, Zn); Y, Cr, Ni, Co, Sr, Ba
Альбититовая (апомиаскитовая) (500–400; 330–300)	Альбит + эгирин + рибекит	+ Na, (Al) – Si, K, Fe, Mg, Ca	Na, Ta, Nb, Zr, TR
Грейзеновая Фации: – мусковит-полевошпатовая, мусковитовая, флюорит-мусковитовая (500–350)	Микроклин + мусковит, альбит + мусковит; мусковит; флюорит + мусковит, флюорит	+ Fe, Si, K, (Na) – Fe, Mg, Mn, Ca	F, K, Be, Sn, W, Mo, Rb, Cr
– кварц-мусковитовая (400–300)	Мусковит + кварц + (турмалин + флюорит)	+ Fe, Si, K – Fe, Mg, Ca, Mn	F, K, Si, Mo, Bi, W, Be, Sn, Rb, Y, Yb, Pb, Cu
– мусковит-кварцевая (380–260)	Кварц + мусковит + (турмалин, топаз, флюорит)	+ Fe, Si, K – Fe, Mg, Mn, Ca	F, Si, K, Mo, Sn, Be, Rb, Cu, Zn, Ag, Ba, Bi, Co, Ni
– слюдитовая (400–200)	Флогопит + (мусковит – маргарит)	+ F, Si, K, Mg, Li, Be, Fe – Na, Ca; ± Al	F, Si, K, Be, Li, Rb, Mo, B, Pb, Zn, Cu, Sn
Кварц-турмалин-хлоритовых метасоматитов (400–300)	Кварц + серицит + хлорит + турмалин	+ B, Al, Fe, Mg, Na – Ca, (±Si, K)	B, F, Cl, Sn, Mo, Cu, Au, As
Серпентинитовая (370–300)	Хризотил + хризотил-асбест + магнетит	± Si, Mg, Ca, Fe - K, Na, Ti, Mn	(?)
Уралитовая (800–650)	Роговая обманка + титаномагнетит; амфибол + биотит	+ Fe, Ti, (K, Na) – Si, Al, (∓Mg, Ca)	Fe, Ti, V, Cr, Mn, Pt, Pd, Se, Ge, P, Au, Ag, Ni, Co, Cu

Формации (субформации, фации), T, °C	Ведущие минеральные ассоциации	Баланс вещества (+ привнос, – вынос)	Геохимическая специализация
Плутоногенно-вулканогенные формации			
Пропилитовая (?)	Эпидот + хлорит + альбит + карбонат + кварц + пирит; эпидот + хлорит + актинолит + кварц + магнетит; эпидот + хлорит + альбит + кварц → эпидот + кварц	+ Si, Na, (K) – Mg, Ca, (± Fe)	Na, Si, Cu, Zn, Pb, Ag, Sc, Mo, Ba, Sr, Be, Zr, Ti, Mn, V, Cr, Ni, Co, Ga; Fe; Au
Оксеталитовая (310–210)	Калишпат + кварц + турмалин + серицит + карбонат; калишпат + кварц + серицит; кварц + турмалин + серицит; кварц + серицит	+ Si, K – Na, Mg, Ca, (±Fe)	Si, K, Cu, Mo, Co, Ni, Ag, Au, Sn, Bi, Pb, Zn, Se, Te B; Ba, Zr, Y, Yb; Rb, As, Cd
Кварц-серицитовых метасоматитов (400–200)	Кварц + серицит + рутил + пирит	+ Si, K, S – Na, Ca, Mg	Pb, Zn, Ba, Ag, Cu, S, Au, Cd, Se, As, Sb, Ge
Лиственит-березитовая (390–210; 330–250)	Кварц + серицит + карбонат + пирит; кварц + карбонат + фуксит (серицит) + пирит	+ CO_2, S, K (±Si) – Na, (± Mg, Ca, Fe, Cr)	CO_2, K,. Au, U, Cu, As; Zn, Pb, Sn, Mo, Bi; Mn, Ag, Sb; Co, Ni, W, Ba, Cd, Yb, Y
Гумбеитовая (360–275)	Ортоклаз + анкерит + пирит; калишпат + доломит + (кварц) + пирит	+ CO_2, K, (± Al) – Si, Na, Ca, Mg, Fe	K, W, Mo, Bi, Sn, U, Cu, Zn, Pb, Au, Ag, V, As
Эйситовая (300–230)	Кварц + альбит + гематит; альбит + кальцит + гематит; кварц + хлорит + альбит; альбит + анке-рит; альбит + апатит; кварц + альбит + карбонат + кимрит	+ CO_2, Na, (Mg, Ba) – K, Ca, (∓Si, Fe)	Na, CO_2, Ba, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Cu, Mo, V, Mn, Ti; Mg, Fe, Au; U, P, Zr
Гидрослюдистых метасоматитов (300–100)	Гидрослюда + кварц; гидрослюда + хлорит; гидрослюда + карбонат	+ CO_2, K, (Al), P – Fe, Ti, Mg, Ca, Mn	K, Si, (SO2), U, Pb, Zn, Mo, Zr, Sn, Cu, Y, Yb, Be, La, Ba, Ag
Аргиллизитовая (≤ 150)	Кварц + гидрослюда + монтмориллонит + каолинит	+ Si, K, (Al), P – Na (∓Fe, Mg, Ca), Mn	K, P, U, Mo, Be, Yb, Y, Zr, Pb ; Au, Ag, Zn, Bi, Cu, Ni ; V, Ba ; Hg, Sb
Карбонатитовая (≤600)	Биотит + пироксен + амфибол + плагиоклаз + кальцит; кальцит + биотит + альбит; кальцит + полевые шпаты; кальцит	+ CO_2, Ca, Mg, P, (Ti), (±Fe) – Si, Al, K, Na, Mn	Ca, Mg, CO_2, P, Ba, Sr, Nb, Ta, TR, Zr, Th, U, Ti, V, Cr, Co, Mn; Mo, Cu, Zn
Вулканогенные формации			
Аргиллизитовая сольфаторно-фумарольная (275–100)	Монтмориллонит + каолинит + цеолиты + опал + халцедон + тридимит + кристобалит	+ Si, Al, (Mg, Mn) – Fe, (∓Ti, Ca)	Al, Sr, Mn, Mg
Вторичных кварцитов (500–250)	Кварц + серицит + алунит + пирофиллит + диаспор + андалузит + зуниит + корунд + топаз + рутил + пирит	+ S, Si, F, Cl, (Al, Ti, K) – Mg, Ca, Na, (∓Fe), Mn	Al, Ti, K, S, F, Cl
Кварц-хлорит-серицитовых метасоматитов (420–280; 230–140)	Серицит + хлорит + кварц + пирит	+ Si, S, (±Al), K – Ca, Mg, (±Na, Fe)	Si, S, K, Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Mo, W, Ba
Формации, связанные с плутонометаморфизмом и зональным региональным метаморфизмом			
Мусковит-полевошпатовых метасоматитов (680–650)	Калишпат + плагиоклаз + кварц; мусковит	+ K, Na, Si* – Fe, Mg, Ca	K, Na, Si

Окончание таблицы 2

Формации (субформации, фации), Т, °С	Ведущие минеральные ассоциации	Баланс вещества (+ привнос, – вынос)	Геохимическая специализация
Гематит-магнетит-кварцевая (500–150)	Гематит + магнетит + кварц	+ Si, (Fe)* – K, Na, Ca + Si, (Al)* Fe, Mg, Mn, Ca	Fe, Si, Mg, Cr, Ni, Co, Au, Ag; Ti, S, P, V, Ba, Zn; Mn, Cu, Pb, Ce, Y, Yb
Кианит (силлиманит)-мусковит-кварцевая (520–390) Фации: – кварц-мусковитовая – кварц-кианитовая, кварц-силлиманитовая	 Мусковит + кварц Кианит + кварц; силлиманит + кварц	 + Si, (K)* – Fe, Mg, Mn, Ca + Si, (Al)* Fe, Mg, Mn, Ca	 Si, (K) Si, (Al)
Антофиллитовая (750–650)	Тальк + карбонат + антофиллит + антофиллит-асбест	+ Si* ±Mg, Fe	Si, (Mg, Fe)
Рутил-кварцевая (610–300)	Рутил + гранат + слюда; рутил + кварц	+ Si, (Ti)* K, Na, (Fe), Mg, Ca	Si, Ti
Родонитовая (510–300)	Родонит + бустам + тефроит + спессартин; родохрозит; кварц	+ Si, (Mn)* – Fe, Ti, Al, Mg, Ca	Si, (Mn)
Тальк-магнезитовая (500–350)	Тальк + карбонат (магнезит); тальк	+ Si, (Mg)* Fe, Ti, Mn, Al	Si, Mg
Кварцево-жильная хрусталеносная (400–160)	Серицит + хлорит + альбит + кварц; монтмориллонит + гидрослюда + каолинит + кварц	+ Si, (K, Na) – Fe, Ti, Mg, Ca, Mn	Si, (K, Na)
Формации, связанные с ультраметаморфизмом и гранитизацией в структурах щитов			
Магнезиальных скарнов Фации: – магматического замещения (850–650) – постмагматической стадии (600–450)	 Пироксен + плагиоклаз + форстерит + шпинель + кальцит + доломит Пироксен + плагиоклаз + форстерит + шпинель + кальцит + доломит + ортоклаз + скаполит + паргасит + флогопит	 + Si, Al, Fe – CO_2, Mg, Ca + Si, Al, Fe – CO_2, Mg, Ca	 Fe, Mg Fe, Na, B
Калиевых метасоматитов (микроклинитовая) (600–450)	Микроклин + биотит	+ K, Al, Fe, F – Si, Na	K, F, U, Th, Mo, P, Zr, TR, Be, Sn, Zn, Pb, Li, Rb, Nb
Натриевых метасоматитов (альбититовая) (450–300)	Альбит + эгирин + рибекит + эпидот + хлорит + гематит	+ Na – Si, K	U, P, Zr, TR, Th
Калинатровых (кварц-альбит-микроклиновых) метасоматитов (квальмитов) (600–500)	Кварц + альбит + микроклин + лепидомелан + рибекит + эгирин	+ Na – Ca, Mg	Ta, Nb, F, Zr, Mo, TR, Y, Sn, Pb, U, Th
Полигенные формации			
Железо-магнезиальных карбонатных метасоматитов (330–250)	Сидерит + доломит + магнезит	+ CO2, Fe, Mg – Si, Al, Ti, K, Na	Fe, Mg, CO_2, Cu, Mn, Ba, Au, Pb, Ag

* За счет перераспределения компонентов исходных горных пород, либо с частичным привносом – выносом.

ний различных генетических типов. В. А. Прокин (2002) называет свыше 100 месторождений твердых полезных ископаемых Уральской металлогенической провинции,

находящихся в разработке, либо законсервированных, либо находящихся в резерве геологоразведочных работ. Приведенные цифры характеризуют весьма высокую минерагеническую продуктивность Уральского складчатого пояса на твердые полезные ископаемые различных геолого-промышленных типов. С учетом широкого генетического разнообразия свойственных им геохимических ореолов, они представляют чрезвычайно существенный по масштабам природный источник химического и радиоактивного загрязнения природной среды.

Таблица 3

Элементный состав первичных ореолов различных месторождений [4]

Тип месторождений	Элементный состав*
Редкометальные пегматиты	Li, Rb, Cs, Nb, Sn, Ta, W, Be, As, F, B
Медно-никелевые	Cu, Ni, Co, Ba, Pb, Zn, Ag, Bi, Sn, Be, W, I, Br
Медноколчеданные	Ba, Ag, Pb, Cd, Zn, Bi, Cu, Co, Mo, As, Hg, I, Br
Вольфрам-молибденовые в скарнах	Ba, Ag, Pb, Zn, Sn, Cu, W, Mo, Co, Ni, Be, W, B
Висмутовые в скарнах	As, Pb, Ag, Zn, Co, Cu, Bi, Ni, B
Оловорудные	Sn, Pb, As, Cu, Bi, Zn, Ag, Mo, Co, Ni, W, B, F, I
Полиметаллические в скарнах	Ba, As, Sb, Cd, Ag, Pb, Zn, Cu, Bi, Ni, Co, Mo, Sn, W, Be, B, I
Золоторудные	Ba, Au, Sb, As, Ag, Pb, Zn, Mo, Cu, Bi, Co, Ni, W, Be, I
Медно-порфировые	Ba, As, Sb, Ag, Pb, Zn, Au, Bi, Cu, Mo, Sn, Sn, Co, W, Be, I
Медные	Sr, Ba, As, Pb, Zn, Ag, Sn, Cu, Bi, Co, Ni, Mo, Hg, I
Медно-молибденовые	Cu, Mo, As, Ag, Pb, Zn, Bi, Co, Ni, Be, W
Полиметаллические	Cd, Ba, Sb, As, Ag, Pb, Zn, Cu, Bi, Mo, Co, Sn, W, Sr, Hg, I
Урановые	U, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Co, Ni, V, As
Стратиформные свинцово-цинковые	Ba, As, Cu, Ag, Pb, Zn, Co, Ni, Sn, Mo, W
Сурьмяно-ртутные	Ba, Sb, Hg, As, Cu, Ag, Pb, Zn, Be, Co, Ni, W, Sn
Ртутные	Sb, Hg, Ba, Ag, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Sn, Mo, W, As
Общий перечень элементов-индикаторов	Li, Pb, Cs, Hg, Au, U, Ta, Sn, W, Be, Ba, Cd, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Co, Ni, As, Sb, Zr, Nb, V, Mn, Sr, F, B, I, Br

* В рядах элементы перечислены в порядке уменьшения контрастности ореолов.

Таблица 4

Количество золота, серебра и сопутствующих химических элементов в отвалах забалансовых руд Воронцовского рудника (по материалам геологоразведочных работ)

Химические элементы	Окисленные гипергенные руды ($5385{,}8 \cdot 10^3$ т)		Первичные (скальные) руды ($6265 \cdot 10^3$ т)		Всего, т
	С, г/т	Р, т	С, г/т	Р, т	
Au	0,72	3,88	0,68	4,26	8,14
Ag	4,82	25,96	2,75	17,23	43,19
Zn	600	3231,5	300	1878,5	5111,0
Cu	200	1077,2	150	939,8	2016,8
Pb	200	1077,2	200	1253,0	2330,2
As	740	3985,5	505	3116,8	7149,3
Hg	1,0	5,39	1,0	6,27	11,66
Mn	9000	48472,2	4450	27879,3	76351,5
Ba	1100	5924,4	800	5012,0	10930,4
Sb	60	323,1	85	532,5	855,6
Итого					*104813,8*

Масштабы влияния природных источников загрязнения существенно возрастают при разработке рудных месторождений. На активной стадии горнорудного техногенеза за счет складирования в отвалах рудовмещающих горных пород и забалансовых руд накапливаются огромные количества «тяжелых» металлов, которые со временем в условиях дневной

В совокупности в отвалах вмещающих околорудных горных пород и забалансовых руд Воронцовского месторождения после его отработки накопится 821196,4 т «тяжелых» металлов, в т. ч. 108208,52 т химических элементов 1 класса экологической опасности (Hg, As, Pb, Zn). Названные токсиканты находятся в горных породах в рассеянном состоянии, главным образом, в форме сульфидных минералов. С течением времени в условиях воздействия поверхностных факторов (H_2O, O_2, T^o) произойдет их вскрытие, переход в подвижные сульфатные формы. Миграция токсикантов с подотвальными водами в поверхностные воды, почвы, породы зоны аэрации, подземные воды вызовет существенное загрязнение окружающей среды.

Таблица 5

Количество золота, серебра и сопутствующих химических элементов в отвалах вмещающих околорудных горных пород Воронцовского рудника (по материалам геологоразведочных работ)

Химические элементы	Рыхлые породы (52616 х 10^3 т)		Полускальные породы (40560,2 · 10^3 т)		Скальные породы (25200,1 · 10^3 т)		Всего, Р, т
	С, г/т	Р, т	С, г/т	Р. т	С, г/т	Р, т	
Au	0,35	18,40	0,31	12,57	0,26	6,55	37,52
Ag	1,12	58,90	1,97	79,90	2,83	71,32	210,12
Zn	300	15785,0	225	9126,0	150	3780,0	28691,0
Cu	300	15785,0	200	8112,0	100	6300,0	30197,0
Pb	300	15785,0	250	10140,0	200	5040,0	30965,0
As	400	21046,0	250	10140,0	105	2646,0	33832,0
Hg	1,0	52,6	1,0	40,56	1,0	26,2	118,36
Mn	4000	210464,0	3875	157170,0	3750,0	94500,0	462134,0
Ba	1300	68401,0	1000	40560,0	700,0	17640,1	126601,3
Sb	30,0	1578,0	30,5	1237,1	31,0	781,2	3596,3
Итого							*716382,6*

В совокупности в отвалах вмещающих околорудных горных пород и забалансовых руд Воронцовского месторождения после его отработки накопится 821196,4 т «тяжелых» металлов, в т. ч. 108208,52 т химических элементов 1 класса экологической опасности (Hg, As, Pb, Zn). Названные токсиканты находятся в горных породах в рассеянном состоянии, главным образом, в форме сульфидных минералов. С течением времени в условиях воздействия поверхностных факторов (H_2O, O_2, T^o) произойдет их вскрытие, переход в подвижные сульфатные формы. Миграция токсикантов с подотвальными водами в поверхностные воды, почвы, породы зоны аэрации, подземные воды вызовет существенное загрязнение окружающей среды.

Рассмотренные в статье материалы, на наш взгляд, с достаточной убедительностью свидетельствуют о существенном значении природных источников загрязнения природной и окружающей среды, и в частности горных пород, руд, их первичных эндогенных ореолов и вторичных ореолов рассеяния химических элементов месторождений твердых полезных ископаемых. Это необходимо учитывать в процессе геоэкологической оценки территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломтадзе В. Д. Словарь по инженерной геологии. СПб.: СПбГИ, 1999. 360 с.
2. Вершинин А. С., Грязнов О. Н., Чесноков В. И. Теоретические основы геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000. 201 с.
3. Грязнов О. Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. М.: Недра, 1992. 256 с.
4. Инструкция по геохимическим методам поисков эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1983. 192 с.

Поступила в редакцию 23 апреля 2014 г.

Грязнов Олег Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
E-mail: Gryaznov.O@ursmu.ru

УДК 504.53.062.4

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПЛОДОРОДИЯ ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ СУГЛИНКОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Котович А. А., Гуман О. М.

В Уральском регионе ощущается острая нехватка плодородных почв на этапе биологической рекультивации. В данной статье оценивается пригодность делювиальных суглинков Уральского региона для целей биологической рекультивации, а также рассматривается возможность замены почв на потенциально плодородные грунты после улучшения их свойств за счет агротехнических мероприятий.

Ключевые слова: *биологическая рекультивация; потенциально плодородные грунты; делювиальный суглинок; Уральский регион.*

Проживая на территории Уральского региона, где давно и активно развивается горнодобывающая промышленность, мы постоянно сталкиваемся с проблемой рекультивации нарушенных земель. В связи с тем, что еще 20–30 лет назад предприятия не задумывались о состоянии территорий после окончания отработки месторождений, меры по сохранению почвенного слоя не были проведены.

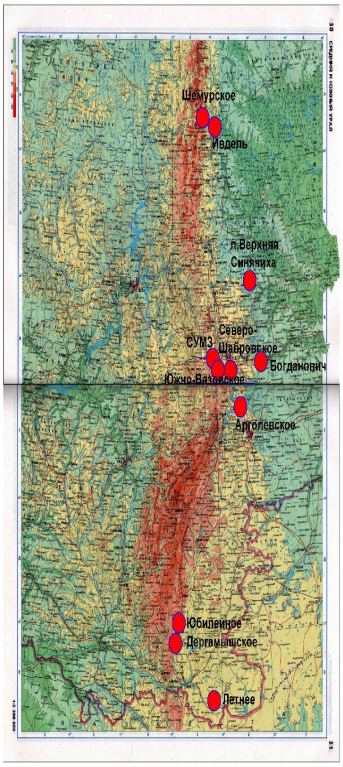


Рис. 1. Места отбора проб, использованных для данной работы

Для рекультивации отвалов, формирующихся около месторождений, требуется, как правило, больше почв, чем снимается с территории самого месторождения, а в Уральском регионе (особенно на Северном Урале) нередко почвенный слой составляет менее 10 см и снятию и складированию не подлежит. Все эти факторы обусловливают нехватку почв для рекультивационных целей. Авторы статьи попытались систематизировать данные о свойствах потенциально плодородных грунтов и, возможно, частично решить проблему обеспечения плодородными почвами рекультивируемой территории. Помимо недостаточного количества почв, на пригодность к рекультивации влияет и их не всегда надлежащее качество. Иногда содержание химических веществ в почвах довольно велико, что не позволяет использовать такие почвы для биологической рекультивации [3].

Согласно современным требованиям нормативных документов, при выполнении инженерно-экологических изысканий на объектах, где формируются нарушенные земли (карьеры, отвалы, хвостохранилища и проч.), необходимо выполнять оценку потенциального плодородия грунтов, которые могут служить рекультивационным материалом. В ходе инженерно-экологических изысканий, проводимых на объектах Уральского региона, были собраны материалы по свойствам потенциально плодородных грунтов. В данной работе авторы попытались систематизировать информацию по делювиальным суглинкам, исследования которых проводились в районах Северного, Среднего и Южного Урала, на месторождениях: Арголевское, Юбилейное, Шемурское и Новошемурское, Дергамышское, Летнее, Южно-Вязовское, Северо-Шаб-ровское, Тарньер; в районе полигонов ТБО г. Богданович и Верхней Синячихи, а так же на СУМЗе. Всего было выделено 17 проб делювиальных суглинков. Места отбора проб показаны на рис. 1.

По результатам исследований делювиальные суглинки делятся [2]:

1) на пригодные для рекультивации: плодородный слой почвы, потенциально плодородные грунты;

2) малопригодные: по физическим свойствам, по химическому составу.

Потенциально плодородными грунтами (ППГ) принято считать грунты, обладающие ограниченно благоприятными для роста растений физическими и (или) химическими свойствами [3]. ППГ могут быть использованы для биологической рекультивации после агротехнических мероприятий.

Малопригодными для рекультивационных целей считают такие грунты, которые обладают некоторыми химическими или физическими свойствами, затрудняющими произрастание растений.

Характеристики ППГ должны соответствовать ГОСТ 17.5.1.03-86 «Классификация вскрышных горных пород для биологической рекультивации».

Основными показателями степени пригодности грунтов для рекультивации являются показатели химического и гранулометрического состава: pH; сухой остаток, %; сумма токсичных солей, % в водной вытяжке; $CaSO_4 \times 2H_2O$, % в солянокислой вытяжке; $CaCO_3$, %; Al подвижный, мг/100 г; Na, % от емкости поглощения; гумус, %; сумма фракций: менее 0,01 и более 300 мм [2].

Минимальные и максимальные значения приведенных показателей исследованных делювиальных суглинков приведены в табл. 1.

Среди делювиальных суглинков было выделено 10 пригодных для рекультивации, 6 потенциально плодородных грунтов и 1 малопригодный по химическим свойствам (pH проба составляет 2,25, была отобрана на заболоченной территории, что сказалось на данном параметре).

По результатам исследований можно выделить следующую закономерность: с севера на юг количество частиц < 0,01 мм постепенно увеличивается (рис. 2), что связано с изменением, по-видимому, климатических условий в широтном плане и расчленением рельефа. Таким образом, суглинки Южного Урала по гранулометрическому составу более пригодны для растений, так как при увеличении количества пылеватых частиц растениям проще закрепиться в грунте, что улучшает показатели их роста.

Таблица 1

Минимальные и максимальные значения показателей потенциального плодородия делювиальных суглинков

Наименование грунта		Делювиальные суглинки Уральского региона
Глубина отбора проб		0,2–7,5
Показатели химического и гранулометрического состава	pH водной вытяжки	5,49–8,22 (искл. 1 проба: pH = 2,25)
	Сухой остаток, %	0,043–0,13
	Сумма токсичных солей, % в водной вытяжке	0,02 –0,09
	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, % в солянокислой вытяжке	0,031–6,33
	$CaCO_3$, % (определяют при pH > 7,0)	0,0078–6,33
	Na, % от емкости поглощения (определяют при pH > 6,5)	< 0,0001–0,20
	Гумус, %	0,34–4,2
	Сумма фракций менее 0,01 мм, %	10,5–54,6

Глубина отбора проб варьировалась от 0,2 м до 7,5 м. До глубины 4,0 м встречаются плодородные грунты, ниже – потенциально плодородные. Дело в том, что с увеличением глубины уменьшается количество гумуса, который и влияет на степень плодородия грунтов. По остальным же показателям такие грунты вполне пригодны для рекультивации без каких-либо мероприятий.

Делювиальные грунты Уральского региона на 94 % благоприятны для рекультивационных целей: 59 % от общего числа исследованных проб делювиальных суглинков являются плодородными и подходят в каче-

стве рекультивационного материала без каких-либо мероприятий, 35 % исследованных грунтов являются потенциально плодородными и подходят для рекультивационных целей после агротехнических мероприятий, и только 6 % являются малопригодными и требуют значительных вложений сил и средств для того, чтобы стать пригодными для роста ра-

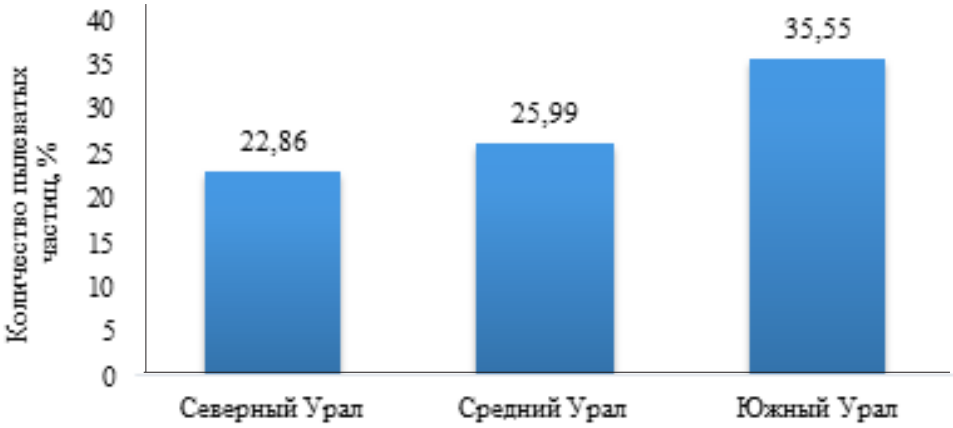


Рис. 2. Зональная закономерность распределения пылеватых частиц в составе проб делювиальных суглинков Уральского региона

стений. Следовательно, практически все делювиальные суглинки Уральского региона пригодны для использования в рекультивационных целях, а почти 60 % из них могут использоваться вместо почв. Поэтому авторы рекомендуют при формировании отвалов вскрышных пород во время отработки месторождений делювиальные суглинки складировать в отдельные карты, чтобы затем использовать их для рекультивационных целей вместо почв.

Во время отработки месторождений часто происходит так, что рыхлые вскрышные породы складируются совместно со скальными вскрышными породами. Скальные породы являются непригодными для рекультивационных целей, но так как они залегают, как правило, ниже рыхлой вскрыши, в отвалах скла-

Рис. 3. Рыхлые вскрышные породы, погребенные под грубообломочным материалом. Отсутствие самозарастания

дируются сверху, перекрывая доступ к ППГ (рис. 3). Непригодные для рекультивации грунты зачастую являются крупнообломочными и не способными к самозарастанию, вследствие чего длительное время подвергаются эрозии, пылят, загрязняют окружающую

среду. В конечном итоге они требуют рекультивации, скрывая под собой те грунты, которыми эту рекультивацию возможно провести.

Законодательством предусмотрено снятие почвенного слоя и складирование его в отдельные отвалы, что дает возможность их свободного использования в дальнейшем, однако по поводу потенциально плодородных грунтов нет четких нормативных указаний.

С одной стороны, потенциально плодородные и плодородные грунты (далее объединим их в термин «потенциально плодородные грунты») по своим характеристикам подходят для растений. Содержание химических веществ, необходимых для их роста, находится в норме, но, к сожалению, физико-химические показатели не обусловливают плодородие почв в должной мере. Гумус, согласно протоколам химических анализов, не оказывает никакого влияния на плодородие почв.

По-настоящему плодородие почвам дает т. н. активный или лабильный гумус. Лабильный гумус представляет собой живую биомассу почв: микробы, жуки, черви и прочие обитатели почв в совокупности с сильно разложившимися и неразложившимися остатками растений и животных, которыми они питаются. Корни растений находятся в окружении микроорганизмов, которые создают своеобразный «чехол» – ризосферу и, фактически, являются посредниками между почвой и растениями. Микроорганизмы превращают трудноусваиваемые растениями соединения в мобильные, оптимальные для поглощения и метаболизма. По образному выражению известного микробиолога Н. А. Красильникова, микроорганизмы, населяющие ризосферу растений, напоминают органы пищеварения животных [4].

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что в потенциально плодородных грунтах как раз отсутствует ризосфера, и растения, попадая в такую среду, развиваются довольно медленно и, в то же время, более подвержены негативным влияниям. Первое время, попадая в такую среду, растения как бы налаживают связь с грунтом, обустраивают свою ризосферу. Соответственно, зарастание территории в это время происходит вяло, и грунты подвержены эрозии, которая, в свою очередь, еще более осложняет жизнедеятельность растений.

Итак, если мы хотим использовать потенциально плодородные грунты вместо почв для рекультивации нарушенных земель, мы должны обеспечить их активным гумусом в достаточной степени.

Существует несколько способов для решения данной задачи.

Первый способ является довольно древним, но от этого не менее действенным – использование органических удобрений, в частности, навоза и торфа. Смешивая потенциально плодородные грунты с полупереработанной органикой, мы получим значительное увеличение биологической активности такого грунта, что положительно скажется на его пригодности для использования в качестве почв. Несомненным преимуществом является доступность таких удобрений, получаемых на практически повсеместно развитых торфяниках и животноводческих фермах. Однако существует и ряд существенных недостатков, а именно: органические удобрения используются в больших количествах, что затрудняет их поиск при рекультивации обширных территорий; торф подвержен горению в засушливые сезоны, что негативно отразится на растениях; в навозе содержатся патогенные микроорганизмы, которые, попадая в грунт, будут в нем развиваться, ухудшая микробиологические показатели почв.

Вторым способом является использование биологических препаратов, содержащих штаммы полезных микроорганизмов. Данные микроорганизмы, попадая в почву, активно участвуют в переработке пассивного гумуса, переводя его в активную стадию и улучшая показатели почв. В то же время, они начинают формировать ризосферу, что убыстряет рост растений, а значит снижает эрозионную опасность для территории. Минусы метода: во-первых, нестабильность качества данных препаратов на рынке – количество и качество штаммов зачастую не соответствует заявленным; во-вторых, для обработки микробио-

логическими препаратами грунтов требуется специальная техника; в-третьих, для развития микроорганизмов на начальной стадии требуются особые температурные условия; в-четвертых, препараты стоят довольно дорого, хотя их требуется не так много, как, например, органических удобрений.

Третьим возможным способом является использование вермикультивирования или биогумуса. Хотя данная технология пока не получила в России большого развития, постепенно она завоевывает свое место. Технология заключается в использовании дождевых червей разных видов, которые питаются растительными отходами, потребляя вместе с ними простейших, микробы, водоросли и грибы. Впоследствии переваренные и выделенные червями, они приобретают вид копролита, в состав которого входят ферменты, витамины и активные компоненты, способствующие обеззараживанию почвы и предотвращающие формирование патогенной микрофлоры и развитие процессов гниения [5]. Результатом деятельности дождевых червей и является биогумус, представляя собой на сто процентов безопасную биологическую добавку к почве. При использовании потенциально плодородных грунтов в качестве почв можно их смешивать с биогумусом, улучшая при этом состав и свойства. Однако непосредственное помещение червей в такой грунт и создание для них условий, необходимых для жизнедеятельности, будет гораздо более эффективным, так как образование биогумуса будет происходить постоянно. При этом дождевые черви, передвигаясь в теле грунта, производят рыхлящие действия, что улучшает физические свойства грунтов.

Рассмотрим, какие условия необходимы для вермикультивирования.

Грунты, в которых предполагается разведение дождевых червей, не должны содержать токсичных солей (по характеристикам ППГ итак их не содержат, но при внесении минеральных удобрений необходимо помнить о вреде, который может быть нанесен червям).

В районах с засушливым климатом следует позаботиться о достаточной влажности грунтов.

Червям необходимо питание – органические вещества. Большим плюсом является то, что дождевые черви неизбирательно относятся к органике, перерабатывая её практически в любом виде. Питанием для червей могут служить бытовые отходы, осадки водоподготовки, навоз, растительные остатки и проч. Как показал опыт [6], дождевые черви способны превратить в высокопродуктивное удобрение даже осадки сточных вод.

Дождевые черви могут использовать в качестве пищи навоз. Возникает вопрос: если мы можем использовать навоз, то зачем нам ещё и черви? Не будем забывать, что при вермикультивировании недостатки навоза, перечисленные выше, исчезают, что повышает эффективность его применения.

Итак, делювиальные суглинки, относящиеся к плодородному слою почв и потенциально плодородным грунтам, могут заменить почвы на этапе биологической рекультивации при условии улучшения их свойств, обусловливающих эффективное питание растений. Рекомендуется формировать отдельные отвалы делювиальных суглинков или вести отработку вскрышных пород таким образом, чтобы делювиальные суглинки залегали в верхней части отвалов и были доступны для использования.

Как показали исследования в Сербии и Германии, на рекультивированных отвалах, непригодных для биологической рекультивации грунтов, можно выращивать лесные культуры, используемые для различных видов промышленности, что в дальнейшем поможет не только окупить затраты на рекультивационные работы, но и организовать новое производство в будущем [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Котович А. А., Гуман О. М., Макаров А. Б., Антонова И. А. Эколого-геохимическая оценка почв проектируемого Быстринского ГОКа // Изв. вузов. Горный журнал. 2013. № 2. С. 21–25.

2. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Классификация вскрышных горных пород для биологической рекультивации».
3. ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения».
4. Новый подход к восстановлению плодородия почвы. URL: http://biocentrdon.ru (дата обращения: 08.05.2014).
5. Хворостухина С. А. Как повысить плодородие почвы. М.: Рипол Классик, 2011. 256 с.
6. Титов И. Н. Вермикультура: инновационная технология вермифильтрации очистки сточных вод: сб. науч. трудов III межд. науч.-практ. конф. ведущих ученых, специалистов, предпринимателей и производственников. Минск. 2013. С. 19–25.
7. Dragana M. Drazic, Milorad Veselinovic, Branislava Batos, Ljubinko Rakonjac, Nevena Cule, Suzana Mitrovic and Maja Djurovic-Petrovic. Energy plantations of dendroflora species on open-pit coal mines overburden deposits// African Journal of Agricultural Research Vol. 6(14). pp. 3272–3283. 18 July, 2011.

Поступила в редакцию 8 мая 2014 г.

Котович Алевтина Александровна – аспирант кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: alenkoi_cveto4eg@mail.ru
Гуман Ольга Михайловна – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Guman2007@mail.ru

УДК 553.3.4

УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПОЛЯРНОЕ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Таймасов Д. В., Бурмако П. Л.

Приведены особенности геологического строения месторождения Заполярное. Выполнены исследования минерального состава руд и сделаны выводы о многостадийном образовании месторождения. Породы месторождения Заполярное отнесены к перидотит-пироксенит-норитовой формации, которая характеризуется отчетливо проявленной дифференциацией пород и руд, обусловившей образов*ание слоев однородного состава и располагается в зоне подводящего канала рудной магмы.*

Ключевые слова: месторождение Заполярное; ждановская свита; ликвация; густовкрапленные руды; пентландит*; никель; перидотит-пироксенит-норитовая формация; подводящий канал.*

В административном отношении район месторождения входит в состав Печенгского района Мурманской области Российской Федерации. Располагается на северо-западе Кольского полуострова близ государственной границы с Норвегией.

В геологическом строении района участвуют три крупных разновозрастных структурно-стратиграфических комплекса докембрийских образований: раннеархейский, позднеархейский и раннепротерозойский [1].

Печенгский структурный блок является частью Полмак-Пасвик-Печенгско-Варзугского пояса карелид Балтийского щита. Пояс протягивается с северо-запада на юго-восток через всю Кольскую субпровинцию Лапландско-Кольско-Карельской провинции (восточную часть Балтийского щита) [2].

Промышленные месторождения приурочены к ждановской свите в пределах Печенгского рудного поля, образуя два рудных узла – Западный и Восточный. Западный рудный узел включает месторождения Каула, Промежуточное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка. В восточном рудном узле позиционируются месторождения Ждановское, Заполярное, Спутник, Тундровое, Быстринское и Верхнее.

Месторождение Заполярное расположено в центральной части Восточного рудного узла в низах «продуктивной» ждановской свиты на контакте туфогенно-осадочных пород с долеритами третьего эффузивного покрова (рис. 1). Приурочено к протяженной межпластовой тектонической зоне. В состав месторождения входит одно крупное Северное рудное тело (95 % запасов) и серия мелких линз-сателлитов [3].

Северное рудное тело (СРТ) прослежено по простиранию на расстоянии 1000–1500м, по падению – до отметки –1000 м. Элементы залегания рудного тела: азимут простирания 130–150º на юго-восток, падение – на юго-запад под углами 40–65º. Склонение на юго-восток под углом около 20º к линии падения.

Общая пластовая форма залежи СРТ осложнена чередованием раздувов и пережимов мощности и разделена по простиранию безрудным пережимом (окном) шириной до 200 м на две части: западную (западный фланг) и восточную (восточный фланг), различающиеся по своим морфологическим параметрам.

В пределах месторождения сульфидных медно-никелевых руд Заполярное выделено три главных промышленных типа руд:

– рассеянно-вкрапленные руды в серпентинизированных и отальковaнных ультраосновных породах с содержанием никеля от 0,5 до 1,5 %;

– густовкрапленные руды в серпентинизированных и отальковaнных ультраосновных породах с содержанием никеля от 1,5 до 4,5 %;

– брекчиевидные руды различного текстурного рисунка.

В размещении типов руд отмечается определенная закономерность. Преобладающими являются богатые вкрапленные и наиболее широко распространенные брекчиевидные руды. Они встречаются повсеместно в висячем боку рудного тела. Центральную часть рудного тела слагают густовкрапленные руды. Бедные вкрапленные руды обычно пользуются ограниченным распространением по периферии рудного тела и содержат никеля менее 0,5 %. В общем случае все типы встречаются совместно за исключением сплошных руд, развитых весьма локально в линзах и образованных за счет более поздних инъекций магмы, и прожилково-вкрапленных руд, приуроченных преимущественно к филлитам, реже к песчаникам.

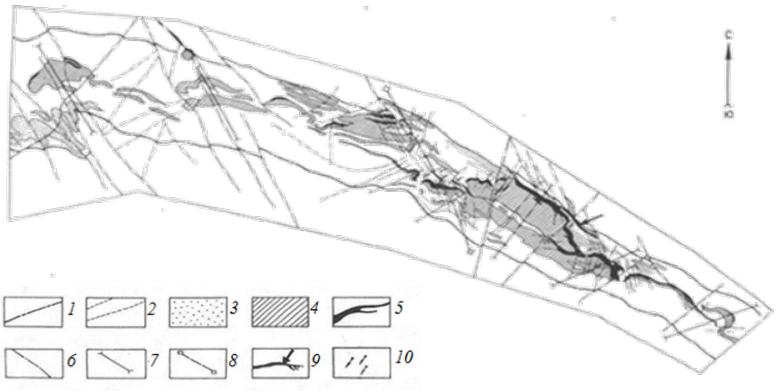


Рис. 1. Структурная схема положения месторождения Заполярное Восточного рудного узла в Печенгском рудном районе (Чалых Е. Д., 1972 г.): *1* – границы продуктивной толщи; *2* – контуры тел габбро-долеритов; *3* – итрузивы безрудных основных и ультраосновных пород; *4* – рудоносные массивы основных-ультраосновных пород; *5* – рудные тела; *6* – тектонические нарушения; *7* – оси поперечных синклинальных складок; *8* – Киерджипор-Пильгулярвинская зона смятия; *9* – положение месторождения Заполярное; *10* – направление погружения шарниров мелких складок

Рассеянно-вкрапленные руды характеризуются широким распространением на месторождении. Образуют маломощные линзовидные тела, сгруппированные в несколько залежей. Текстурно-структурные особенности этого типа руд аналогичны густовкрапленным рудам, но отличаются меньшим содержанием сульфидов. В них отмечается изменение текстур и структур от сидеритовой, свойственной первичным рудам, до прожилково-вкрапленной в зонах тектонических нарушений. Рассеянно-вкрапленные руды по условиям формирования родственны густовкрапленным и образуют с ними непрерывные серии пород и руд, различающиеся по концентрации сульфидных минералов. В более мощных частях ультраосновных пород отмечается дискретно-непрерывный переход от рассеянно-вкрапленных руд к густовкрапленным. Во многих случаях отмечаются и более резкие переходы от одного типа руд к другому.

Густовкрапленные руды представлены мелко-среднезернистыми породами темно-серого цвета с густой вкрапленностью сульфидов. Эти руды объединяют текстурные разновидности собственно вкрапленных руд в перидотитах и вкрапленные руды с сульфидными прожилками. Прожилки во вкрапленных рудах обычно не протяженные, часто ветвящиеся и выклинивающиеся.

Главными особенностями богатых густовкрапленных руд являются: небольшой размер зерен сульфидов; весьма тонкое прорастание сульфидов и нерудных минералов; относительно неравномерное распределение сульфидов на отдельных участках. Основу структурного рисунка руд составляют сидеронитовые выделения сульфидов, замещающих ксеноморфные агрегаты измененного оливина.

По мере роста степени изменения пород, при развитии хлорит-карбонат-тальковой ассоциации, полностью уничтожающей первичную структуру, происходит существенное изменение структурных соотношений сульфидов и нерудных минералов. Сидеронитовые структуры приобретают облик релик-

товых образований. При этом увеличивается роль изометричных выделений сульфидов. По структурным особенностям густовкрапленные богатые руды могут быть разделены на следующие типы: руды в перидотитах, в которых сохраняется сидеронитовая структура; руды в хлорит-карбонатно-тальковых породах, в которых сидеронитовая структура является реликтовой и преобладают новообразованные сульфидные агрегаты.

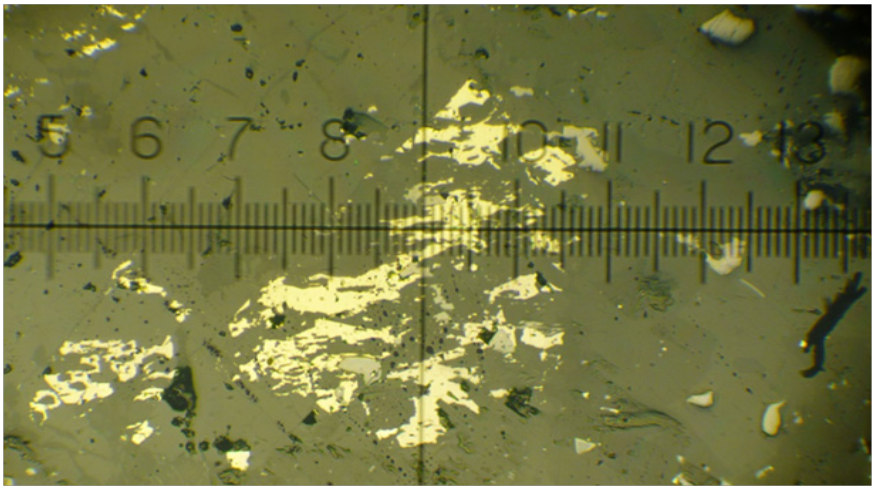


Рис. 2. Скелетные кристаллы халькопирита и пирротина в нерудной массе

Брекчиевидные руды являются вторым по значимости промышленным типом на месторождении. Присутствуют повсеместно, за исключением удлиненных безрудных «окон» в северо-западной части рудного поля. Текстура руд брекчиевидно-цементная, иногда брекчиевая; структура сульфидного цемента аллотриоморфнозернистая или порфировидная. Различие количественных соотношений обломков и форм выделения сульфидов обусловливает довольно большое разнообразие текстурных рисунков руд.

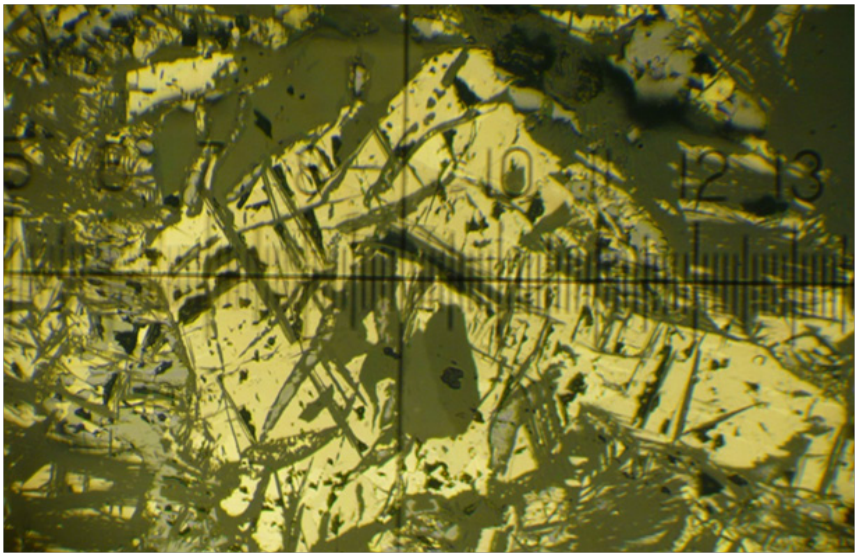


Рис. 3. Хорошо ограненное идиоморфное зерно пентландита

Сплошные руды выделяются лишь на отдельных участках рудного тела. Для них характерна высокая изменчивость состава при устойчиво высоком содержании сульфидов до 85–95 %. Руды обладают массивным обликом при четко выраженной порфировидной структуре, что обусловлено наличием крупных изометричных выделений пентландита размером до 3,0 см на фоне мелкозернистой общей сульфидной массы.

Прожилково-вкрапленные руды приурочены, главным образом, к филлитам, реже к песчаникам. Формируют маломощные от 2–3 мм до 1–2 см прожилки, ориентированные согласно рассланцеванию филлитов и песчаников. На долю этого типа оруденения приходится около 25 % общих запасов месторождения. Минеральный состав представлен халькопиритом и пирротином с незначительным количеством пентландита.

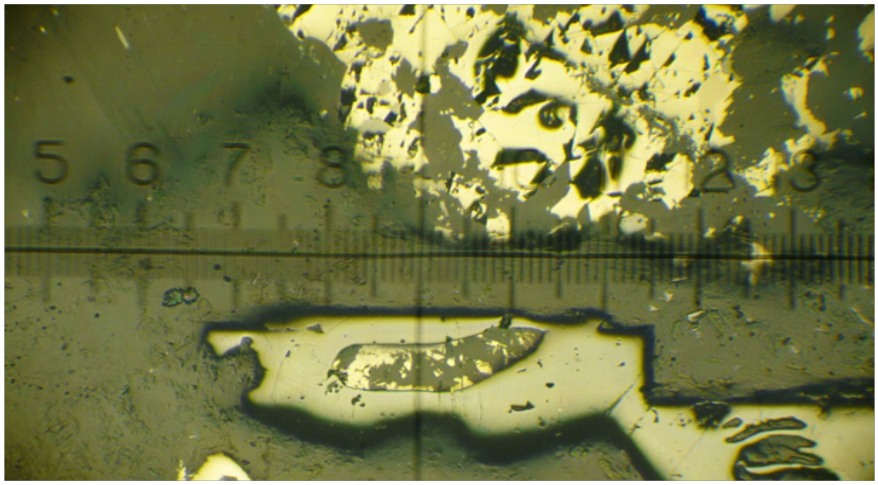


Рис. 4. Включения зерен пирротина в магнетите (рассеянно-вкрапленные руды)

Убогие руды встречаются редко вдоль лежачего бока и не представляют промышленного интереса. Содержание никеля в перидотитах не превышает 0,5 %, за счет чего подобные перидотиты относятся к убогим рудам.

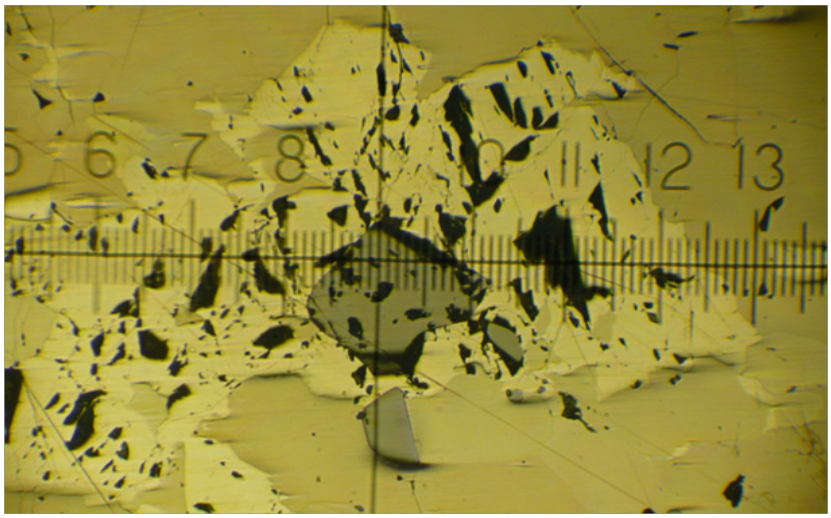


Рис. 5. Идиоморфные зерна магнетита в объеме ксеноморфных выделениях пентландита. Минеральная ассоциация заключенна внутри зерен пирротина в сплошных (массивных) рудах

Общей особенностью рассеянно-вкрапленных и густо-вкрапленных руд является присутствие скелетной структуры пирротина и халькопирита (рис. 2), а также широкое распространение в них хорошо оформленных зерен пентландита (рис. 3). По этому признаку можно сделать вывод о том, что пентландит кристаллизовался раньше, чем пирротин и халькопирит, внедрение которых происходило в уже раскристаллизованную массу в виде более поздних инъекций магмы.

На основе изучения состава руд можно предположить, что зерна магнетита во всех

типах руд были образованы на более ранней стадии совместно с формированием первичных материнских рудоносных пород (рис. 4, 5). Об этом же свидетельствует равномерное распределение этого минерала в практически безрудных перидотитах (рис. 6).

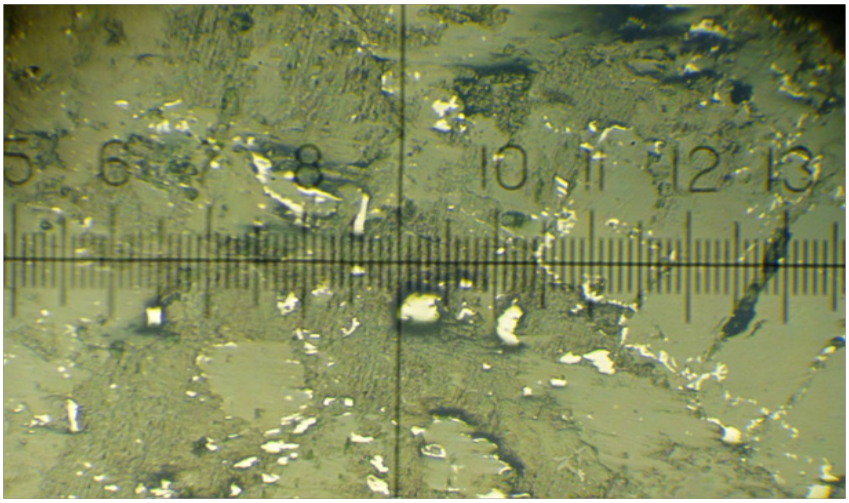


Рис. 6. Идиоморфные зерна магнетита в перидотите с убогим оруденением

В брекчиевидных рудах наблюдается повсеместное срастание рудных минералов (рис. 7), обусловленное гидротермальным метаморфизмом, проявленным в тектонических зонах на контакте рудоносных толщ.

Изучив текстурно-структурные особенности руд, можно сделать вывод об их многостадийном образовании и выделить следующую последовательность кристаллизации: на начальном этапе формирования месторождения происходило внедрение эндогенных метаперидотитов и метапироксенитов, несущих в своем составе растворенные сульфиды никеля, меди и железа. После этого происходило образование рассеянно-вкрапленных и густовкрапленных руд, приуроченных к ранее кристаллизовавшимся породам. На заключительном этапе формируются брекчиевидные и брекчиевидно-цементные руды как результат проникновения сульфидного расплава во вмещающие породы. Все процессы рудообразования сопровождались кристаллизационной дифференциацией магматического расплава.

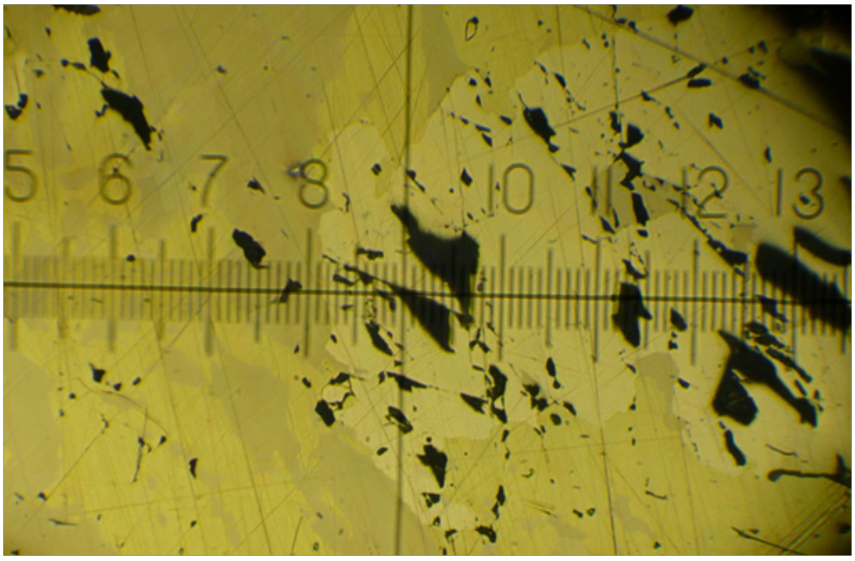


Рис. 7. Срастание пентландита, халькопирита и пирротина в брекчиевидных рудах

Проведенные исследования позволяют отнести месторождение к перидотит-пироксенит-норитовой рудоносной формации, которая характеризуется отчетливо проявленной дифференциацией пород и руд, обусловившей образование слоев однородного состава, представленного членами естественного ряда [4].

В заключение следует отметить, что рудам месторождения Заполярное свойственны некоторые текстурно-структурные особенности, не характерных для месторождений Печенгского рудного поля [5, 6]. В их числе: широкое и закономерное распределение в объеме месторождения густовкрапленных и брекчиевидно-цементных руд, наличие четкой порфировидной структуры сплошных руд с присутствием в них крупных изометричных зерен пентландита (размером до 3 см) и др.

Основываясь на вышеизложенном и с использованием литературных сведений [7, 8], можно предположить, что месторождение сульфидно-медно-никелевых руд Заполярное располагается в зоне подводящего канала рудной магмы, что отличает его от вышезалегающего в структурном плане месторождения Ждановское.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев О. А., Петров В. П. О проблемах стратиграфии и корреляции докембрия Кольского региона: некоторые выводы по результатам составления карты метаморфических фаций Балтийского щита масштаба 1:2 500 000. Л.: Наука, 1987. 154 с.

2. Геология рудных районов Мурманской области / В. И. Пожиленко [и др.]. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. 359 с.

3. Структуры медно-никелевых рудных полей и месторождений Кольского полуострова / под ред. Г. И. Горбунова. Л.: Наука, 1978. 153 с.

4. Магматические формации докембрия Северо-Восточной части Балтийского щита / И. Д. Батиева [и др.]. Л: Наука, 1985. 176 с.

5. Геология медно-никелевых месторождений СССР / под ред. Г. И. Горбунова. Л.: Наука, 1990. 279 с.

6. Горбунов Г. И. Геология и генезис сульфидных медно-никелевых месторождений Печенги. М.: Недра, 1968, 238 с.

7. Ляхницкая И. В., Туганова Е. В. Региональные и локальные закономерности размещения медно-никелевых сульфидных месторождений. Л.: Недра, 1977. 185 с.

8. Вольфсон Ф. И., Некрасов Е. М. Основы образования рудных месторождений. М.: Недра, 1986. 356 с.

Поступила в редакцию 30 мая 2014 г.

Таймасов Дмитрий Витальевич – геолог. 184507, г. Мончегорск – 7, ОАО «Кольская ГМК», рудник «Северный». E-mail: tdv126@rambler.ru

Бурмако Павел Леонидович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.532

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ШАХТНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СЕКЦИОННЫХ НАСОСОВ

Долганов А. В., Ислентьев А. О., Чураков Е. О., Торопов Э. Ю.

В статье рассмотрены вопросы эффективности разгрузочных устройств секционных центробежных насосов. Дана количественная оценка объемных и механических потерь, а также объемного и механического КПД в зависимости от ширины щели в разгрузочном устройстве секционного насоса ЦНСГ 850-240…960. Предложены мероприятия по улучшению работы этих устройств.

Ключевые слова: *насос; разгрузочное устройство; оценка; потери; КПД; мероприятия.*

Тематике разгрузочных устройств шахтных центробежных секционных насосов посвящено достаточно большое число работ [1–7], однако некоторые аспекты этой тематики не получили еще должного освещения. Одним из них является количественная оценка потерь энергии в разгрузочных устройствах, характерных для некоторых насосов типа ЦНС.

Прежде всего следует отметить, что осевая сила насосов при износе уплотнений рабочих колес может возрасти в 2–7 раз (экспериментально доказано) в то время, как несущая способность разгрузочного устройства в значительно меньшей степени (по некоторым данным не более 30–40 %) может превышать начальную расчетную осевую силу. По этой причине зачастую происходит нарушение функционирования разгрузочного устройства в гидростатическом режиме, и зазор в нем снижается до нуля, что означает на практике механический контакт и соответствующее ему механическое трение.

Негативное воздействие на работу разгрузочных устройств вносит также перекос рабочей поверхности разгрузочного диска по отношению к поверхности разгрузочного диска (см. рис. 1).

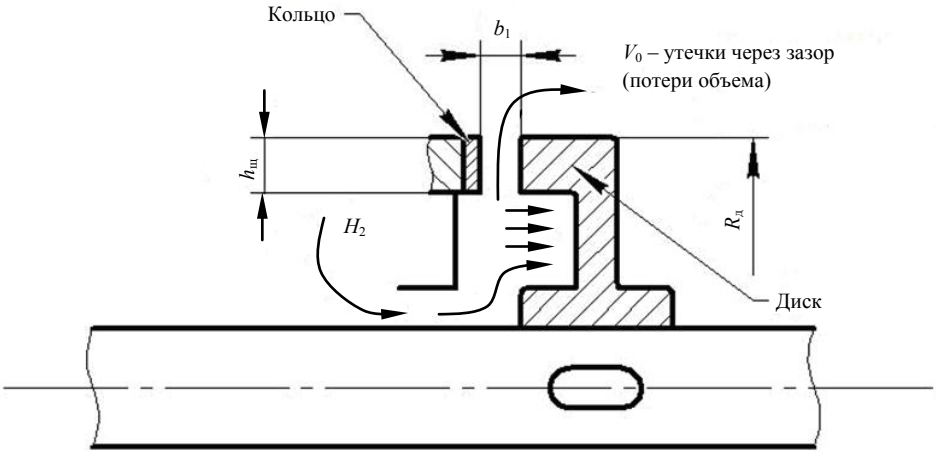


Рис. 1. Схема разгрузочного устройства секционного насоса

Для нормальной разгрузки необходимо обеспечить равный по окружности зазор между подвижной и неподвижной поверхностями разгрузочного узла. Тогда поток жидкости, под давлением H_2 направляющийся из разгрузочной камеры по поверхностям диска

и кольца к их периферийной части, способен создать сплошную смазочную пленку, равномерно разделяющую подвижную и неподвижную части.

На практике, как правило, сопряжённые детали разгрузочного устройства устанавливаются с перекосом относительно друг друга (величина отклонения может достигать 0,03–0,2 мм). Таким образом, во всех режимах работы имеет место механическое контактирование: в зоне трения возникают значительные контактные давления, превышающие предельные напряжения разрушения материала деталей, что приводит к их интенсивному изнашиванию.

Применение триботехнически несовместимых материалов сопряжённых деталей оказывает свое негативное воздействие. Используемая для деталей разгрузочного устройства сталь 40Х13 имеет повышенные физико-механические свойства и износостойкость в условиях кавитационного, коррозионного и гидроабразивного изнашивания. Но при механическом контакте сопряжённых поверхностей рабочих органов, выполненных из одинаковых материалов, процесс фрикционного взаимодействия сопровождается схватыванием и задиром, термическим растрескиванием и глубинным вырыванием приповерхностного слоя.

Потери мощности в разгрузочном устройстве складываются из объемных потерь и потерь на трение. Для нормального функционирования узла разгрузки нужно обеспечить протечку жидкости через щелевые каналы в объеме не менее 4–6 % подачи насоса, что значительно снижает экономичность и препятствует повышению энергетических характеристик насоса.

Потери на трение значительно возрастают при увеличенных перекосах сопряженных поверхностей, при уменьшении торцевого зазора b_1, вследствие роста осевого усилия и при контакте деталей.

Работа насоса вне рабочей части напорной характеристики, в переходных режимах и при кавитации сопровождается значительными осевыми колебаниями ротора, амплитуда которых соизмерима либо превышает величину торцевого зазора между диском и кольцом. Поэтому во всех неустойчивых режимах работы насоса дополнительно проявляется изнашивание, обусловленное действием интенсивных ударных нагрузок.

При энергетической оценке энергопотерь в гидравлическом разгрузочном устройстве секционного насоса следует отдельно рассмотреть объёмные потери $N_о$ и потери на трение $N_т$.

Потери мощности на трение складываются из потерь в кольцевой и торцевой щелях, а также потерь дискового трения по обе стороны разгрузочного диска. С учетом того, что все детали работают в жидкостном режиме трения, а величина $N_Т$ является существенно меньшей $N_о$, минимум суммарных потерь мощности ($N = N_о + N_т$, Вт) в гидравлическом разгрузочном устройстве реализуется при минимально допустимой величине торцевого зазора b_1.

В реальных условиях из-за перекоса рабочих поверхностей, обусловленного неточностью изготовления и сборки, практически на всех режимах работы насоса существует зона, в которой жидкостная плёнка разрушена и есть механический контакт рабочих поверхностей. Взаимодействие дисков происходит в условиях граничной смазки, что увеличивает потери мощности на трение.

Величина $N_т$, так же как и $N_о$, зависит от зазора b_1, причем с уменьшением зазора $N_т$ растет, а $N_о$ снижается. Поэтому существует такое значение b_1, которому соответствует минимум суммарных потерь мощности. Оно может быть определено для каждого типа насоса.

Выполним намеченные выше расчеты на примере насоса ЦНСГ 850-240…960 и рассмотрим различные виды потерь в разгрузочном устройстве в функции величины b_1, варьируемое значение которой примем в диапазоне (0,0008…0,0012) × $R_Д$, где $R_Д$ – радиус разгрузочного диска (табл. 1, 2, рис. 2, 3).

Так как длина торцевой щели $h_щ$ слабо влияет на экономичность разгрузочного устройства, а потери дискового трения по обе стороны разгрузочного диска составляют незначительную долю от величины $N_о$ и $N_т$, то в расчетах ими пренебрегаем.

Итак, проведенный анализ эффективности разгрузочных устройств секционных насосов показывает значительное снижение их механического и объемного КПД по причине неудовлетворительной работы устройств и их конструктивного несовершенства (табл. 3, рис. 4).

Таблица 1

Расчет объемных потерь

b_1, мм	0,208	0,234	0,26	0,286	0,312
μ	0,324	0,341	0,357	0,372	0,386
q, м^3/с	0,0082	0,0097	0,01127	0,0129	0,0146
q, м^3/ч	29,4	35	40,6	46,5	52,6
$Q_н$, %	3,5	4,1	4,8	5,5	6,2
$N_О$, Вт	44005	52128	60628	69396	78541
$N_Н$, %	2,2	2,6	3	3,5	3,9

Что касается надежности и долговечности разгрузочных устройств, то хорошо известно из практики эксплуатации насосов, что наработка устройств до отказа (до замены дисков и колец) составляет в среднем величину порядка 120–150 ч., то есть примерно четыре полных замены устройств приходится на один плановый текущий ремонт насоса. Поэтому для повышения эффективности функционирования насосных агрегатов могут быть предложены к реализации следующие конструктивные и технологические мероприятия:

Таблица 2

Расчет потерь мощности

b_1, мм	0,208	0,234	0,26	0,286	0,312
$N_О$, Вт	44005	52128	60628	69396	78541
$N_{Т1}$, Вт	321	220	155	111	84
$N_{Т2}$, Вт	65909	–	–	–	–
$N_Σ$, Вт	110235	52348	60783	69507	78625
$N_н$, %	5,5	2,62	3,04	3,48	3,93

– ограничение роста осевой силы в процессе эксплуатации путем создания высоко износостойких к различным видам изнашивания щелевых уплотнений рабочих колес;

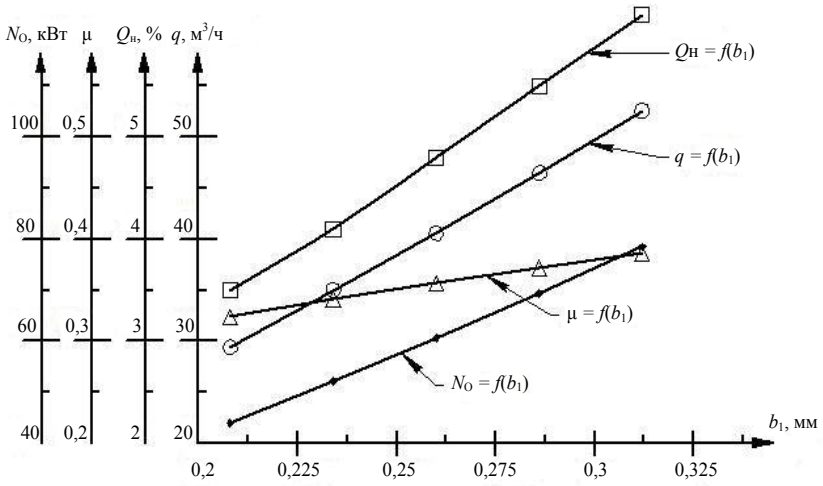


Рис. 2. Зависимости объёмных потерь в разгрузочном устройстве насоса ЦНСГ-850-240…960

– проектирование разгрузочных устройств с увеличенным запасом по несущей способности;

– создание конструкции разгрузочного устройства, рабочие элементы которого имеют возможность автоматически адаптироваться к перекосам и осевым биениям;

– разработка устройств, длительно обеспечивающих высокие эксплуатационные характеристики за счет компенсирующих износ элементов;

– рациональный подбор материалов для рабочих органов (наиболее перспективны сочетания пар трения: термообработанная коррозионностойкая сталь-эластомер; химико-термически обработанная углеродистая сталь-эластомер);

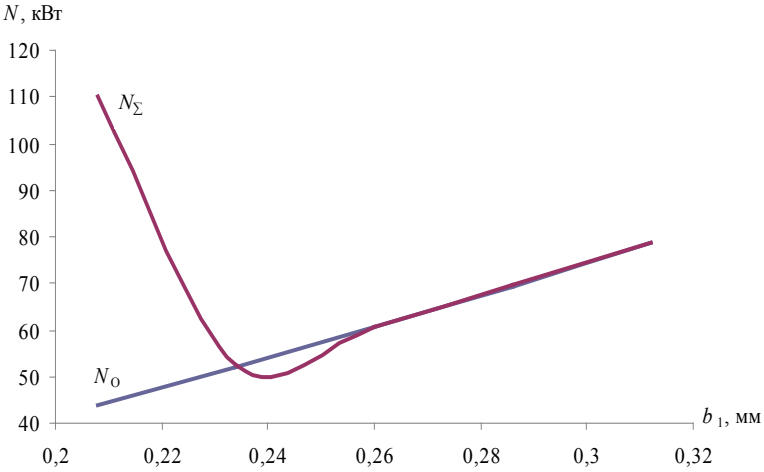


Рис. 3. Суммарные потери мощности с учетом потерь на трение диска о кольцо

– соблюдение правил эксплуатации насоса (работа в области промышленного использования).

Таблица 3

Оценка значений КПД

b_1, мм	0,208	0,234	0,26	0,286	0,312
$КПД_{об}$	0,9654	0,9588	0,9522	0,9453	0,9381
$КПД_{мех}$	0,9449	0,9738	0,9696	0,9652	0,9607
$КПД_{общ}$	0,9150	0,9344	0,9241	0,9135	0,9026

Однако самым рациональным мероприятием был бы перевод производства шахтных секционных насосов по другим гидравлическим схемам, в которых осевая сила компенсировалась бы наиболее простым и эффективным способом – симметричным расположением на валу рабочих колес и применением рабочих колес двустороннего всасывания. Работы в этом направлении выполняются в настоящее время на кафедре горной механики Уральского государственного горного университета.

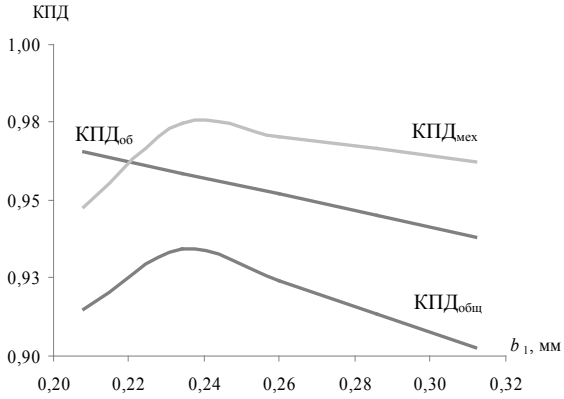


Рис. 4. Оценка объемного и механического КПД в зависимости от ширины щели

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломакин А. А. Центробежные и осевые насосы: 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1966. 364 с.
2. Носырев Б. А. Насосные установки горных предприятий: учеб. пособие. Екатеринбург: УГГГА, 1997. 162 с.
3. Паламарчук Н. В., Тимохин Ю. В. Повышение эффективности работы гидравлического разгрузочного устройства шахтных насосов // Теоретические и эксплуатационные проблемы шахтных стационарных установок: сб. науч. труд. ВНИИГМ им. М. М. Федорова. Донецк, 1986. С. 153–157.
4. Попов В. М. Водоотливные установки: Справочное пособие. М.: Недра, 1990. 254 с.
5. Стационарные установки шахт / под ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1977. 440 с.
6. Тимохин Ю. В., Паламарчук Н. В. Выбор оптимальных конструктивных размеров гидравлического разгрузочного устройства шахтного насоса с учетом энергетических потерь // Стационарное оборудование шахт: сб. науч.

труд. ВНИИГМ им. М. М. Фёдорова. Донецк. 1987. С. 144–122.
7. Тимохин Ю. В. Исследование и совершенствование гидравлических разгрузочных устройств шахтных центробежных насосов: автореф. дис. … канд. техн. наук. М.: ВЗПИ, 1990. 15 с.

Поступила в редакцию 10 апреля 2014 г.

Долганов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Ислентьев Александр Олегович – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: alexislentyev@mail.ru
Торопов Эдуард Юрьевич – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: edtoropov@mail.ru
Чураков Евгений Олегович – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,Уральский государственный горный университет. E-mail: tschurakov.102.evgeniy@mail.ru

УДК 621.928

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ФРИКЦИОННОГО СЕПАРАТОРА

Ляпцев С. А., Потапов В. Я., Потапов В. В., Семериков Л. А.

Приведен теоретический анализ движения рудных частиц различной формы по наклонной плоскости фрикционного сепаратора. Результаты расчетов подтверждены экспериментальными исследованиями. Полученные в результате исследований зависимости позволяют полностью описывать весь процесс сепарации.
Ключевые слова: *сепаратор; коэффициенты формы; скорость движения частиц; конструктивные параметры.*

Разделительные устройства для сухого разделения обычно классифицируют по различным признакам, например, по характеру движения воздушного потока, способу подачи материала, конструктивным особенностям и т. д. Однако, эта классификация не отражает главного предназначения разделительных устройств, так как не содержит характеристик завершенности процессов разделения кусков горной массы. Хорошо известно, что различные аппараты обладают различной разделительной способностью, и это обстоятельство должно быть определяющим в любой их классификации. Для характеристики разделительных устройств важны такие параметры, как диапазон изменения граничной крупности разделения, производительность и область применения, конструктивная особенность поверхности разделения. Эти факторы также должны найти отражение при сравнительном рассмотрении различных аппаратов для разделения горной массы.

В группу процессов разделения полезных ископаемых, использующих различие в эффектах взаимодействия кусков разделяемых компонентов с рабочей поверхностью сепаратора, входят разделение по упругости, трению, адгезии, пластичности, форме, а также методы, в основу которых положена комбинация нескольких эффектов взаимодействия с рабочей поверхностью. Как показывает анализ работ по разделению полезных ископаемых, разделение по упругости и трению широко применяется для получения высококачественных заполнителей для бетона из неравнопрочных пород, отделения гравия от глинистых включений, обогащения известнякового щебня, для получения кондиционных продуктов из слюдосодержащего сырья и тальковых руд. В сельском хозяйстве широко применяются аппараты для очистки от примесей и разделение по трению продуктов переработки зерна.

Работа фрикционного сепаратора эффективна при соблюдении двух обязательных условий: поток материала должен формироваться толщиной в одну частицу; должно быть обеспечено достаточное расстояние между движущимися частицами. Первая стадия сепарации – движение по фрикционной поверхности. Ее задачей является сообщение частицам продукта требуемой скорости движения. На второй стадии частица покидает фрикционную поверхность и совершает свободное движение в пространстве. Задачей второй стадии является собственно разделение – обеспечение падения частиц на разное расстояние.

Фрикционные свойства горных пород зависят как от формы отдельных кусков полезного компонента и породы, так и от гранулометрического состава – кусковатости породной массы. Установлено, что нерегулярная форма кусков породы снижает показатели разделения полезного компонента при фрикционной сепарации по сравнению с кусками горной породы идеальной формы.

Степень отклонения формы кусков горных пород от шарообразной можно оценить при помощи критерия «неправильности» (ко-

эффициента формы $K_ф$). Этот критерий в соответствии с [1] можно установить по одной из двух методик. Первая из них определяет коэффициент формы как отношение площадей вписанной в образец породы и описанной вокруг него сфер. Если при этом D_i – диаметр меньшей из них, а D_e – большей, то соответствующие площади равны $A_i = \pi D_i^2$ и $A_e = \pi D_e^2$. Следовательно, $K_ф = A_i / A_e = D_i^2 / D_e^2$. Таким образом, по первой методике коэффициент формы определяется как отношение квадратов диаметров вписанной и описанной вокруг куска горной породы сфер. Во второй методике используются два линейных размера. Для определения критерия «неправильности» измеряются поперечное и продольное распространение контура образца в прямоугольном шаблоне, и коэффициент формы рассчитывается как отношение продольного линейного размера (D) к поперечному (H): $K_ф = D / H$.

Часто для описания формы куска недостаточно двух измерений. Поэтому используются критерии, основанные на соотношении размеров кусков по трем взаимно перпендикулярным направлениям. Такими величинами являются: наибольший размер – длина D, средний размер – ширина S и наименьший размер – толщина H. Для возможности сопоставления данных о кусках разной крупности принято длину и толщину выражать в относительных величинах (относительно ширины): D / S и H / S. Эти отношения называются относительными длиной и толщиной, их принято считать численной характеристикой формы куска. В зависимости от их значения куски горной массы обычно подразделяют на шесть типовых форм [2]:

1) кубообразная: $D / S = 1…1{,}3$, $H / S = 0{,}7…1$;

2) плитчатая: $D / S = 1…1{,}3$, $H / S = 0{,}3…0{,}7$;

3) пластинчатая: $D / S = 1…1{,}3$, $H / S < 0{,}3$;

4) столбчатая: $D / S > 1{,}3$, $H / S = 0{,}7…1$;

5) удлиненно-плитчатая: $D / S > 1{,}3$, $H / S = 0{,}3…0{,}7$;

6) удлиненно-пластинчатая: $D / S > 1{,}3$, $H / S < 0{,}3$.

Обобщая приведенную классификацию, можно остановиться на трех вариантах: кубообразная форма (1, 2), столбчатая (4) и плитчатая (3, 5, 6).

Прогнозирование результатов предварительного обогащения и выбор рациональных параметров устройства возможно осуществить с помощью моделирования рассматриваемого процесса на ПЭВМ. Большинство исследователей пользуются методами такого моделирования на основе уравнений движения частицы обогащаемого материала по шероховатой наклонной плоскости, составленных с помощью основного закона динамики точки (второго закона Ньютона). Использование точечной механической модели характерно и для определения механических характеристик частиц, составляющих стандартную методику исследований.

Практика обогащения угля и гранатов, а также асбестовых руд показывает, что в зависимости от угла наклона фрикционного лотка возможно не только скольжение частиц по наклонной плоскости, но и их перекатывание, что, несомненно, влияет на эффективность процесса разделения.

Математическое описание движения частицы по наклонной плоскости [3–6] позволило установить все возможные варианты движения частицы:

– равновесие на наклонной плоскости $\operatorname{tg} \alpha < \min \{f; 2\delta / D\}$;

– скольжение по ней $f < \min \{\operatorname{tg} \alpha; 2\delta / D\}$;

– чистое качение частицы $\operatorname{tg} \alpha > 2\delta / D$;

– качение со скольжением $2\delta / D < f < \operatorname{tg} \alpha$,

где α – угол наклона фрикционной плоскости, f и δ – коэффициенты трения скольжения и качения, соответственно.

Условия перемещения частиц по наклонной плоскости были проверены экспериментально и представлены на рис. 1 в виде фотографий движения частиц.

На основании теоремы об изменении кинетической энергии проведем теоретический анализ движения различных типовых форм кусков горных пород по поверхности узла стратификации.

Частицы *плитчатой* формы перемещаются по наклонной плоскости исключительно скольжением, поэтому при их движении работу совершают лишь сила тяжести и сила трения скольжения. Учитывая, что при этом, как правило, наблюдается поступательное

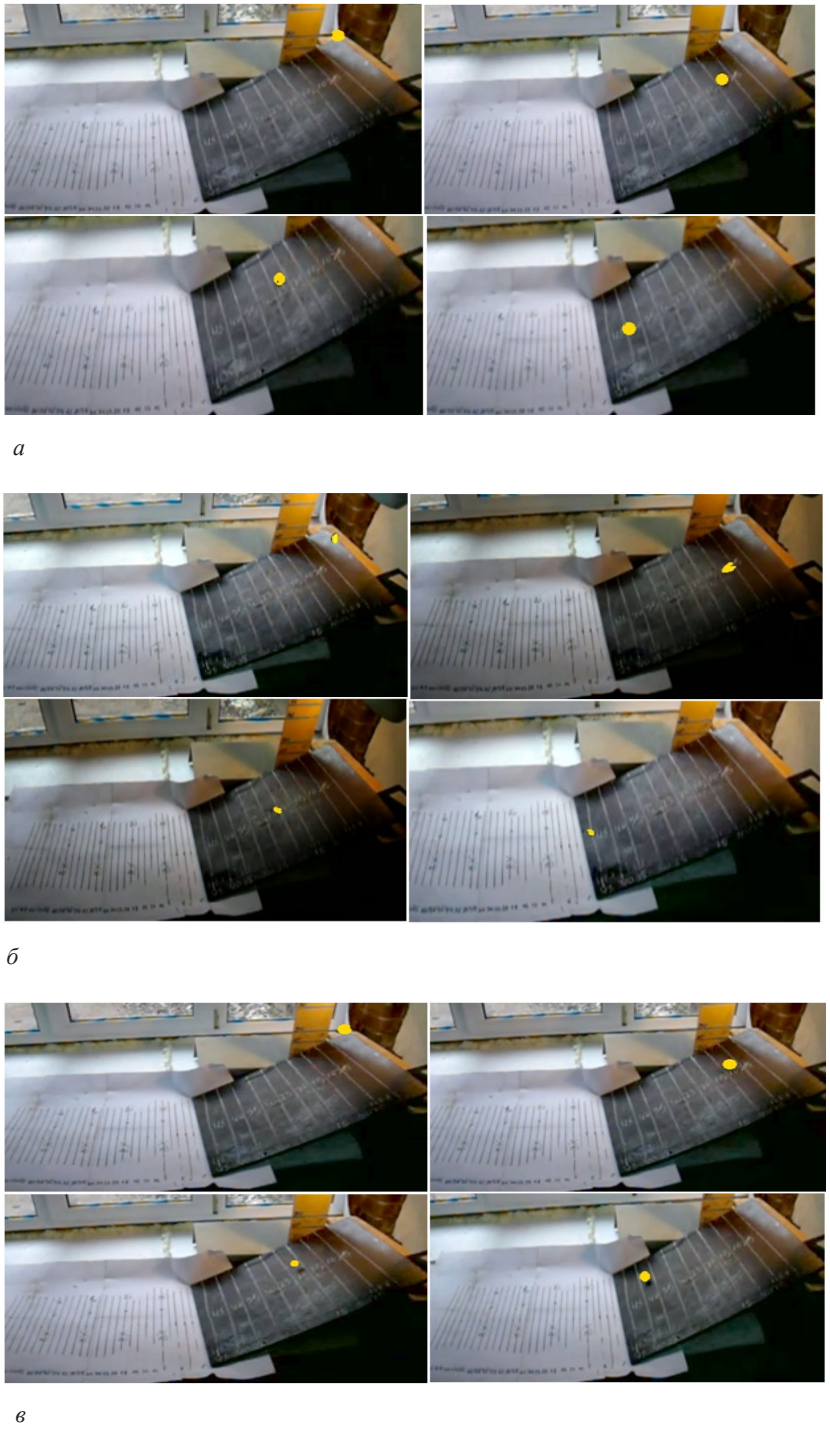


Рис. 1. Схемы движения кусков горной породы по плоскости узла стратификации:
а – чистое качение, *б* – скольжение, *в* – качение со скольжением

движение частицы, ее скорость в конце наклонной плоскости можно определить в виде:

$$v = \sqrt{2gl(\sin\alpha - f\cos\alpha) + v_0^2}, \qquad (1)$$

где l – длина полки (наклонной плоскости), м; v_0 – скорость частицы в начале участка скольжения, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Движение частицы *столбчатой* формы зависит от ее ориентации в момент начала движения вдоль полки. За счет момента трения верчения частица за короткий срок стремится занять энергетически рациональное расположение и выходит на режим качения, совершая плоскопараллельное движение.

В соответствии с теоремой об изменении кинетической энергии [4] $T - T_0 = \sum A$, где T, T_0 – кинетическая энергия в конце и в начале участка, соответственно; $\sum A$ – сумма работ, приложенных к частице сил.

Кинетическая энергия при плоскопараллельном движении $T = 0{,}5(mv^2 + J\omega^2)$, где m – масса частицы, кг; J – ее момент инерции относительно продольной оси, кг·м^2. При этом для качения без скольжения $\omega = 2v / H$, а момент инерции относительно продольной оси можно приближенно представить в виде $J = 0{,}125mH^2$ по формуле для однородного цилиндра. Следовательно, кинетическая энергия $T = 0{,}75mv^2$.

Работу при качении частицы по наклонной плоскости совершают сила тяжести и момент сил трения качения, поэтому $\sum A = mg / \sin\alpha - 2\delta mg\cos\alpha / H$, где δ – приведенный коэффициент трения качения, м.

Подставляя указанные зависимости в уравнение теоремы об изменении кинетической энергии, получим выражение для скорости в виде

$$v_0 = \sqrt{\frac{4}{3} g\, l\,(\sin\alpha - \frac{2\delta}{H}\cos\alpha) + v_0^2}. \qquad (2)$$

Для частиц *кубообразной* формы возможно несколько режимов движения в зависимости от угла наклона полки:

1) чистое скольжение частицы по наклонной плоскости;

2) качение без проскальзывания;

3) качение со скольжением.

Скорость частицы в конце полки при качении без проскальзывания можно определить, скорректировав формулу (2). Так как кубообразную частицу нельзя приближать формой неправильного цилиндра, ее момент инерции удобнее определять для правильного геометрического тела, близкого по форме к шару, для которого $J = 0{,}1mD^2$. Кинетическая энергия в этом случае $T = 0{,}7mv^2$, работа действующих сил также связана с величиной D: $\sum A = mgl\sin\alpha - 2\delta mg\cos\alpha / D$.

Таким образом,

$$v_0 = \sqrt{\frac{10}{7} g\, l\,(\sin\alpha - \frac{2\delta}{D}\cos\alpha) + v_0^2}. \qquad (3)$$

При качении частицы со скольжением скорость ее центра тяжести не зависит от угловой скорости, уравнение движения можно описать по теореме о движении центра масс [4]:

$$ma_C = mg\sin\alpha - F_{тр},$$

где $F_{тр} = fN = fmg\cos\alpha$.

Отсюда видно, что ускорение, а значит и скорость частицы не зависят от величины коэффициента трения качения. А это, в свою очередь, означает, что скорость частицы в конце наклонной плоскости так же, как и при чистом скольжении, может быть определена по формуле (1) [6].

Начальная скорость v_0 во всех приведенных формулах может быть получена на основании анализа удара частицы о наклонную плоскость. Так, если загрузка обогащаемого материала происходит с высоты h, то после неупругого удара о наклонную плоскость [3]

$$v_0 = \sqrt{2gh}\,(\sin\alpha - f\cos\alpha). \qquad (4)$$

Таким образом, совокупность формул (1)–(4) может служить основой для расчетов движения рудных частиц различной формы вдоль наклонной плоскости, чтобы определить их скорость v в конце фрикционной полки. Приведенные зависимости позволяют описать весь процесс сепарации от стадии загрузки до момента извлечения обогащенного материала. В соответствии с этими соотношениями можно проводить вычислительный эксперимент, в котором нетрудно менять конструктивные параметры фрикционного сепаратора (величины h, l, α).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адов В. А, Морозов В. В. Разработка и применение критерия формы для оценки обогатимости угля пневматическим способом. М.: ГИАБ, 2010. С. 244–250.

2. Барон Л. И. Характеристики трения горных пород. М.: Наука, 1967. 208 с.

3. Ляпцев С. А., Потапов В. Я. Совершенствование узла стратификации фрикционного сепаратора //

4. Вебер Г. Э., Ляпцев С. А. Лекции по теоретической механике. Екатеринбург: УГГУ, 2008. С. 198–254.

5. Потапов В. Я. Теоретический анализ движения и удара частицы обогащаемого материала о наклонную плоскость / В. Я. Потапов [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 2007. № 1. С. 110–113.

6. Потапов В. Я., Потапов В. В. Закономерности движения куска горной породы по наклонной плоскости фрикционного сепаратора // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 5. С. 94–100.

Поступила в редакцию 23 апреля 2014 г.

Ляпцев Сергей Андреевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой технической механики, профессор. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: gmf.tm@ursmu.ru

Потапов Валентин Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики, доцент. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: 2c1@inbox.ru

Потапов Владимир Валентинович – кандидат технических наук, доцент. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Семериков Леонтий Андреевич – аспирант кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.532

О РАЗРАБОТКЕ ШАХТНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СЕКЦИОННЫХ ДВУХПОТОЧНЫХ НАСОСОВ

Тимухин С. А., Долганов А. В., Попов Ю. В., Чураков Е. О., Ислентьев А. О., Торопов Э. Ю.

Изложены вопросы разработки и освоения производства шахтных секционных двухпоточных насосов. Показаны преимущества этих насосов в сравнении с однопоточными секционными и спиральными насосами. Разработан типоряд двухпоточных насосов на основе элементной базы существующих отечественных однопоточных шахтных секционных насосов. Сделаны выводы о перспективности разработок и производства данного вида насосов.
Ключевые слова: *шахтные секционные насосы; однопоточная и двухпоточная гидравлические схемы; разработка; конструкция; преимущества; перспективность.*

Выпускаемые в настоящее время отечественные секционные однопоточные насосы типов ЦНС(К), ЦНСГ, НЦС, НЦСР и др. в достаточно полной мере покрывают поля потребных водоотливных режимов шахт, рудников и открытых горных разработок. Широко применяются они и в различных смежных отраслях промышленности: металлургической, химической и других. Насосы были разработаны еще в 40-х гг. прошлого века (удостоены Государственной премии СССР за 1946 г.), и с того времени их гидравлическая схема не претерпела сколько-нибудь существенных изменений, несмотря на проводимые модернизации (АЯП – МС(К) – ЦНС(К)) [1–4].

В настоящее время выпускаемые секционные однопоточные насосы не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к шахтным центробежным насосам, как с точки зрения их экономичности, так и надежности работы. Применяемое в них для компенсации осевой силы гидравлическое разгрузочное устройство, состоящее из вращающегося диска и неподвижных элементов, является источником значительных объемных потерь (до 5–6 % и более от номинальной подачи насоса) и обладает низкой эксплуатационной надёжностью (наработка до отказа составляет в среднем всего 110...140 часов). На загрязнённой воде наработка до отказа снижается до 60...80 часов, что создает большие проблемы при техническом обслуживании насосов. На протяжении всего времени эксплуатации секционных однопоточных насосов в горной промышленности предпринимались многочисленные попытки совершенствования их разгрузочных устройств с целью снижения объемных потерь и повышения надежности работы [5, 6 и др.]. Однако принципиального улучшения работы разгрузочных устройств добиться пока не удалось, и шахтные секционные насосы, несмотря на некоторые свои очевидные преимущества в сравнении с насосами других типов, продолжают эксплуатироваться с низким уровнем эффективности.

Главная причина этого кроется, по мнению авторов, в несовершенной гидравлической схеме однопоточного насоса, неотъемлемой составной частью которой является наличие гидравлического разгрузочного устройства. В связи с этим необходима разработка принципиально других схем секционных насосов, в которых компенсация осевых сил осуществлялась бы наиболее эффективным способом – симметричным расположением на валу рабочих колес одностороннего всасывания и применением рабочих колес двухстороннего всасывания. Данному требованию отвечают, например, секционные двухпоточные насосы, состоящие из двух одинаковых групп секций, расположенных симметрично по отношению друг к другу.

Первые попытки создания таких насосов в нашей отечественной практике относятся еще к 50-м годам прошлого века [7], когда разрабатывался насос типа ГМС (Горловский, мощный, стационарный). Рабочие колеса в этом насосе располагались в двух группах с подводом воды в них с противоположных сторон.

Недостатком таких насосов являлось то, что, несмотря на симметричное расположение в них колес одностороннего всасывания и, следовательно, теоретическое уравновешивание осевых сил, последние в полной мере не уравновешивались. Обусловлено это перетоками воды между последними рабочими колесами противоположных групп на выходе из насоса. Вследствие этого неуравновешенная часть осевых сил создавала большую нагрузку на радиально-упорные подшипники насоса и вызывала их быстрый износ, поэтому конструкция насоса была признана неудачной. Она не получила дальнейшего развития и совершенствования, несмотря на то, что гидравлическая схема двухпоточных насосов является принципиально более совершенной. На это следует обратить особое внимание при разработке современных конструкций шахтных секционных насосов по двухпоточной схеме.

При создании таких насосов в первую очередь необходимо выполнение следующих основных требований:

– обеспечение идентичных условий входа жидкости на первые рабочие колеса обеих групп секций насоса;

– обеспечение одинаковых условий прохождения жидкости через обе группы секций;

– обеспечение идентичных условий перевода жидкости из последних секций обеих групп насоса в нагнетательный патрубок и далее в нагнетательный трубопровод;

– расположение продольных осей нагнетательного и общего всасывающего патрубков насоса должно быть в одной плоскости, проходящей через середину его проточной части;

– рабочие колеса в обеих группах насоса должны быть повернуты относительно друг друга на 180˚, при этом и значения кривизны лопаток колес в различных группах секций должны быть противоположными.

Остальные требования в части вибрации, балансировки ротора и др. являются общими для всех отечественных центробежных шахтных насосов.

Отличительной особенностью рассматриваемых двухпоточных секционных насосов является техническая возможность комплектования их на базе серийных унифицированных узлов однопоточных насосов, выпускаемых в настоящее время. Прежде всего это касается комплектов отдельных секций (корпус, рабочее колесо с уплотнениями, направляющий аппарат), одинаково используемых в насосах обеих типов. При этом следует иметь в виду, что направление изгиба лопаток рабочих колес разных групп секций должно быть противоположным (при рабочем направлении вращения вала лопатки должны быть идентично отогнуты назад у обеих групп насоса). Из конструкции двухпоточного насоса помимо всего комплекта разгрузочного устройства устраняется также задняя крышка, которую заменяет передняя всасывающая крышка и, таким образом, насос будет иметь два одинаковых комплекта всасывающих крышек с гидрозатворами и сальниковыми уплотнениями, что повысит степень унификации его узлов и удешевит производство. Что касается валов и стяжных болтов, то они могут быть полностью идентичными аналогичным узлам однопоточных насосов. Таким образом, переход заводского производства с однопоточных насосов на двухпоточные может быть осуществлён с минимальными затратами на перевооружение производства. Конечно, при этом не исключается совершенствование (конструктивное или технологическое) каких-либо узлов насосов или их схем.

Сравнительный типоряд двухпоточных секционных насосов, создаваемых на базе существующих однопоточных, приведен в табл. 1. Типоряд разработан на основе использования существующей элементной базы изготовителей однопоточных насосов с учётом изложенных выше замечаний и предложений. При этом в качестве выходной секции двухпоточного насоса принята секция с рабочим колесом двустороннего всасывания [8]. С учетом этого минимальный напор насоса (группы секций) будет соответствовать напору двух рабочих колес (первого одностороннего и второго двустороннего всасывания).

Анализ табл. 1 показывает, что типоряд секционных двухпоточных насосов даже на существующей элементной базе заводов-

изготовителей может покрывать основную часть потребных водоотливных режимов горных предприятий. По номинальной подаче секционные двухпоточные насосы (от 26 до 1700 м^3/ч) практически в полном объеме могут заменить менее совершенные в конструктивном отношении шахтные спиральные насосы типов ЦН, МД, НД и др., имеющие

Таблица 1

Сравнительная оценка секционных насосов

Однопоточная схема			Двухпоточная схема		
Обозначение	номинальная подача, м^3/ч	номинальный напор, мм вод. ст.	обозначение	номинальная подача, м^3/ч	номинальный напор, мм вод. ст.
ЦНС 13-70…350	13	70…350	ЦНСД 26-70…175	26	70…175
ЦНС 38-44…220	38	44…220	ЦНСД 76-44…110	76	44…110
ЦНС 60-66…330	60	66…330	ЦНСД 120-66…165	120	66…165
ЦНС 105-98…490	105	98…490	ЦНСД 210-98…245	210	98…245
ЦНС 180-85…425	180	85…425	ЦНСД 360-85…212	360	85…212
ЦНС 180-500…900	180	500…900	ЦНСД 360-300…500	360	300…500
ЦНС 300-120…600	300	120…600	ЦНСД 600-120…300	600	120…300
ЦНС 300-650…1300	300	650…1300	ЦНСД 600-260…650	600	260…650
ЦНС 500-160…800	500	160…800	ЦНСД 1000-160…400	1000	160…400
ЦНСГ 850-240…	850	240…960	ЦНСД 1700-240…480	1700	240…480
ЦНС 180-1050…1900	180	1050…1900	ЦНСД 360-380…950	360	380…950
ЦНС 630-1700	630	1700	ЦНСД 1260-850	1260	850

номинальные подачи 250…2000 м^3/ч при напоре, в большинстве случаев не превышающем 350...400 м.

Следует сказать, что спиральные насосы обладают повышенными массогабаритными показателями, невозможностью регулирования их напора изменением числа рабочих колес, низким уровнем технологичности и унификации. Замена их на более совершенные секционные двухпоточные насосы позволит существенно повысить эффективность насосного оборудования горных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломакин А. А. Центробежные и осевые насосы: изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1966. 364 с.
2. Носырев Б. А. Насосные установки горных предприятий: учеб. пособие. Екатеринбург: УГГГА, 1997. 162 с.
3. Паламарчук Н. В., Тимохин Ю. В. Повышение эффективности работы гидравлического разгрузочного устройства шахтных насосов / Теоретические и эксплуатационные проблемы шахтных стационарных установок: сб. науч. трудов ВНИИГМ им. М. М. Федорова. Донецк, 1986. С. 153–157.
4. Попов В. М. Водоотливные установки: справочное пособие. М.: Недра, 1990. 254 с.
5. Тимохин Ю.В., Паламарчук Н.В. Выбор оптимальных конструктивных размеров гидравлического разгрузочного устройства шахтного насоса с учетом энергетических потерь / Стационарное оборудование шахт: сб. науч. трудов ВНИИГМ им. М. М. Федорова. Донецк, 1987. С. 144–122.
6. Тимохин Ю. В. Исследование и совершенствование гидравлических разгрузочных устройств шахтных центробежных насосов: автореф. дис. … канд. техн. наук. М.: ВЗПИ, 1990. 15 с.
7. Жумахов И. М. Насосы, вентиляторы и компрессоры. М.: Углетехиздат, 1958. 598 с.
8. Центробежный секционный двухпоточный насос. Пат. РФ 2081351. МПК7: F04Д1/06.

Поступила в редакцию 17 апреля 2014 г.

Тимухин Сергей Андреевич – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики. 6201449, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Долганов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры горной ме-

ханики УГГУ. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Попов Юрий Владимирович – доктор технических наук, заведующий кафедрой горной механики УГГУ. 620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Чураков Евгений Олегович – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: tschurakov.102.evgeniy@mail.ru
Ислентьев Александр Олегович – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
E-mail: alexislentyev@mail.ru
Торопов Эдуард Юрьевич – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: edtoropov@mail.ru

УДК 622.742

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СЛЮДОСОДЕРЖАЩИХ РУД В ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ ЖЕЛОБАХ

Потапов В. Я., Потапов В. В., Семериков Л. А., Васильев Е. А.

Приводятся результаты имитационного разделения слюды и вмещающих пород на поверхности транспортирующего желоба. В качестве разделительного признака используются фрикционные характеристики минералов. Оценено влияние поверхности желоба и режимных факторов на траектории движении частиц при сходе с желоба.
Ключевые слова: *желоб; математические уравнение; траектории движения.*

В практике транспортирования перерабатываемых руд часто используются перегрузочные желоба, на которых минеральные комплексы (полезные ископаемые и породы) могут при их движении подвергаться первичному разделению за счет различий фрикционных характеристик горных пород. Желоба можно использовать для предварительного разделения и классификации транспортируемого материала.

Прогнозирование результатов предварительного разделения и выбор рациональных параметров устройства можно осуществить с помощью моделирования рассматриваемого процесса на ПЭВМ. Большинство исследователей пользуются методами такого моделирования на основе уравнений движения частицы обогащаемого материала по шероховатой наклонной плоскости, составленных с помощью основного закона динамики точки (второго закона Ньютона). Использование точечной механической модели характерно и для определения механических характеристик частиц, составляющих стандартную методику исследований [1].

Подача горной массы в узел стратификации происходит путем свободного засыпания на наклонную плоскость (желоб), поэтому начальная скорость v_0 во всех приведенных формулах получена на основании анализа удара частицы о наклонную плоскость в виде [2–4]:

$$v_0 = \sqrt{2gh(\sin\alpha - f_{\text{ск}}\cos\alpha)},$$

где h – высота, с которой частицы падают на наклонную плоскость, м.

На второй стадии сепарации свободный полет частиц обеспечивает их падение на разных расстояниях от места соскальзывания с поверхности полки. Силы сопротивления движению здесь не столь велики, как трение на фрикционной поверхности, особенно при небольших скоростях движения, при которых происходит сепарация, поэтому форма рудных частиц играет не столь заметную роль. Свободное движение частиц описано с помощью законов равномерного (по горизонтали) и равнопеременного (по вертикали) движений. Дальность полета частицы после отрыва от желоба получена в виде:

$$l = \frac{v\cos\alpha}{g}\left(\sqrt{v^2\sin^2\alpha + 2gb} - v\sin\alpha\right),$$

где b – вертикальное расстояние до места падения частиц, м.

Совокупность приведенных формул составила основу математической модели для описания процесса сепарации от стадии загрузки до момента извлечения обогащенного материала. В соответствии с этими соотношениями проводился вычислительный эксперимент, в котором изменялись конструктивные параметры фрикционного сепаратора (величины h, L, α).

Моделирование движения частиц по наклонной плоскости осуществлялось согласно рассмотренным уравнениям с учетом коэффициентов кинетического трения и приведенного коэффициента трения-качения, значения которых задавались генератором случайных чисел [4, 5]. С помощью математической модели изучено влияние конструктивных особенностей узла стратификации, скорости направления и точки подачи воздушного потока, производительности, крупности исходного материала на эффективность разделения. На

рис. 1 представлены траектории движения частиц, полученные имитационным моделированием.

Графики показывают, что данные виды сырья можно эффективно разделять фрикционными методами, при этом на процесс разделения влияют конструктивные параметры узла стратификации. Установлено, что наибольшую эффективность разделения обеспечивает поверхность, выполненная из материалов с высоким коэффициентом трения (резина). На процесс разделения оказывает существенное влияние угол наклона разделительной поверхности. Воздействие воздушного потока в направлении сортируемого материала проявляется для частиц, обладающих

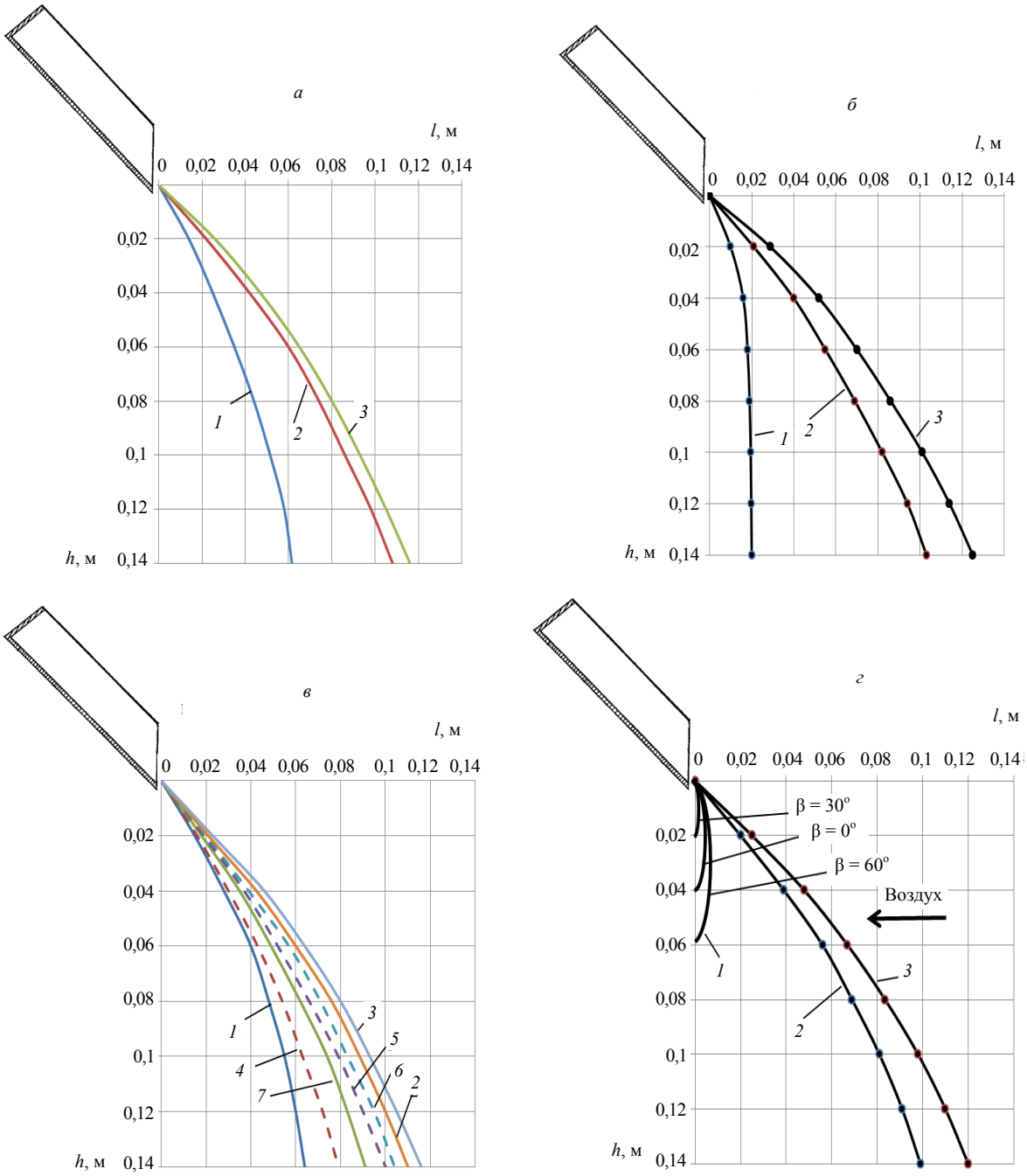


Рис. 1. Траектории движения частиц после схода с плоскости класса –0,4 + 0,25 мм:
1 – слюда, *2* – кварц, *3* – гранат, *4* – слюда в смеси, *5* – кварц в смеси, *6* – гранат в смеси, *7* – смесь общая (30 % слюды, 60 % кварца, 10 % граната); *а, в* – прямолинейная полка, длина 1 м, угол наклона 43°; *б, г* – трамплинообразная полка, углы наклона участков; α_1 = 60°, α_1 = 25°, длина участков 1 м и 0,1 м; г – подача воздушной струи, ширина зоны действия воздуха 0,05 м, скорость воздушного потока 1,0 м/с, точка подачи воздушного потока 0,04 м от края полки

парусностью (слюда, асбест), что позволяет усилить отклонение частиц данных пород из общего потока рудной массы для обеспечения эффективности процесса разделения [4].

Как видно из графических зависимостей, представленных на рис. 2, необходимая для обеспечения качества разделения продуктов разных классов крупности скорость движе-

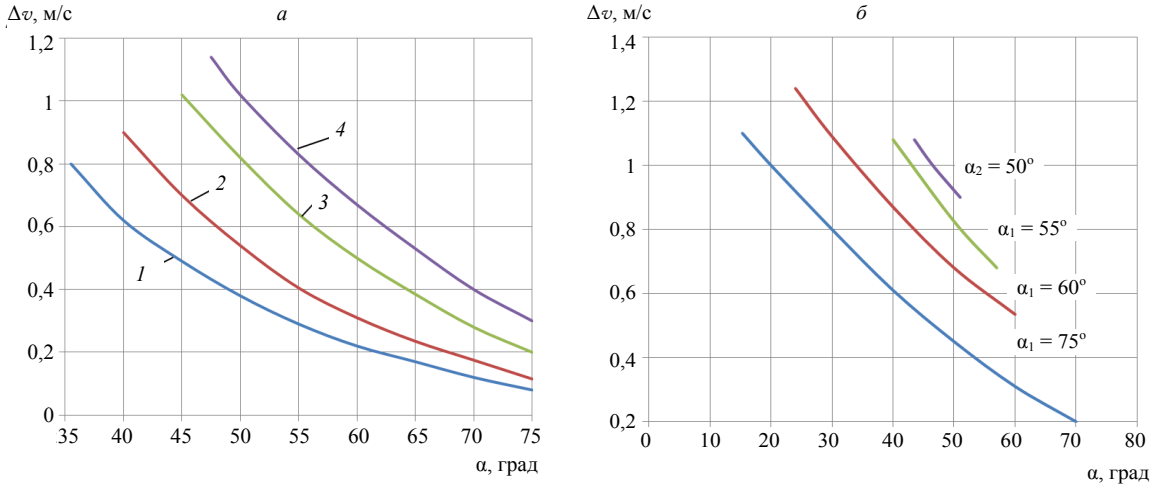


Рис. 2. Зависимость разности скоростей схода частиц кварца и слюды от углов наклона плоскости: *а* – прямолинейная полка, длина 1 м; *1* – класс –1,35 + 0,7 мм; *2* – класс –0,7 + 0,4 мм; *3* – класс –0,4 + 0,25 мм; *4* – класс –0,25 + 0,15 мм; *б* – полка с трамплином, длина участков разгона 1 м, трамплина 0,1 м; класс –0,4 + 0,25 мм; α_1, α_2 – углы наклона участков полки

ния материала по плоскости без трамплина соответствует 0,8 м/с при наклоне угла полки 43°, с установкой трамплина под углом 15° скорость подачи материала составляет 1 м/с.

На основании полученных зависимостей определены основные направления в конструировании узла стратификации (желоба). Наибольшая эффективность разделения минералов исследуемой руды соответствует устройству с наклонной плоскостью, состоящей из двух участков: участка разгона длиной 1 м и трамплина 0,1 м с регулируемыми углами наклона, величина которых зависит от крупности обогащаемого класса. Скорость воздушного потока зависит от скоростей витания разделяемых компонентов и составляет 0,8–1,8 м/с, в зависимости от крупности минералов [5]. Представленные результаты могут быть использованы при проектировании транспортных систем обогатительных фабрик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потапов В. Я. Теоретический анализ движения и удара частицы обогащаемого материала о наклонную плоскость / В. Я. Потапов [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 2007. № 1. С. 110–113.

2. Ляпцев С. А., Потапов В. Я. Совершенствование узла стратификации фрикционного сепаратора // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 2. С. 7–10. URL: www.science-education.ru/96-4622

3. Потапов В. Я., Потапов В. В. Закономерности движения куска горной породы по наклонной плоскости фрикционного сепаратора // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 5. С. 94–100.

4. Ляпцев С. А., Потапов В. Я. Математическое описание поведения рудных частиц в воздушном потоке разделительных аппаратов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. С. 7–10. URL: www.science-education.ru/101-5493

5. Александрова Е. П. Закономерности воздушной сепарации слюдосодержащих мелкочешуйчатых сланцев и технология их обогащения: дис ... канд. техн. наук. Свердловск, 1982. 205 с.

Поступила в редакцию 23 апреля 2014 г.

Потапов Валентин Яковлевич – профессор, доктор технических наук. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: 2c1@inbox.ru

Потапов Владимир Валентинович – доцент, кандидат технических наук. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Семериков Леонтий Андреевич – аспирант кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Васильев Евгений Александрович – аспирант кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.692.4

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИНЫ

Самохин Е. Г., Белых И. С., Бурков П. В., Буркова С. П.

В статье приводится исследование прочности полиэтиленовых газопроводов с использованием программного комплекса ANSYS. Определены условия, обеспечивающие достаточные прочностные характеристики полиэтиленовых газопроводов для профилактики разрывов под воздействием различных нагрузок и дальнейшей рациональной эксплуатации.

Ключевые слова: *полиэтиленовый газопровод; нагрузки; трещина; напряжения.*

Полиэтиленовые трубы для подземных газопроводов предназначены для транспортирования горючих газов, предназначенных в качестве сырья и топлива для промышленного и коммунально-бытового использования. С каждым годом рынок полиэтиленовых труб растёт, применение полимерных материалов становится всё популярнее. Многие инженеры, проектировщики, строители считают, что пластиковые трубы – самый удобный строительный материал для транспортировки газа. Они экономически выгодны, износостойки, что позволяет использовать их в несколько раз дольше, чем стальные аналоги. Затраты труда при использовании полиэтиленовых труб в строительстве газопроводов меньше в три раза, чем при монтаже аналогичных стальных конструкций [1].

Перспективной областью применения полиэтиленовых труб являются территории горных выработок с возможными деформациями поверхностей, вызванными подземной эксплуатацией месторождений. В этом случае полиэтиленовые трубы, применяемые для строительства газопроводов, не требуют дополнительных компенсаторов. Они обладают большой устойчивостью к динамическим нагрузкам, подтвержденной практическим опытом, полученным в сейсмически активных странах, где полиэтиленовые элементы подземной инфраструктуры городов подвергаются значительно меньшим разрушениям в случае сейсмической активности по сравнению с остальными, чугунными или поли-хлорвиниловыми [2].

Для сооружения промысловых трубопроводов в России используются преимущественно:

– трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД);

– полиэтилена высокого давления (ПВД);

– полипропилена (ПП);

– суспензионного поливинилхлорида (ПВХ);

– стеклопластиков [3].

Целью данной работы является определение условий, обеспечивающих прочностные характеристики полиэтиленовых газопроводов для обеспечения их надежной и долговечной эксплуатации.

В процессе технологического цикла изготовления и эксплуатации трубопроводов из полимерных армируемых труб в них могут возникать нагрузки различного характера, которые в итоге приводят к формированию трещин и в дальнейшем к разрыву. Наиболее характерными являются нагрузки, связанные с технологическими режимами работы трубопровода. Во-первых, к ним относится расчетная квазистатическая рабочая нагрузка конкретного трубопровода. Во-вторых, в зависимости от применяемых насосов, задвижек в каждом трубопроводе могут возникать динамические нагрузки в виде импульсных, осциллирующих (колебательных процессов движения жидкости в трубопроводе) и собственных колебаний жидкости на участке между запорными элементами [4].

Хрупкий разрыв сварных соединений полимерных материалов происходит, как прави-

ло, по шву и в зоне термического влияния, а также по границе грата с основным материалом, так называемой зоной сплавления [5], независимо от вида конструкции. Такой тип разрушения наблюдается в полиэтиленовых трубопроводах при длительном воздействии напряжений [6].

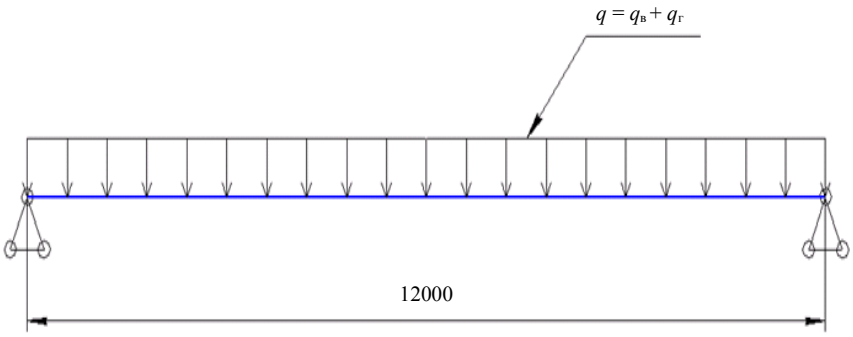


Рис. 1. Расчетная схема полиэтиленового газопровода [2]

Образование трещины длиной $a > 4{,}7d$ характеризует начало быстрого распространения трещин, в дальнейшем приводящих к разрушению [7]. Рассмотрим пример. Размеры трещины: длина 1480,5 мм, глубина 3,2 мм. Трещина начинается в торцевой зоне. Целесообразнее рассматривать и брать в расчет трубопровод 3 м, так как наибольшие напряжения и перемещения будут наблюдаться на данном участке трубопровода, а напряжения на остальном участке будут изменяться незначительно, поэтому этим участком можно пренебречь. Диаметр исследуемого газопровода 315 мм, толщина стенки 17,9 мм, рабочее давление в трубопроводе 2,5 МПа, температура окружающей среды 0 °С. Газопровод проходит над землей. Материал трубы – полиэтилен с механическими характеристиками: пре-

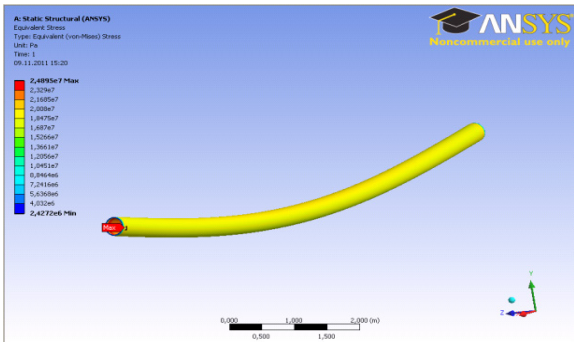


Рис. 2. Расчетные напряжения без трещины

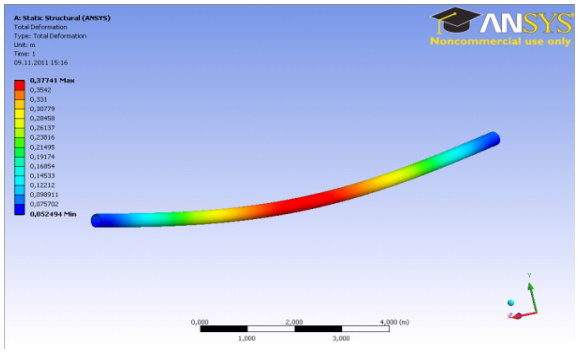


Рис. 3. Расчетные перемещения без трещины

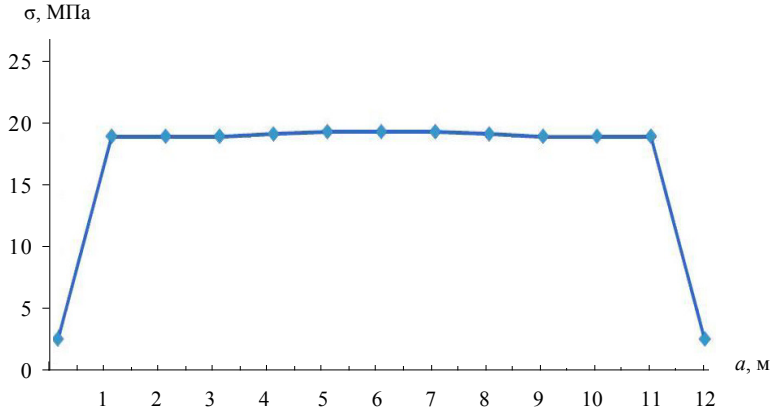


Рис. 4. Распределение напряжений по длине газопровода

дел прочности $\sigma_в$ = 33 МПа, предел текучести при изгибе $\sigma_т$ = 21,6 МПа. На газопровод, кроме рабочего давления, действуют распределенные нагрузки q – от веса самой трубы $q_в$ и перекачиваемого газа $q_г$, $q = q_в + q_г$ [8]. Для решения нашей задачи рассмотрим две модели [9]. Расчетная модель в среде ANSYS представляет собой участок трубопровода определенной длины. В модели 1 труба только введена в производство, на нее действуют нагрузки, указанные выше, трещины отсутствуют, в модели 2 на полиэтиленовой трубе образована трещина максимального размера. Расчетная схема представлена на рис. 1.

Рассчитаем распределенную нагрузку:

$$q = q_в + q_г = (0,92 \cdot 10^{-3} \frac{\pi}{4}\left(D_н^2 - D_{вн}^2\right) \cdot g) +$$

$$+ \ (10^{-2} P_d D_{вн}^2) = 2,144 \text{ кН/м},$$

где $D_н$ – диаметр наружный, $D_{вн}$ – диаметр внутренний.

На основании экспериментальных данных была получена другая модель 1. Результаты расчета представлены на рис. 2 и 3.

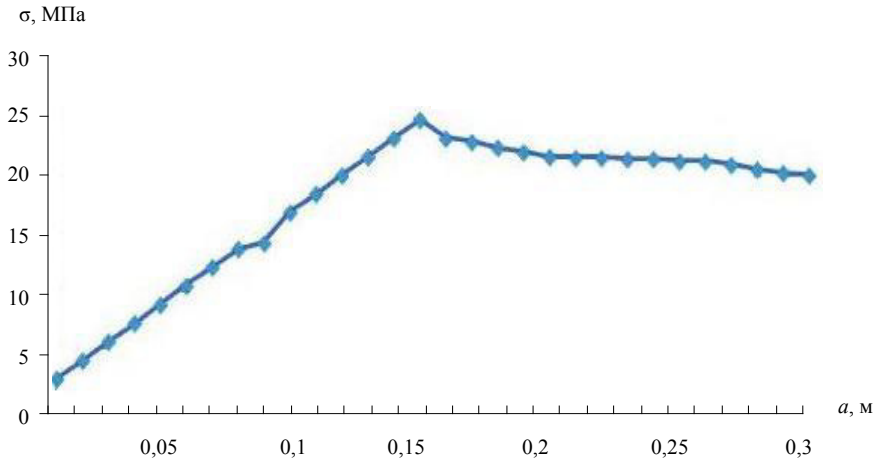


Рис. 5. Распределение напряжений на конкретном участке трубопровода

Распределение суммарных перемещений и напряжений, полученных в расчете, представлено на рис. 4–6.

Распределение суммарных перемещений и напряжений газопровода с трещиной, полученных в расчете, представлено на рис. 7–8.

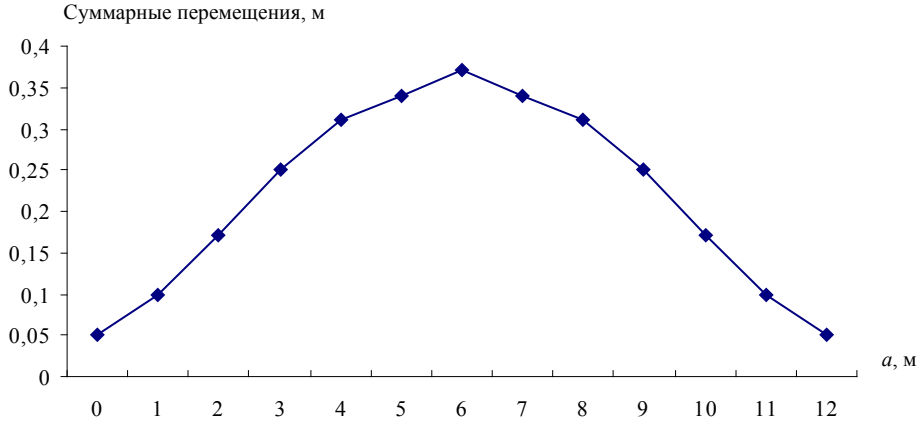


Рис. 6. Распределение суммарных перемещений по длине газопровода

Расчет показывает, что при отсутствии трещины напряженное состояние вполне соответствует техническим условиям (ГОСТ Р 50838-95) и может сильно увеличить сроки службы трубопровода.

В случае реальной эксплуатации трубопровода на него действуют нагрузки, связанные с технологическими режимами работы

трубопровода, приводящие к образованию трещин. При достижении критической поврежденности трубы начинается устойчивый рост трещины, который приводит к дальнейшему разрушению. Расчётные напряжения превышают допустимые при образовании трещины максимального размера.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

– на полиэтиленовом газопроводе без трещины максимальные напряжения будут приходиться на торцы трубы, суммарные перемещения существенно зависят от действия распределенных нагрузок от веса самой трубы и перекачиваемого газа, наиболее опасное сечение находится на торцах полиэтиленового газопровода;

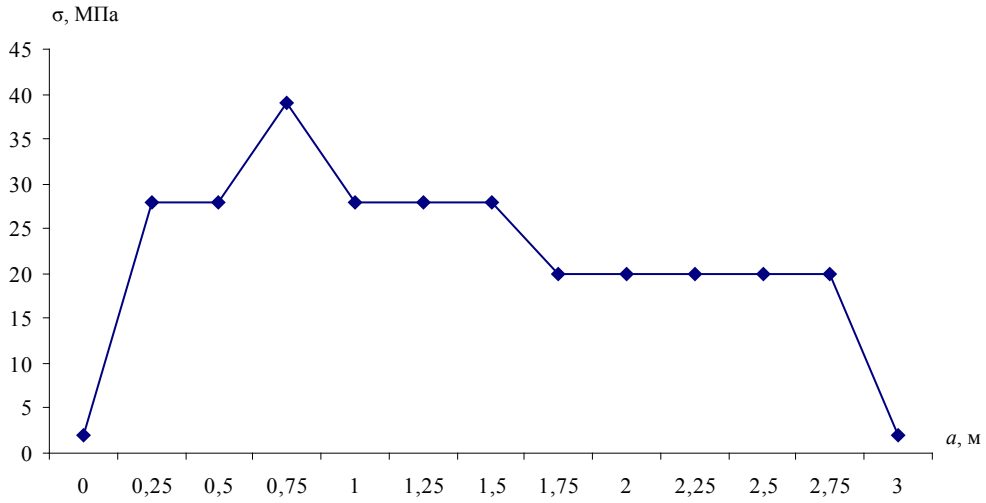


Рис. 7. Распределение напряжений по длине газопровода с трещиной

– на полиэтиленовом газопроводе с трещиной максимального размера опасное сечение находится в центре трещины, здесь наблюдаются максимальные напряжения, которые превышают предел прочности и, следовательно, ведут к разрушению. А максимальные перемещения будут на торце, на котором начинается трещина;

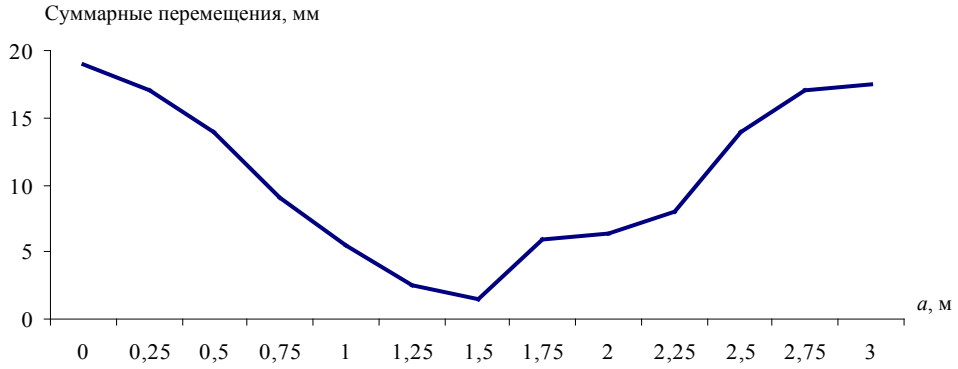


Рис. 8. Распределение суммарных перемещений по длине газопровода с трещиной

– полученные результаты подтверждают, что при образовании трещины длиной $a > 4{,}7\ d$ максимальное напряжение, действующее на трубопровод $\sigma_{max} = 38{,}5$ МПа будет превышать предел прочности $\sigma_B = 33$ МПа. Поэтому желательно избегать нагрузок, возникающих в полиэтиленовом газопроводе, которые приводят к образованию трещин и дальнейшему разрыву, например с помощью компенсаторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПолимерСтройСнаб. Полиэтиленовые трубы для газопроводов. URL: http://prok-plus.ru
2. Ноев Н. А., Бочкарев-Иннокентьев Р. Н., Аммосов А. П. Моделирование длительной прочности полиэти-

леновых газопроводов с учетом функциональных и нефункциональных воздействий // Газовая промышленность. 2009. № 4. С. 61–63.

3. Промысловые трубопроводы и оборудование: учеб. пособие для вузов / Ф. М. Мустафин [и др.]. М.: Недра, 2004. С. 57–62.

4. Клюпа А. Распределительные сети газа из полиэтиленовых труб в свете правовых положений Евросоюза // Газовая промышленность. 2005. № 6. С. 93–94.

5. Микроструктура качества стыковых сварных соединений полиэтилена / В. Д. Гринюк [и др.] // Автоматическая сварка. 1990. № 11. С. 23–26.

6. Кашковская Е. А., Кайгородов Г. К. Очаги разрушения сварных соединений полиэтиленовых трубопроводов // Автоматическая сварка.1975. № 8. С. 23–26.

7. ГОСТ Р 50838-95 Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.

8. СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы. Технические условия. М.: Госстрой, 1986.

9. Бурков П. В., Буркова С. П., Вертинская О. В. Исследование силовых факторов системы среда – трубопровод // ГИАБ. 2011. № 2. С. 153–157.

Поступила в редакцию 19 марта 2014 г.

Самохин Евгений Геннадьевич – студент. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. E-mail: bad-jeka@mail.ru

Белых Ирина Сергеевна – магистрант. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Бурков Петр Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры сварочного производства. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Буркова Светлана Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры сварочного производства. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

УДК 574.4

ТИПИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ОКАЗЫВАЕМЫХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Косолапов О. В.

В статье приводятся классификационные признаки типизации воздействий (нарушение, загрязнение, изъятие природных ресурсов) на окружающую среду и основополагающие принципы осуществления этого процесса. Рассматривается этапность выполнения типизации воздействий для условий подземного и открытого способов разработки месторождений твердых полезных ископаемых, а также нефтегазовых месторождений. Раскрывается специфика формирования землеемкости при открытой добыче железных руд и аварийности при нефтедобыче.
Ключевые слова: *воздействия; типизация; способ разработки месторождений; нефтедобыча.*

Любая антропогенная деятельность оказывает воздействие на окружающую среду. Международные стандарты серии ISO 14000 определяют воздействие на окружающую среду как любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности организации, ее продукции или услуг [1, 2]. Согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды», негативное воздействие на окружающую среду – это «воздействие хозяйственной или иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды» [3]. Наиболее полно суть рассматриваемого термина раскрывается в экологическом словаре, где воздействие на окружающую среду (отрицательное антропогенное воздействие на окружающую среду) трактуется как любые потоки вещества, энергии и информации, непосредственно образующиеся в окружающей среде или планируемые в результате антропогенной деятельности и приводящие к отрицательным изменениям окружающей среды и последствиям этих изменений [4]. Одним из этапов оценки воздействия на окружающую среду является их типизация. Чаще всего выделяют три вида воздействий – нарушение, загрязнение и изъятие природных ресурсов. Согласно рекомендациям [5, 6] типизация воздействий может быть осуществлена по шести признакам: виду, сфере, периодичности, времени, обратимости и направленности (рис. 1).

Изъятие имеет отношение к природным ресурсам, изымаемым из природной среды. Нарушения по характеру проявления подразделяются на геомеханические, гидродинамические, аэродинамические и биоморфологические. При этом *геомеханические нарушения* предполагают изменения рельефа, естественного напряженно-деформированного состояния грунтов, температурного состояния грунтов и т. д. *Гидродинамические нарушения* проявляются в изменении естественных условий питания и стока, повышения или понижения уровня поверхностных и подземных вод и т. д. *Аэродинамические нарушения* связаны с изменениями скорости и направления воздушных потоков и условий снежных отложений. *Биоморфологические нарушения* происходят в результате вырубки лесов, снятия почвенно-растительного слоя и т. д.

Характер загрязнений предполагает их подразделение на *механическое загрязнение* – засорение среды агентами, оказывающими

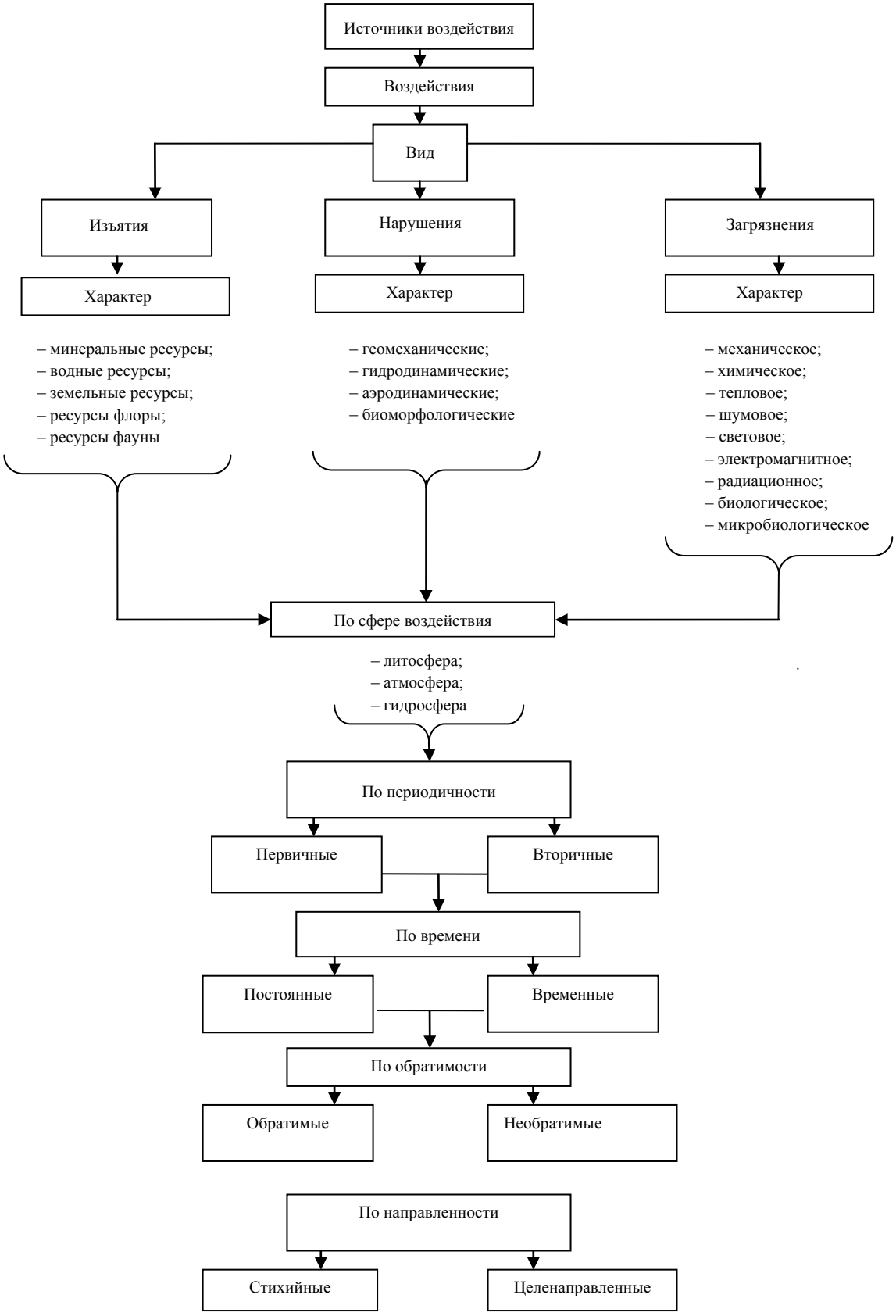


Рис. 1. Типизация воздействий

механическое воздействие без химико-физических последствий (например, замусоривание территорий); *химическое загрязнение* – изменение химических свойств среды, оказывающее отрицательное воздействие на экосистемы и технологические устройства; *тепловое загрязнение* – изменение температурных параметров среды, которое может возникать как вторичный результат изменения химического состава среды; *шумовое загрязнение* – изменение интенсивности шума сверх естественного уровня; *световое загрязнение* – нарушение естественной освещенности в результате действия искусственных источников света; *электромагнитное загрязнение* – изменение электромагнитных свойств среды (от линий электропередач, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и др.); *радиационное загрязнение* – повышение естественного уровня содержания в среде радиоактивных веществ; *биологическое загрязнение* – распространение нежелательных биогенных веществ на территории, где они раньше не наблюдались, и *микробиологическое загрязнение* – появление большого количества микроорганизмов, связанное с их массовым размножением на антропогенных субстратах или средах, измененных хозяйственной деятельностью человека, либо приобретение ранее безвредной формой микроорганизмов патогенных свойств или способности подавлять другие организмы в сообществах [7].

Горнопромышленный комплекс является одним из крупнейших источников негативного воздействия на окружающую среду, затрагивающим практически все ее элементы (литосферу, гидросферу, атмосферу), который распространяется на значительные территории. Характер и структура воздействий любых типов горных предприятий на окружающую среду достаточно однотипны и представлены следующими видами:

– химическое и физическое загрязнение окружающей среды (атмосферы, почвы, поверхностных вод) за счет выбросов пыли, газов и химических изменений, происходящих в отвалах и хвостохранилищах;

– уничтожение биоты экосистемы на территориях, отведенных под промышленные объекты, дороги, отвалы пустых пород, хвостохранилища, жилые поселки и другие элементы бытовой инфраструктуры (биоморфологические нарушения);

– изменение водного баланса территории за счет нарушения и загрязнения поверхностных и подземных водотоков;

– различные формы нарушения земной поверхности, нарушение гидродинамического состояния массива горных пород и т. д.

Анализ литературных источников, а также систематизация практического материала результатов ОВОС в проектах по освоению ресурсов недр позволили сформулировать основополагающие принципы типизации воздействий на окружающую среду при добыче полезных ископаемых, которые сводятся к следующим:

– системный подход к исследованию воздействий, предполагающий рассмотрение последствий как результатов нескольких взаимосвязанных видов деятельности (проектирования, строительства, эксплуатации, включая возможные аварийные ситуации);

– типизация источников воздействия по всему технологическому циклу добычи (в отдельных случаях и первичной переработки) минерального сырья;

– обязательное включение в число источников воздействий техногенно-минеральных образований;

– типизация основных видов воздействий: по механизму происходящих процессов, по природе, по направленности воздействия, по временному интервалу, периодичности и обратимости;

– выявление системы факторов, влияющих на характер проявления воздействий;

– обоснование базовых условий, для которых выполняется типизация воздействий, учет возможных отклонений путем введения корректировок в проявление воздействий.

На первом этапе выявляется объект исследования (горнопромышленный комплекс с открытым или подземным способом разработки месторождения). *На втором* – уста-

навливается источник воздействия (карьер, транспортный участок, шахта, обогатительная фабрика, отвал вскрышных пород и т. д.). *На третьем этапе* определяются самостоятельные источники воздействия (организованные и неорганизованные). Например, при открытых горных работах учет таких источников выбросов, как горное оборудование, находящееся в карьере (экскаваторы, буровые станки, бульдозеры и т. д.), нецелесообразен по отдельности в связи с тем, что в результате рециркуляционной схемы движения воздуха в карьере происходит интенсивное перемешивание выбросов отдельных источников и образование сплошного достаточно равномерного пылегазового облака. Поэтому карьер можно рассматривать как площадной источник с его определенными параметрами и набором оборудования. На подземном руднике все загрязняющие вещества, выделяющиеся при ведении горных работ, собираются в процессе проветривания шахты (рудника) и выбрасываются одной газовоздушной струей по какой-либо выработке. Состав и количество выбросов зависит от технико-технологических условий проведения горных работ, геологических особенностей месторождения, влажности подземной среды, схемы расположения выработок и т. д. Самостоятельным источником выбросов выступают транспортные средства, отвал, шламохранилище, котельная и т. д. *На четвертом этапе* обосновываются классификационные признаки возможных изъятий природных ресурсов, нарушений и загрязнений согласно рис. 1. Особому учету подлежат последствия техногенных катастроф.

Естественно, что в каждом конкретном случае воздействия отличаются друг от друга видом, силой, продолжительностью, и в конечном итоге величиной (силой) последствий. Как следует из результатов исследования, открытый способ разработки оказывает наибольшее техногенное воздействие на окружающую среду по сравнению с подземным способом разработки, что подтверждает и работа [8].

При открытых работах наиболее значимые воздействия на землю оказываются отвалами вскрышных пород, карьерным пространством и шламохранилищами, при подземном способе отработки – зонами обрушения. На недра оказывается воздействие при открытых работах в виде нарушения ландшафта местности чашами карьеров, при подземном способе – образованием пустот в недрах. Загрязнение атмосферы при открытых работах вызывается в первую очередь взрывными работами, технологическим газообразованием и пылеуносом с отвалов, при подземных работах – выделением газов при отработке и технологическом газообразовании. Загрязнение водного бассейна вызвано в основном дренажными и шахтными водами, при этом для обоих способов разработки характерно нарушение гидродинамического режима вод. Таким образом, при открытом способе разработки наиболее значимым воздействием является нарушение земной поверхности и загрязнение атмосферы, при подземном способе разработки – нарушение напряженно-деформированного состояния горного массива и загрязнение подземных вод.

В свою очередь, как показывают исследования, геохимическое воздействие горнодобывающих комплексов на окружающую среду связано в первую очередь с загрязнением тяжелыми металлами. Потоки металлов поступают в окружающую среду с пылевыми выбросами (в результате выполнения технологических операций бурения, взрывания, выемки, погрузки, транспортирования и т. д.), со сбросами сточных вод (рудничных вод и сточных вод обогатительных фабрик), с атмогенными и гидрогенными потоками от техногенно-минеральных образований (вскрышных пород, вмещающих пород, забалансовых руд, шламов и др.). Виды металлов в металлоносных потоках обусловлены главным образом содержанием металлов в рудном сырье, а в конечном итоге – ассоциацией металлов в геологических и рудных формациях разрабатываемых месторождений. Так, для территории Урала, например, выделяются формации месторождений железа, меднорудных и золоторудных месторождений, а также формации экзогенных месторождений. Базой для оцен-

ки удельных нагрузок предприятий горнопромышленного профиля на окружающую среду являются проектные материалы, материалы ОВОС, формы статистической отчетности 2ТП-Водхоз, 2 ТП-Воздух, отчетные данные предприятий по землепользованию, материалы периодической инвентаризации земель, переданных в пользование горному предприятию и пр.

На базе анализа проектов разработки железорудных месторождений, балансовых запасов железных руд, технико-экономических показателей горных предприятий за 1990–2007 гг., информации монографий по развитию горного производства на Урале автором были получены укрупненные показатели землеемкости горных работ при открытой добыче железной руды на Урале (табл. 1). Как видно из таблицы, при разработке крупных железорудных месторождений (балансовые запасы от 100 млн т) удельная землеемкость по карьеру находится в интервале от 0,2 до 1,5 га на 1 млн т балансовых запасов, суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы вскрышных пород, шламохранилища обогащения руд) – от 0,7 до 4,5 га на 1 млн т балансовых запасов. Для средних по запасам месторождений (от 10 до 100 млн т) удельная землеемкость по карьеру составляет 1,5–9,5 га на 1 млн т балансовых запасов, а суммарная удельная землеемкость производства горных работ – 4,6–28,7 га на 1 млн т балансовых запасов. При разработке мелких месторождений железных руд удельная землеемкость по карьерам и суммарная землеемкость могут достигать соответственно 18,0 и 50 га на 1 млн т балансовых запасов. В табл. 1 приведены также расчетные показатели землеемкости по отношению к среднегодовой мощности предприятия по добыче бурой руды. Землеемкость производства горных работ открытым способом может быть значительно снижена за счет складирования вскрышных пород в карьерном пространстве, оптимизации параметров техногенных образований с учетом последующей рекультивации. На основе полученных укрупненных показателей землеемкости возможна прогнозная оценка целенаправленных воздействий – оценка изъятия земельных ресурсов при освоении прогнозных железорудных месторождений. Подобный прогноз может быть выполнен для месторождений и других видов полезных ископаемых.

Таблица 1

Землеемкость горных работ при добыче железных руд открытым способом

Категория месторождений	Крупные		Средние		Мелкие
Балансовые запасы на дату утверждения, млн т	от 1000	от 100 до 400	от 50 до 100	от 10 до 50	до 10
Удельная землеемкость по карьеру, га на 1 млн т балансовых запасов (A + B + C_1)	0,24–0,47	0,34–1,48	1,54–5,0	2,8–9,5	8,5–17,5
Суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы, шламохранилища), га на 1 млн т балансовых запасов (A + B + C_1)	0,74–1,42	1,03–4,48	4,60–15,20	8,50–28,7	27,0–50,0
Среднегодовая мощность сырой руды, млн т	более 10	от 5 до 10	от 1 до 5	менее 1	
Удельная землеемкость по карьеру, га на 1 млн т годовой добычи сырой руды	20–40	21–65	35–100	45–400	
Суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы, шламохранилища), га на 1 млн т годовой добычи сырой руды	60–120	60–200	107–300	130–1200	

Особенно актуальны в настоящее время вопросы прогноза воздействий для нефтегазовой промышленности, что объясняется опережающим по сравнению с совершенствованием природоохранных мероприятий развитием объемов производства в отрасли; появлением трудноутилизируемых отходов производства; переработкой высокосерни-

стой нефти и газовых конденсатов. По официальным данным, предприятия топливно-энергетического комплекса ежегодно наносят вред приблизительно 30 тыс. га земель. Примерно 7 % всех предприятий по добыче нефти относятся к категории с высокой степенью загрязненности, 70 % – к категории слабой и средней загрязненности земель. Ежегодно предприятиями отрасли в атмосферу выбрасывается более 3,0 млн т загрязняющих веществ от стационарных источников, сжигается на факелах около 20 млрд м^3 попутного газа, остаются неликвидированными сотни амбаров с буровым шламом, забирается 740 млн м^3 пресной воды. Масштабы техногенных изменений в нефтегазоносных районах зависят как от видов и масштабов воздействий, обусловленных добычей углеводородного сырья, так и от природных условий и особенностей геологического строения территории.

Воздействие нефтегазовой промышленности на природный комплекс начинает проявляться уже на стадии разведочного бурения, затем резко усиливается в период обустройства и остается стабильно высоким в течение всего периода эксплуатации. На разных стадиях освоения месторождений изменяются масштабы, виды и формы техногенной нагрузки. Особое место занимает проблема аварийных нефтяных разливов, в результате которых большое количество нефти и нефтепродуктов попадает на почву и в водоемы.

К числу основных причин аварийных ситуаций на нефтепромыслах относят: высокий уровень износа производственных фондов; зачастую низкое качество проектной документации; недостаток инженерно-производственной культуры; отсутствие договоров на обслуживание с профессиональными аварийно-спасательными формированиями; недостаточное выделение финансовых средств на превентивные меры. По категории аварийности большинство аварий относятся к локальным авариям (более 90 %). Основными источниками аварийного нефтяного загрязнения являются разведочные и эксплуатационные скважины, нефтепродуктопроводы, водоводные системы поддержания пластового давления.

Анализ аварийности на нефтепромыслах показывает, что около 90 % аварий на нефтепроводах происходят в результате внутренней и внешней коррозии нефтепроводов, 7 % – в результате механических повреждений, 3 % – в результате строительного брака. Размеры утечек нефти на предприятиях могут колебаться от 5 до 11 % от объемов годовой добычи. При уровне добычи нефти в 480 млн т/год размеры утечек могут составлять около 4,5 млн т. По данным опытных обследований, на каждый отводимый под промышленное строительство при освоении нефтегазовых месторождений 1 га земель приходится 0,38 га «нарушенных земель» за пределами границ отвода. Из них до 42,3 % земельного участка обычно загрязняются нефтепродуктами, буровыми отходами и растворами, минерализованными водами; до 33,5 % территории характеризуется сильным механическим повреждением древостоя, растительного покрова и почв; до 19,7 % – затоплением и подтоплением лесов грунтовыми водами; до 4,5 % – повреждением древостоя вокруг факелов.

Как следует из результатов исследований [9, 10], для условий северных регионов наиболее значимым воздействием при нефтегазодобыче является химическое загрязнение окружающей среды. Это же подтверждает ранговая оценка значимости видов воздействий нефтегазовых предприятий на окружающую среду. Наиболее значимыми являются: нефтяное загрязнение почв (замазучивание земель), загрязнение атмосферного воздуха при сжигании попутного нефтяного газа на факелах, загрязнение поверхностных водоемов нефтью и нефтепродуктами, главным образом при их поступлении с замазученной поверхности водосборов. При оценке воздействия на окружающую среду разработки конкретного нефтегазового месторождения возможна вариация ранговой оценки, зависящей от технологии добычи нефти и газа, отвода земельных участков под технологические объекты, привнесения загрязняющих веществ в окружающую среду (отходов, выбросов, сбросов), геоэкологической ситуации, методов рекуль-

тивации загрязненных и нарушенных земель и т. п.

Таким образом, как следует из анализа, наибольшую значимость при разработке нефтегазовых месторождений, а также месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых открытым способом имеет химическое загрязнение окружающей среды (атмосфера, почвы, поверхностные воды) за счет выбросов пыли, газов и химических изменений, происходящих в отвалах и хвостохранилищах. При этом, если источником восприятия газообразных выбросов служит атмосфера, то пылевого воздействия – почва.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности. Словарь. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 136 с.
2. ГОСТ Р ИСО 1450-99. Управление окружающей средой. М.: Госстандарт России. 11 с.
3. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ.
4. Экологический словарь. URL: http://www.ecosystema.ru/07referats/slovar
5. Гулан Е. А. Типизация воздействий хвостохранилищ на природную среду и классификация их экологических последствий // Экологическая экспертиза. Обзорная информация. Вып. 5. М.: ЦЭП, 2006. С. 116–119.
6. Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А. С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геоэкология, инженерная геоэкология, гидрогеология, геокриология, 1995. № 5. С. 96–107.
7. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей и природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 190 с.
8. Славиковская Ю. О., Игнатьева М. Н. Методический подход к учету экологического фактора при освоении месторождений твердых полезных ископаемых. Препринт. Екатеринбург: ИЭ УрОРАН, 2006. 95 с.
9. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. К методическому обеспечению прогнозирования экологических последствий воздействия добычи нефти и газа в северных регионах // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 7. С. 70–76.
10. Пахомов В. П., Беляев В. Н., Литвинова А. А., Бардук К. Н., Пашнина О. С. Проблемы и перспективы экологически устойчивого социально-экономического развития нефтегазодобывающего региона. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2006. 174 с.

Поступила в редакцию 12 мая 2014 г.

Косолапов Олег Вениаминович – кандидат экономических наук, начальник Управления по недропользованию по Оренбургской области. 460000, г. Оренбург, пер. Парковый, 6. E-mail: nedra1958@mail.ru

УДК 658.152

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАПИТАЛИЗАЦИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ

Симонян А. Х.

В статье раскрывается содержание макроэкономических, региональных и отраслевых, а также микроэкономических факторов, влияющих на капитализацию предприятия. Приводится перечень показателей, который может быть использован при анализе рассматриваемых факторов. Особое внимание уделяется специфической группе факторов, имеющих место в условиях предприятий добывающего и металлургического комплексов.
Ключевые слова: *капитализация; факторы; показатели; анализ; прогноз.*

В последние десятилетия в связи с резким обострением рыночной конкуренции и негативным изменением внешней среды огромное значение для предприятий имеет долгосрочное развитие, основными факторами которого являются грамотное стратегическое управление, эффективность бизнес-процессов, увеличение капитала предприятий, их способность удерживать и привлекать новых клиентов, развитие корпоративного управления, инвестиции в информационные технологии. Отмеченные факторы являются индикаторами, состояние которых оказывает доминирующее влияние на увеличение капитализации предприятия. Эффективное управление капитализацией промышленного предприятия во многом зависит от грамотно сформулированной миссии, стратегических целей, оценки факторов, влияющих на капитализацию, и оперативности обратных связей, обеспечивающих контроль за работой менеджеров предприятия. Уровень капитализации предприятий формируется ежедневно исходя из торгов на фондовой бирже, поэтому выявить факторы, влияющие на уровень капитализации, очень сложно. Условно их можно сгруппировать в следующие крупные блоки:

– макроэкономические факторы;
– отраслевые и региональные факторы;
– микроэкономические факторы.

Отраслью экономической науки, изучающей поведение экономики как единого целого, является макроэкономика. Она исследует результаты совместной экономической деятельности всех участников общественного производства [1]. Для достижения целей макроэкономического регулирования, а именно: устойчивого экономического роста, занятости населения, низкого уровня инфляции, сбалансированной внешнеэкономической деятельности – государство разрабатывает денежно-кредитную, налогово-бюджетную, внешнеэкономическую политику и др., представляющие собой систему мер государственного управления экономикой посредством ресурсов, имеющихся в распоряжении государства.

Для анализа макроэкономических факторов рекомендуется использование ряда показателей.

Процентная ставка. Рыночная стоимость капитала напрямую зависит от ставки процента, так как чем ниже процентная ставка, тем выше предложение денег на рынке. В результате повышается курсовая стоимость ценных бумаг и, как следствие, – рыночная стоимость капитала хозяйствующих субъектов.

Валовый внутренний продукт (ВВП). Измеряет стоимость конечной продукции, произведенной резидентами данной страны за определенный период времени. При анализе данного показателя оценивается эффективность экономики в целом. В результате экономическая политика государства может рассматриваться либо как успешная, либо как несостоятельная.

Чистый национальный продукт (ЧНП). Рассчитывается как разница валового нацио-

нального дохода (ВНД) и амортизации и более точно отражает создание добавленной стоимости по сравнению с ВВП и ВНД.

Располагаемый личный доход (РЛД). Данный показатель очень важен, так как используется домохозяйствами для потребления и сбережения.

Дефлятор ВВП. Показатель, с помощью которого можно отслеживать процесс инфляции и дефляции.

Уровень безработицы. Показатель, позволяющий отследить долю трудоспособного населения, которое не производит продукции.

Политический фактор. Является одним из значимых среди тех, которые влияют на капитализацию предприятия, и его влияние растет с увеличением административного ресурса в государстве. Чем меньше этот ресурс, тем меньше влияние данного фактора. Устойчивость политического фактора и снижение соответствующего риска способствуют росту капитализации предприятия.

При анализе макроэкономических показателей необходимо понимать, на каком этапе жизненного цикла находится экономика анализируемой страны, так как выводы будут кардинально отличаться в зависимости от того, каковы будут длинные волны – «повышательные» или «понижательные» в рамках большого цикла Кондратьева.

Следующий уровень факторов, требующих анализа, – это *региональные* и *отраслевые*. К числу основных отраслевых факторов относятся: уровень поддержки государством отрасли, стадия жизненного цикла отрасли [5], среднеотраслевой уровень рентабельности продаж, чистых и оборотных активов; уровень отраслевого риска, спрос на продукцию (конъюнктура рынка минерального сырья) и др. Важное значение имеет также создание благоприятной институциональной среды для развития производства. В российских условиях приоритетную роль играет институт собственности. Капитализация предприятия чутко реагирует на неопределенность прав собственника, это ярко просматривается в отношении предприятий горнопромышленного, горно-металлургического, нефтегазодобывающего комплексов. Государство – собственник недр должно так корректировать правовое поле недропользования, чтобы недропользователи были уверены в сохранении своих прав на пользование участками недр, выделенными им согласно полученным лицензиям.

К основным факторам регионального уровня относят: доход экономических субъектов; эффективность проводимой фискальной политики; уровень поддержки коммерческих предприятий; уровень развития инфраструктуры региона; доля региональной безработицы в общем показателе по стране и др. В числе оценочных показателей рассматриваются: среднеотраслевой уровень рентабельности продаж, рентабельность чистых и оборотных активов, уровень отраслевого риска и др.

Рассматривая положение предприятия на рынке, приходится анализировать множество различных факторов. В связи с тем, что предприятия, котирующиеся на фондовой бирже, обязаны раскрывать свою отчетность, остановимся на основных факторах состояния эмитента, влияющих на его капитализацию.

Предложение, удовлетворяющее спрос. Предложение определяется объемом реализации продукции, а уровень использования производственной мощности позволяет прогнозировать возможный рост предложения.

Профессионализм менеджеров предприятия. Навыки, умения и способности управленцев объединять ресурсы, организовывать бизнес-процессы, которые позволяют предприятию при прочих равных условиях быть эффективнее конкурентов и производить более качественную продукцию.

Ресурсы предприятия. Применение ресурсного подхода к внутреннему анализу заключается в идентификации и оценке ресурсов, которые могут стать основой для будущего конкурентного преимущества. Необходимо выявлять, какие из ресурсов, находящихся в распоряжении предприятия, имеют стратегическое значение [4].

Диверсификация. Разносторонность бизнеса должна создавать фундамент для скоординированных действий, направленных на увеличение стоимости предприятия путем связанной или не связанной интеграции бизнеса. Должна проводиться сильная политика предприятия в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, так как, создавая единственные в своем роде продукты, предприятия одновременно развивают уникальные возможности или «ресурсы» [3].

Синергетичность бизнеса. Под *синергией* авторы подразумевают более высокое влияние эффективности целого на результирующий показатель, чем влияние отдельных элементов системы. Синергетический эффект от объединения способностей и ключевых компетенций является важным источником создания дополнительной ценности в диверсифицированных предприятиях. Данные исследований говорят о том, что задача оценки и эффективного использования искомых синергий лучше решается менеджерами бизнес-единиц, чем менеджерами корпоративного уровня [4].

Нематериальные активы. Важность наращивания нематериальных активов наиболее остро ощущается в сфере информационных технологий, в сфере формирования брендов и положительной деловой репутации. Основные факторы, влияющие на бренд, – это история компании, стабильность развития на региональном, национальном и мировом рынке, рыночные тенденции и др.

Дивидендная политика предприятия. Дивидендная политика определяет условия для принятия решения о распределении прибыли, в том числе о выплате дивидендов. Отсутствие такой политики негативно скажется на котировках предприятия.

Социальная активность предприятия. Данный фактор предполагает формирование экологической и социальной политики на предприятии, а также проявление социальной ответственности в части оказания на постоянной основе благотворительной или спонсорской поддержки социально значимых направлений в обществе, создание рабочих мест, решение экологических проблем и др.

Природные факторы. Факторы, характеризующиеся неопределенностью формирования. У предприятия должен быть выработан механизм работы в неопределенных условиях. Особую роль в воздействии на капитализацию природный фактор оказывает в условиях предприятий добывающего сектора экономики, предметами труда которых являются минеральные ресурсы, скрытые в недрах. Запасы полезного ископаемого, имеющие статус разведанных, представляют собой товар, который должен иметь ценность в биржевом обращении. Требуется законодательно закрепить положение о том, что «истинную ценность горнодобывающих предприятий составляет не столько оборудование, капитальные выработки и прочие основные средства, сколько достоверная информация о запасах полезного ископаемого, которая определяет как саму возможность создания добавочной стоимости, так и прибыльность предприятия» [6]. При этом, чем достовернее геологическая информация о запасах, тем выше их ценность и капитализация предприятия, на балансе которого они находятся, так как от достоверности геологической информации зависит и достоверность экономических показателей, в т. ч. экономической эффективности развития горного бизнеса. Повышение достоверности геологической информации рассматривается в качестве одного из важнейших факторов роста капитализации предприятия [7], что подтверждает и мировая практика. В промышленно развитых странах публичная отчетность о минерально-сырьевых активах горнопромышленных компаний, представляемая на фондовые биржи, в обязательном порядке содержит сведения о достоверности запасов полезных ископаемых [2].

Исходными данными для анализа выступают: статистическая отчетность предприятий, законодательные программные документы, государственные доклады и другие материалы.

Рассматриваемые факторы объединены в табл. 1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на капитализацию предприятий

Наименование	Показатели	Результат влияния
Макроэкономические факторы	Процентная ставка ВВП ЧНП РЛД Дефлятор ВВП Уровень безработицы	Влияние опосредованное, носит долгосрочный характер. Анализ факторов необходим для определения перспектив экономики страны
Отраслевые и региональные факторы	Уровень благоприятности институциональной среды Среднеотраслевой уровень рентабельности продаж Среднеотраслевой уровень рентабельности чистых и оборотных активов Уровень отраслевого риска Доход экономических субъектов Дефлятор ВВП Уровень развития инфраструктуры региона Потребность в продукции отрасли	Влияние опосредованное, носит среднесрочный характер. Анализ факторов данного уровня необходим для оценки эффективности работы органов местного самоуправления, перспектив развития отрасли в целом.
Микроэкономические факторы	Объем продаж Уровень социальной активности предприятия Уровень профессионализма менеджеров Синергетический эффект диверсификации Доля ресурсов, имеющих стратегическое значение Доля прибыли, используемой для выплаты дивидендов Уровень интеграции бизнеса Запасы полезного ископаемого и достоверность геологической информации о них	Факторы, непосредственно влияющие на капитализацию предприятий, необходимы для текущего анализа состояния предприятия и перспектив его развития в будущем.

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, завышена или занижена капитализация промышленного предприятия по сравнению с реальной рыночной стоимостью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ивашковский С. Н. Микроэкономика. М.: Дело, 2012.
2. Кавун К. П. Стандарты классификации запасов / ресурсов в отчетности горнопромышленных компаний Канады // Разведка и охрана недр. 2004. № 6. С. 48–54.
3. Минцбург Г., Альстранд Б, Лампель Ж. Стратегическое сафари: экскурсия по дебрям стратегического менеджмента. М.: Альпина Паблишер, 2013.
4. Пирс Дж., Робинсон Р. Стратегический менеджмент, 12-е изд. СПб.: Питер, 2013.
5. Тертышный С. А. Рынок ценных бумаг и методы его анализа. М.: Питер, 2004.
6. Чернявский А. Г. О геолого-экономической и стоимостной оценке объектов твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. 2013. № 2. С. 19–26.
7. Шаклеин С. В., Рогова Т. Б. Мониторинг достоверности запасов и его использование для оценки сырьевой базы угольных компаний // Минеральные ресурсы России. 2009. № 4. С. 35–38.

Поступила в редакцию 6 марта 2014 г.

Симонян Артур Хачикович – ведущий экономист. 620027, г. Екатеринбург, ул. Свердлова, 7, ООО «Газпром – Трансгаз – Екатеринбург». E-mail: asxo5@mail.ru

УДК 316.4

РОЛЬ И МЕСТО МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЭКОНОМИКЕ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Кох И. А.

В развитии экономики в стране значимое место отводится малому предпринимательству. Количество малых предприятий в Свердловской области в последние годы увеличивается не только в сфере услуг, но и в сфере производственной деятельности. В статье анализируются сложившиеся тенденции в развитии малого бизнеса, проблемы и трудности, сдерживающие рост малого предпринимательства в Уральском регионе. Раскрывается роль органов местного самоуправления, отмечается, что важнейшим направлением деятельности муниципальных органов власти является совершенствование и дальнейшее развитие социальной инфраструктуры для обслуживания малых предприятий.

Ключевые слова: *предпринимательство; малое предприятие; инфраструктура поддержки малого предпринимательства; виды деятельности малых предприятий.*

Малое предпринимательство в Свердловской области занимает сегодня достойное место в экономике региона. Его роль определяется как производством новых товаров, созданием новых рабочих мест, услугами для населения, так и пополнением муниципального бюджета. Поэтому Правительство Свердловской области всемерно поддерживает малое предпринимательство, стремится повысить его активность в различных сферах деятельности. Оперативное решение назревших и актуальных проблем в этой сфере оказывает положительное влияние на успешное развитие малого бизнеса в регионе.

В Свердловской области по важнейшим статистическим показателям малое предпринимательство находится на высоком уровне развития и опережает многие субъекты Российской Федерации. На начало 2013 года в регионе насчитывалось 76 513 малых предприятий, что в шесть раз больше, чем во всем Дальневосточном федеральном округе (12 399). Объем выручки (с учетом налогов и аналогичных обязательных платежей) от продажи товаров, продукции, работ, услуг по всем видам деятельности индивидуальных предпринимателей в Свердловской области составил 506,3 млрд руб., что в два раза больше, чем в Москве (259,2) и примерно столько же, сколько во всем Дальневосточном федеральном округе (550,4 млрд руб.) [1].

Во многих муниципальных образованиях области сформирована социальная инфраструктура поддержки малого и среднего предпринимательства. Созданы и функционируют меры финансовой поддержки, широкое развитие получили информационно-консультационные услуги, созданы логистические центры, предоставляются в аренду здания и сооружения неиспользуемых промышленных мощностей. Однако следует признать, что созданная система поддержки малого бизнеса не всегда дает ожидаемый эффект.

Малое предпринимательство, согласно статистическим данным, в Свердловской области в 2011 и 2012 году фактически преодолело кризисные явления после 2008 года и успешно наращивает темпы развития, о чем свидетельствует рост числа субъектов малого и среднего бизнеса (рис. 1).

В Свердловской области насчитывается более 200 тыс. субъектов малого и среднего предпринимательства, из них около 150 тыс. – индивидуальные предприниматели и фермеры, около 70 тыс. – малые предприятия (в том числе микропредприятия), почти 400 средних предприятий. В последние годы в Свердловской области отмечается некоторое снижение количества средних предприятий, в том числе занимающихся производством и распределением электроэнергии, операциями с недвижимым имуществом, арендой и другими услугами, а также (в меньшей степени) оптовой и розничной торговлей, ремонтом транспортных средств и бытовых предметов личного пользования. При этом количество

рабочих мест практически не снижается, что свидетельствует об укрупнении предприятий, а в сфере торговли объясняется развитием крупных торговых сетей.

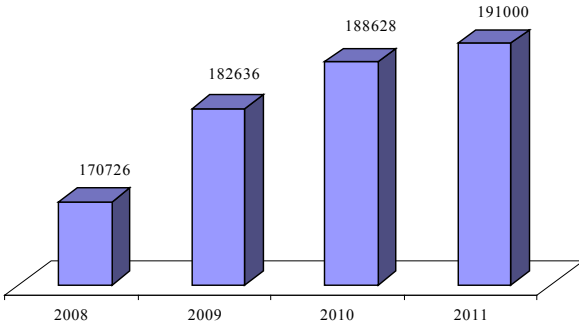


Рис. 1. Динамика развития субъектов малого и среднего предпринимательства в 2008–2011 гг.

Количество малых предприятий в Свердловской области в последние годы увеличивается, в том числе по различным видам экономической деятельности, прежде всего это сельское и лесное хозяйство, оптовая и розничная торговля, ремонт транспортных средств и бытовых предметов домашнего пользования. К положительным тенденциям, которые отмечаются с 2010 года, можно отнести рост среднемесячной заработной платы работников малых предприятий в регионе. Значительное развитие получила инфраструктура малого бизнеса, хотя неудовлетворенность ею среди предпринимателей сохраняется.

Однако в большинстве муниципальных образований подавляющее большинство малых предприятий по-прежнему функционирует в сфере обслуживания, преимущественно в общественном питании и развлекательных учреждениях. Число малых предприятий производственного профиля по-прежнему остается неоправданно незначительным.

В Свердловской области успешно внедряются новые способы поддержки малого предпринимательства, в частности:

– предоставление субсидий малым предприятиям, которые производят и реализуют товары и услуги, направляемые на экспорт;

– предоставление субсидий малым инновационным организациям;

– компенсации расходов малым предприятиям, которые активно участвуют в выставках, ярмарках, конференциях в области и Российской Федерации, а также за рубежом;

– услуги патентования малым инновационным организациям и др.

В области наметилась положительная тенденция увеличения числа малых предприятий, которые получают финансовую, ресурсную и иную поддержку от органов власти.

Основными проблемами, препятствующими развитию малого предпринимательства в регионе, по мнению самих предпринимателей, являются частая смена нормативно-правовой базы, недостаток собственных оборотных средств, ограниченный доступ к необходимым для бизнеса кредитным ресурсам, административно-властные барьеры. Все более ощутимой становится усиливающаяся конкуренция со стороны крупных компаний, а также недостаток квалифицированных кадров. Для дальнейшего ускоренного развития малого предпринимательства в регионе необходимо продолжить работу по совершенствованию и развитию системы правового обеспечения малого бизнеса.

В качестве примера рассмотрим роль малого предпринимательства в социально-экономическом развитии Тавдинского района Свердловской области. Малый бизнес играет весьма значительную роль в решении экономических и социальных задач Тавдинского района. Он способствует образованию новых рабочих мест, обеспечению потребительского рынка товарами и социальными услугами, формированию рыночной конкурентной среды, способствует экономической самостоятельности муниципального образования, обеспечивает налоговые и иные поступления в местный бюджет.

В Тавдинском районе зарегистрировано 970 малых предпринимательских структур с численностью работающих около 3 тыс. человек, в том числе около 120 малых предприятий, а также около 1000 индивидуальных предпринимателей. Деятельность малых предприятий муниципального района охватывает несколько отраслей, среди которых промышленность – 21 предприятие, сельское

хозяйство – 4 предприятия, строительство – 4, торговля – 73 (рис. 2).

Преобладающим видом деятельности малого бизнеса в Тавдинском городском округе, как и во многих других регионах, является торговля, как оптовая, так и розничная. Поэтому предметом социологического исследования выступили представители малого предпринимательства в сфере торговли.

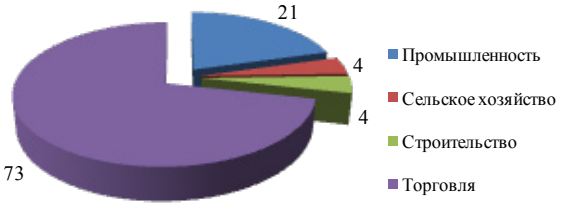


Рис. 2. Виды деятельности малых предприятий Тавдинского городского округа

Несмотря на положительные тенденции развития малого бизнеса в целом по региону, существуют проблемы, затрудняющие ведение бизнеса, а именно:

– риск утраты своего имущества;

– отсутствие или недостаток первоначального капитала, недостаточная помощь со стороны государства;

– отсутствие уверенности в успехе, в получении прибыли от предпринимательской деятельности.

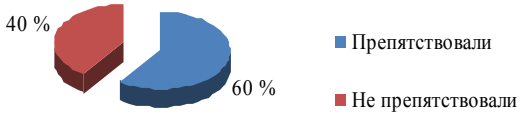


Рис. 4. Взаимодействие предпринимателей с муниципальными органами власти

Главной проблемой, затрудняющей развитие бизнеса, является недостаток как собственных, так и заемных финансовых средств. Основная часть предпринимателей не пользуется кредитами и заемными средствами из-за отсутствия необходимого материально-финансового обеспечения. Традиционно коммерческие банки считают малый бизнес, во-первых, очень трудоемким в обслуживании, во-вторых, очень рискованным и к тому же относительно низкодоходным. Это подтверждают результаты опроса предпринимателей. На вопрос о прибыльности предприятия ровно 50 % опрошенных ответили, что прибыли хватает только на покрытие расходов, другие опрошенные отметили незначительную прибыль. При этом уровень развития конкуренции оценивают как средний 80 % опрошенных, 10 % считают, что уровень конкуренции в городе низкий, и только 10 % определили уровень конкуренции как высокий (рис. 3).

Такие результаты можно объяснить тем, что конкуренция в секторе малого предпринимательства в небольших городах всегда ниже, чем в крупных. Кроме того, далеко не у всех желающих заняться предпринимательской деятельностью в малых городах имеются средства для стартового капитала.

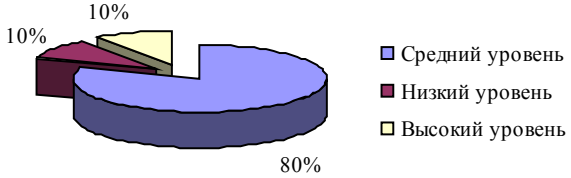


Рис. 3. Оценка уровня конкуренции

Сдерживает развитие малого предпринимательства и материальная база. В настоящее время лишь немногие малые предприятия имеют собственное помещение и оборудование. Есть административные и правовые трудности в получении земельных участков в собственность.

Взаимодействие предпринимателей и местных органов власти не отличается позитивными тенденциями. Существуют проблемы в получении разрешительных документов, необходимых для открытия и развития собственного дела. На вопрос: «На этапе создания бизнеса препятствовали ли Вам органы местной власти и контролирующие организации?» 60 % опрошенных ответили утвердительно, остальные дали отрицательный ответ (рис. 4). Абсолютное большинство предпринимателей тем самым показали, что в данной сфере (а именно в сфере взаимодействия с муниципальными органами власти) существуют определенные барьеры, которые необходимо устранить.

Помимо этого предприниматели отметили следующие проблемы: сложность системы

налогообложения, несовершенство нормативной базы, сложность получения в аренду или собственность помещений, правовая незащищенность.

На вопрос: «Несете ли вы финансовые потери при проведении проверок?» 30 % опрошенных предпринимателей ответили утвердительно, 50 % – «нет» и 20 % затруднились ответить (рис. 5).

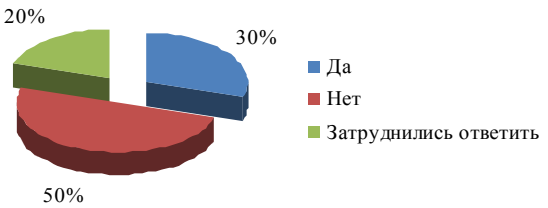


Рис. 5. Финансовые потери при проведении проверок

Даже при относительно низком показателе – 30 % опрошенных – необходимо обратить внимание на эту проблему. Для успешного развития малого предпринимательства в регионе нужно свести к минимуму потери предпринимателей при проведении различных проверок.

Среди других проблем предприниматели выделяют:

– сложность получения банковских кредитов для начала предпринимательской деятельности: 30 % опрошенных ответили утвердительно и 70 % сообщили об отсутствии каких-либо сложностей. Возможно, это связано с функционированием в городе Тавдинского фонда поддержки малого предпринимательства, активно помогающего начинающим предпринимателям, у которого есть возможность предоставления микрозаймов для малых предприятий;

– недостаток капитала и собственных оборотных средств, на что указали 90 % опрошенных предпринимателей и только 10 % затруднились ответить на этот вопрос;

– сложность системы налогообложения и отчетности отметили 70 % опрошенных, 30 % ответили отрицательно.

Среди положительных тенденций отмечается, что такие проблемы, как нехватка помещений для аренды или приобретения в собственность, нехватка квалифицированных кадров, недобросовестная конкуренция, нарушения законодательства – не отметил ни один из опрошенных.

Еще в 2010 году администрацией Тавдинского района были проведены мероприятия по совершенствованию нормативно-правовой базы, организован мониторинг предпринимательской деятельности, а также сформирован перечень имущества, находящегося в муниципальной собственности, который можно предоставить в аренду субъектам малого предпринимательства.

В плане нормативно-правового обеспечения можно выделить такие направления, как работа по организации конкурсного размещения муниципального заказа среди субъектов малого предпринимательства, разработка порядка передачи малым предпринимательским структурам основных фондов и помещений, отчуждаемых в районную собственность в порядке взыскания долгов бюджету.

На протяжении нескольких лет активно ведет свою работу Тавдинский фонд поддержки малого предпринимательства. Результаты его работы неизменно получают положительную оценку большинства предпринимателей. Существование Тавдинского фонда поддержки малого предпринимательства просто необходимо для развития малого предпринимательства в муниципальном образовании. Кроме того, Фонд является, пожалуй, единственной организацией, оказывающей помощь субъектам малого предпринимательства в регионе. Поэтому целесообразно направлять больше средств для развития Фонда из муниципального бюджета.

В качестве рекомендаций по совершенствованию деятельности местных органов власти и Фонда поддержки малого предпринимательства можно предложить следующие:

– разработать мониторинговую систему анализа состояния малого предпринимательства, создать группу мониторинга малого предпринимательства, выделить средства для обеспечения ее работы;

– определиться с регистрацией предприятий и частных предпринимателей по

принципу «в одно окно»; организовать паспортизацию предприятий с привлечением подразделений инфраструктуры;

– решить проблемы несуществующих, но формально не закрытых предприятий и частных предпринимателей, проблемы «двойников» и т. д.

Очень важно ежегодно проводить анализ состояния малого предпринимательства, прогнозировать и вырабатывать мероприятия по его развитию. Все это позволит сформировать систему поддержки малого предпринимательства и повысить его эффективность.

В настоящее время в Тавдинском районе Свердловской области ведется непрерывная работа по развитию и поддержке малого бизнеса, совершенствуются условия, что положительно влияет на развитие малого предпринимательства в районе. Чтобы эта деятельность была более успешной, целесообразно определить комплекс первоочередных мероприятий, реализация которых позволит решить наиболее актуальные проблемы организации поддержки и развития малого бизнеса в регионе, выявленные с помощью проведенного исследования. Среди таких мероприятий следует отметить, прежде всего, организацию дополнительной финансовой помощи субъектам малого предпринимательства, оказание информационной поддержки посредством Интернета, прежде всего через официальный сайт Тавдинского фонда поддержки предпринимательства, администрации Тавдинского района. Очень важно развивать инфраструктуру поддержки малого предпринимательства, сокращать административные барьеры в развитии малого бизнеса, разрабатывать и реализовывать специальные проекты с широким привлечением самих предпринимателей.

Несмотря на успехи в развитии малого предпринимательства, в стране и в регионе малый бизнес как важнейший сектор экономики не оказывает такого значительного влияния на социально-экономическое развитие общества, как в развитых государствах Западной Европы и США, где на его долю приходится около 60 % валового национального продукта. Следовательно, государство уделяет недостаточно внимания вопросам развития малого бизнеса, хотя именно малое предпринимательство не требует крупных инвестиций, но при этом способно обеспечить быстрый рост производства товаров и услуг, высокую динамику роста. Малый бизнес способен оперативно решать вопросы реструктуризации экономики, гибко реагировать на изменение конъюнктуры рынка, придавать экономике маневренность и стабильность. Малое предпринимательства способствует решению главных социальных целей, которые традиционно обеспечиваются системой малых предприятий, часто выполняющих роль своеобразного «посредника» между крупными предприятиями и населением, участвуют в формировании среднего класса, который традиционно рассматривается как оплот социальной и политической стабильности общества. Малый бизнес создает новые рабочие места, в том числе для молодежи и слабо защищенных слоев общества, тем самым обеспечивает занятость населения и снижение уровня безработицы, следовательно, социальной напряженности и экономического неравенства. В Российской Федерации имеются все необходимые предпосылки для эффективной государственной политики, направленной на поддержку малого предпринимательства, есть условия для его успешного развития. Малый бизнес способен стать стратегическим фактором социокультурного развития страны.

В России имеются конституционные гарантии возможности и свободы осуществления предпринимательской деятельности. Статус малого предпринимательства законодательно закреплен как особый вид экономической деятельности, предусмотрены специальные меры государственной поддержки. Несмотря на трудности, достигнутый уровень и сложившиеся тенденции развития малого предпринимательства способны стать основой для устойчивого и эффективного развития этого сектора нашей экономики. Для этого важно быстрее преодолеть влияние отдельных негативных факторов в экономической и общественно-политической жизни страны, которые являются препятствиями для реали-

зации целей малого предпринимательства. К их числу по-прежнему относятся избыточные административные барьеры, коррупция в системе государственных и муниципальных органов управления. Именно они порождают недоверие граждан к государственной политике в области предпринимательства. Предстоит также преодолеть недостаточно высокий уровень предпринимательской культуры и социальной активности, создать условия для консолидации усилий предпринимателей для защиты своих прав и интересов.

Развитие малого предпринимательства в России является неотъемлемым элементом современного рынка, важным фактором создания эффективной конкурентной экономики, направленной на обеспечение высокого уровня жизни населения. Для достижения поставленных целей государственной политики в области малого предпринимательства важно продолжать совершенствовать законодательство, создать правовую среду и правовую защиту бизнеса и предпринимателей, которые обеспечат благоприятные условия для развития предпринимательства. Важнейшим направлением деятельности муниципальных органов управления является совершенствование и дальнейшее развитие социальной инфраструктуры для обслуживания малых предприятий, для обеспечения доступности для предприятий и организаций малого бизнеса необходимыми услугами и ресурсами, прежде всего крупных логистических центров, призванных обеспечить малые предприятия ресурсами, сырьем, оборудованием, а также благоприятными условиями для сбыта своей продукции. Все это послужит укреплению экономики региона, создаст благоприятные условия для социокультурного развития и повышения уровня жизни населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малое и среднее предпринимательство в России. 2013: стат. сб. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139841601359 (дата обращения: 20.03.2014).

2. Постановление Правительства РФ от 23 апреля 1996 № 523 «Об участии субъектов малого предпринимательства в производстве и поставке продукции и товаров (услуг) для федеральных государственных нужд».

3. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» № 209-ФЗ от 24 июля 2007 г.

4. Закон Свердловской области от 4 февраля 2008 г. № 10-ОЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Свердловской области».

5. Постановление Правительства Свердловской области от 3 октября 2002 г. № 1262-ПП «О Концепции государственной политики поддержки и развития малого предпринимательства в Свердловской области па 2002-2020 годы».

6. Акимов О. Ю. Малый и средний бизнес: эволюция понятий, рыночная среда, проблемы развития. М: Финансы и статистика, 2011.

7. Грузинов В., Грибов В. Предпринимательство формы и методы организации предпринимательской деятельности // Экономика предприятия. М.: ИНФРА-М, 2006.

8. Теребова С. В., Подолякин О. В., Усков В. С., Егорихина С. Ю. Предпринимательство в регионе: состояние, перспективы. М.: Издательство ИСЭРТ РАН, 2011.

Поступила в редакцию 28 апреля 2014 г.

Кох Иван Адамович – доктор социологических наук, доцент, заведующий кафедрой философии и культурологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: kia4@mail.ru

УДК 378.1

К ВОПРОСУ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ

Ветошкина Т. А., Полянок О. В.

В статье дан анализ трактовок понятия «конкурентоспособность выпускника вуза», показаны различные подходы и точки зрения к нему, дан анализ критериев и составляющих конкурентоспособности выпускников вузов. Предложено авторское определение конкурентоспособности выпускника вуза. Определяется взаимосвязь конкурентоспособности выпускника с конкурентоспособностью работника.

Ключевые слова: *выпускник вуза; конкурентоспособность; конкурентоспособность выпускника вуза; критерии конкурентоспособности выпускника вуза; конкурентоспособность работника.*

В условиях социально-экономических трансформаций современного российского общества выпускники вузов, имея диплом высшего профессионального образования, зачастую оказываются невостребованными на рынке труда. Данное обстоятельство обусловлено с одной стороны некоторой обособленностью высшего образования от реальных запросов рынка труда, а с другой – отсутствием функционировавших прежде механизмов распределения выпускников вузов по организациям.

На российском молодежном рынке труда ситуация согласно экспертным оценкам выглядит достаточно напряженной, сохраняющей тенденции к ухудшению. В условиях кризиса многие крупные компании закрывают или сокращают программы привлечения молодых специалистов, в результате чего количество предложений для выпускников вузов снизилось в несколько раз. В ситуации превышения предложения рабочей силы на рынке труда выпускникам, только что окончившим вуз и преимущественно не имеющим опыта работы по специальности, достаточно сложно выдержать конкуренцию и претендовать на качественные рабочие места. Сложившуюся ситуацию может исправить система образования, если она будет способствовать формированию в выпускнике вуза конкурентоспособного специалиста. В связи с этим проблема формирования конкурентоспособности будущих специалистов является одной из актуальных проблем, стоящих перед высшей школой.

Современное общество испытывает острую потребность в конкурентоспособных специалистах, отвечающих требованиям профессиональных стандартов. Выпускники вузов в большинстве своем не способны выдерживать такие требования, не готовы к работе в условиях перманентной неопределенности экономической ситуации. В связи с этим актуальными становятся попытки выявить составляющие конкурентоспособности выпускников вузов, формируемые и развиваемые в вузе, с последующей разработкой путей, обеспечивающих повышение уровня конкурентоспособности будущих специалистов.

Поскольку конкурентоспособность выпускников формируется и развивается в процессе обучения в вузе и напрямую зависит от качества получаемого образования, последнее может рассматриваться как один из факторов конкурентоспособности вуза. Однако в значительной степени на конкурентоспособность выпускников вузов оказывают влияние требования работодателей, что приобретает все большую актуальность при подготовке специалистов. В свете вышеизложенного будем рассматривать сущность конкурентоспособности выпускников вузов на рынке труда во взаимосвязи с таким понятием, как конкурентоспособность работника.

В большинстве подходов, раскрывающих содержательную основу конкурентоспособности работника, внимание акцентируется прежде всего на качественных характеристиках рабочей силы. Так, по мнению Сотнико-

вой С. И., *конкурентоспособность работника* – это способность к индивидуальным достижениям в труде, представляющим вклад в достижение организационных целей. Она определяется качеством рабочей силы, соответствующей рыночной потребности [1]. Конкурентоспособность работника проявляется через следующие группы показателей: профессиональные, квалификационные, нравственные, физические, интеллектуальные. Всю совокупность качественных характеристик работника, свидетельствующих о его конкурентоспособности, можно объединить в четыре основные группы: мотивационную сферу, профессионально-квалификационные характеристики, интеллектуальные свойства личности и медико-биологические характеристики [2]. В целом можно согласиться с мнением Сотниковой С. И. о том, что показатели конкурентоспособности работников преимущественно определяются их соответствием требованиям конкретного работодателя и обеспечивают удовлетворение его потребности в труде [3], т. е. *конкурентоспособность работника* – это целостное понятие, представляющее собой неразрывное единство мотивационных, квалификационных, личностных и деловых составляющих ее элементов, выражающее способности работника к профессиональной деятельности и качественному выполнению трудовых функций в какой-либо конкретной сфере деятельности, полностью отвечающих требованиям работодателей.

От понятия «конкурентоспособность работника» перейдем к рассмотрению понятия «конкурентоспособность выпускников вуза». Понятие «выпускник вуза» трактуется достаточно широко, что во многом обусловлено вариативностью его рассмотрения в хронологическом аспекте. Под *выпускником вуза*, с одной стороны, можно понимать человека, получившего диплом высшего профессионального образования государственного образца спустя несколько лет после окончания вуза (априори любой человек, закончивший вуз, остается выпускником этого вуза), с другой стороны – того, кто только что получил диплом. Однозначной трактовки понятия «выпускник вуза» не существует и в нормативно-законодательной базе. Частично заполняет пробелы рассматриваемой проблемы трудовое законодательство, ограничивая статус выпускника вуза критерием «период времени после окончания вуза (до одного года при первичном выходе на рынок труда с целью трудоустройства)».

Под *выпускниками вузов* авторы подразумевают студентов последнего курса очной, очно-заочной и заочной форм обучения, успешно освоивших дисциплины основной образовательной программы и приступивших к выполнению итоговой квалификационной работы, так как их обучение в основном закончено.

Обозначим подходы к трактовке конкурентоспособности выпускников вузов, сложившиеся на сегодняшний день.

Рассмотрение конкурентоспособности выпускника вуза как индикатор конкурентоспособности вуза. Конкурентоспособность выпускников на сегодняшний день принято оценивать по уровню конкурентоспособности вуза, который они закончили, то есть по рейтингам как государственных, так и независимых рейтинговых агентств. В связи с этим *рейтинг вуза* может рассматриваться как имиджевый ресурс конкурентоспособности выпускника, который характеризует известность и популярность учебного заведения в образовательной среде и в общественном сознании. Однако такой подход дает лишь косвенную оценку конкурентоспособности выпускника, поскольку не учитывает показатели, непосредственным образом связанные с самим выпускником.

Конкурентоспособность выпускника вуза как индикатор качества образования. Конкурентоспособность выпускников рассматривается в аспекте качества получаемого в вузе образования. Согласно этому подходу *знания* являются основой конкурентоспособности выпускников и важнейшей предпосылкой их развития. *Качество образования* является «стержневым» фактором конкурентоспособности выпускников. В этом аспекте конку-

рентоспособность выпускников является степенью реализации ее качества.

Однако по мнению А. В. Чистякова, О. А. Ткачевой конкурентоспособность выпускников вуза должна формироваться не только за счет качества приобретаемого образования, но и за счет проведения ряда мероприятий со стороны вуза. К последним они относят следующие: исследование и прогноз рынка специалистов; анализ жизненных циклов специальностей с целью приспособления возможностей вуза к освоению новых специальностей и специализаций; исследование внутренних возможностей вуза с позиции его сильных и слабых сторон; отслеживание и анализ трудоустройства выпускников; осуществление рекламно-информационной деятельности [4].

Конкурентоспособность выпускника вуза как индикатор выраженности его личных качеств. Смещение акцента с качества получаемого образования к формированию личных качеств, в том числе потенциала лидерства, с последующей его реализацией просматривается в работах Т. В. Черняка. Изучая конкурентоспособность выпускников вузов на рынке труда, он констатирует, что наличие у выпускника только качественного профессионального образования еще не гарантирует ему трудоустройство, что вполне согласуется с реальностью [5].

Рыночный подход к трактовке конкурентоспособности выпускников вуза. Выпускники рассматриваются как товар, произведенный вузом, и предназначенный для реализации на рынке труда. Конкурентоспособность товара достигается за счет свойственных ему уникальных, по сравнению с другими конкурентами, качеств, а также повышенных «потребительских» свойств, закладываемых в вузе. К уникальным качествам выпускника авторы работы [6], в первую очередь, относят такие, как: высокий уровень интеллекта, способность к инновациям, творческий потенциал, навыки стратегического мышления, планирования, управления; компетентность в смежных областях; профессиональное использование информационно-коммуникационных технологий и современных технических средств; умение искать и перерабатывать информацию, получая новые знания; умение быстро и эффективно принимать решения. «Потребительские» свойства выпускника заключаются, прежде всего, в полученных знаниях, умениях, степени профессионализма, узкой специализации в предметно ориентированной сфере. Продолжая рассматривать конкурентоспособность выпускников в рамках рыночного подхода, Л. И. Мошкович и А. В. Новачук выделяют уровни формирования конкурентоспособности [7].

Выпускник, обладающий набором знаний, умений, навыков, предусмотренных ФГОС ВПО с учетом уникальных качеств и повышенных «потребительских» свойств представляет собой «товар по замыслу» [8]. Однако степень реализации указанных параметров будет различной у отдельно взятых выпускников, что обусловлено их личными особенностями. Таким образом, на данном этапе «товар по замыслу» в сочетании с личными качествами выпускника получает новое качество, трансформируясь в «товар в реальном исполнении» [8]. По мнению разработчиков данного подхода представленные виды «товара» не могут в полной степени оценить конкурентоспособность выпускников. В связи с этим необходимо учесть ряд факторов внешней среды, влияющих на возможность проявления конкурентоспособности. В данном аспекте «товар в реальном исполнении», попадая на рынок труда, трансформируется в «товар с подкреплением», который, в конечном счете, и является объектом оценки конкурентоспособности.

Рассмотрев сложившиеся подходы к изучению сущности конкурентоспособности выпускников вузов, авторы предлагают свое определение конкурентоспособности выпускников вузов. *Конкурентоспособность выпускников вузов в широком смысле* – это степень полезности качественных характеристик выпускников вузов на рынке труда для потенциального покупателя (работодателя), определяющая возможность претендовать на качественные рабочие места и выдерживать

конкуренцию по сравнению с другими субъектами на данном рынке. *Конкурентоспособность выпускников вузов в узком смысле* – это неразрывное единство мотивационных, квалификационных, личностных и деловых составляющих его элементов, готовность выпускника к профессиональной деятельности и выполнению трудовых функций, отвечающих требованиям работодателя. Однако следует учитывать тот факт, что само понятие «конкурентоспособность выпускника вуза» – объективно-субъективное, поскольку, с одной стороны, требования к качеству подготовки молодых специалистов объективно формируются производственным потенциалом рабочих мест, с другой стороны – субъективными предпочтениями работодателей.

Таким образом, рассмотрев сложившиеся подходы к трактовке конкурентоспособности выпускников вузов и определив смысловую нагрузку этого понятия, правомерно говорить о выпускнике как о потенциальном работнике. Такой статус вполне обоснован промежуточным положением выпускника, обусловленным сменой среды (вуз → организация). Данное обстоятельство свидетельствует о взаимосвязи понятий «конкурентоспособность выпускника как потенциального работника» и «конкурентоспособность работника». К числу составляющих конкурентоспособности выпускника относятся следующие:

– мотивационная составляющая конкурентоспособности выпускника вуза, включающая:

– направленность на профессиональную самореализацию и развитие;

– направленность на получение качественного рабочего места по профилю и специальности;

– направленность на реализацию социально-экономических целей;

– квалификационная составляющая конкурентоспособности выпускника вуза, включающая:

– опыт, навыки в профессиональной деятельности;

– совокупность профессиональных знаний, умений, навыков, способов общения, релевантных требованиям ФГОС ВПО и работодателей;

– владение информационными технологиями и методами в профессиональной деятельности;

– личностная составляющая конкурентоспособности выпускника вуза, включающая:

– социально-психологические качества, способствующие реализации конкурентного поведения при взаимодействии с работодателем;

– поведение, соответствующее системе ценностей и мотивационных ориентиров в профессиональной деятельности;

– способность мобилизовать ресурсы организации для достижения намеченных профессиональных целей;

– деловая составляющая конкурентоспособности выпускника вуза, включающая:

– способность к оценке ситуации и формированию стратегии поведения в профессиональной деятельности;

– адекватную оценку своих возможностей и перспектив трудоустройства;

– презентация работодателю конкурентных преимуществ.

Набор составляющих конкурентоспособности выпускника вуза идентичен составляющим конкурентоспособности работника. Специфичным является содержательное наполнение составляющих, обусловленное особенностями выпускников вузов, а также двойственностью их положения. Конкурентоспособность выпускников вузов выступает как условие формирования конкурентоспособности работников. Исследование сущности конкурентоспособности выпускников вузов позволило выявить как взаимосвязь конкурентоспособности выпускника с конкурентоспособностью работника, так и их принципиальные отличия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сотникова С. И. Конкурентоспособность рынка труда: генезис социально-экономического содержания // Менеджмент в России и за рубежом. 2006. № 2. С. 95–107.

2. Масленникова Е. В. Партнерство вузов и работодателей в подготовке кадров // Человек и труд. 2006. С. 67–69.

3. Сотникова С. И., Маслов Е. В., Глазырин С. Ю. Управление конкурентоспособностью персонала. Новосибирск: НГУЭУ, 2006. 302 с.

4. Чистяков А. В., Ткачева О. А. Обеспечение конкурентоспособности выпускников вузов технического университета // Вопросы образования. 2005. № 4. С. 25–28.

5. Черняк Т. В. Формирование компетентности лидера как фактор конкурентоспособности выпускников вузов // Образование в России. 2007. № 6. С. 34–37.

6. Уровень профессиональной подготовки выпускников вузов не соответствует требованиям большинства работодателей. URL: www.lawlinks.ru

7. Мошкович Л. И., Новачук А. В. Формирование оценки конкурентоспособности выпускника вуза // Управление общественными и экономическими системами. 2006. № 2. С. 57–62.

8. Дмитриева Ю. А. Повышение уровня конкурентоспособности выпускников вузов по специальности «Управление персоналом» на рынке труда: дис. … канд. экон. наук. М., 2010.

Поступила в редакцию 5 мая 2014 г.

Ветошкина Татьяна Александровна – кандидат философских наук, заведующая кафедрой управления персоналом. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ief.up@ursmu.ru

Полянок Ольга Васильевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры управления персоналом. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 304.2

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОСТРЕБОВАННОСТИ ЗНАНИЙ И КОЛИЧЕСТВЕ УЧЕНЫХ

(в порядке обсуждения)

Заднепровский Р. П.

Рассмотрены вопросы об изменении востребованности знаний и количестве ученых как основных показателей научно-технического прогресса в соответствии с циклическим временем развития общества, приведены математические выражения указанных изменений с учетом вероятностных и экспертных коэффициентов, а также времени циклов внедрения новых идей и изобретений.

Ключевые слова: *востребованность знаний и количество ученых; математические модели изменения реализованных и фактических объемов знания во времени; циклы накопления и реализации знаний.*

Исследования об изменении востребованности научных разработок и количества ученых, их соотношений с учетом социально-экономических и политических реалий могут иметь важное значение в стратегии развития индустриальных сообществ. Имеющиеся в этом направлении работы носят, в основном, качественный характер. Ниже рассмотрены общие соображения по этим вопросам с использованием возможных простых математических моделей, дающих возможность обосновать тенденции научного развития человеческих сообществ. При накоплении статистических данных для наиболее вероятностных значений опытных коэффициентов, характерных для любых математических моделей, можно говорить о вероятности прогноза. Развитие общества носит циклический характер с периодом циклов T, величина которого может быть переменна. Сумма циклов равна времени стратегического прогноза. Внутри каждого цикла можно говорить о закономерностях изменения критериев научно-технического прогресса (НТП).

Вопрос о продолжительности циклов требует специального рассмотрения. НТП тесно связан с социально-политическими и экономическими характеристиками развития общества. Существует заметная аналогия этого развития с закономерностями физического состояния и характеристиками изменения материальных объектов. Например: различие во взаимодействии индивидуальных и коллективных объектов, вероятностного распределения активных физических частиц (закон Бозе-Энштейна) и биологических объектов, аналогии развития энтропии систем и др. Процессы затухающей или восходящей активности и флуктуации общественных кризисов и темпов преобразований в ряде случаев также могут быть выражены (с определенным приближением) известными из физики математическими уравнениями. Ниже дается попытка обоснования простых математических моделей количественного развития этапов НТП по характеристикам объема знаний A и числу его создателей – ученых N. Примем, что основной критерий НТП – *количество востребованных знаний* A в данный момент времени $t < T$. Прирост знаний соответствует изменению числа ученых и способности их создавать новые знания.

Можно полагать, что с учетом скорости изменения (приращения) знаний в виде критерия dA/dt , общее количество востребованных (или реализованных) знаний

$$A = A_р + BdA/dt. \qquad (1)$$

Здесь коэффициент пропорциональности B имеет размерность времени цикла с учетом конкретных социально-экономических условий, влияющих на флуктуацию времени цикла реализации знаний. Для краевых условий: *количество реализованных знаний* $A_р = A_0$, где A_0 – количество востребованных знаний в начале цикла (для $t = t_0$), а при резком увеличении времени t (или снижении цикла T) количество вновь приобретенных знаний A приближается к объему реализованных $A_р$.

Тогда дифференциальное уравнение (1) имеет решение:

$$A_р = A_1 - (A_1 - A_о)\ exp\ (-t / B), \qquad (2)$$

где A_1 – количество знаний, полученных за данное время.

Показатель $B = c / T$, где c – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние социально-экономических и политических реалий на НТП и востребованность знаний. Рост этого коэффициента сокращает время обновления и реализации новых знаний и соответствующего НТП индустриального общества. Для некоторой идеализированной системы $c = 1$. В этом случае из уравнения (2) следует, что при $t = T$ прирост реализованных знаний в данный период возможен только в том случае, если соотношение A / A_0 не более 1,7. Снижение величины $A_р$ означает и определенный регресс в накоплении новых знаний (часть знаний теряется, устаревает, является практически ненужной, а часть исследований может быть ложной и бесполезной). Здесь следует добавить достаточно логическую гипотезу о неотвратимости «энтропии» знаний.

По аналогии с физическим смыслом термодинамического понятия энтропии как соотношения потери тепловой энергии на нагрев материального пространства с учетом невосполнимой части этой энергии, можно говорить о нивелировании знаний по отношению к сообществу, накопления невостребованных и негативных знаний, особенно в информационно-накопительных технических устройствах сверх их некоторого критического объема и знаний, подрывающих положительное развитие общества в биологическом и социальном смысле. В первом приближении эта энтропия $Э = b\int dA / N$ соответствует повышению энтропии при разрастании неиспользуемой части знаний.

При t >> T общая долговременная зависимость реализованного объема знаний от времени стремится к линейному характеру с небольшими средневероятностными флуктуациями. Для реального времени коэффициент

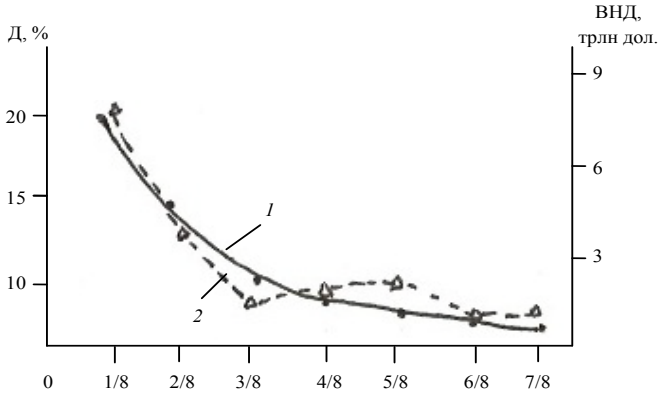


Рис. 1. График распределения долей публикация наиболее развитых стран:
кривая *1* – зависимость Д от Кр с учетом экспертной оценки положения стран в ряду уменьшения публикаций (от 1 до 8, соответственно – США, Китай, Англия, Германия, Япония, Канада, Индия, РФ); кривая *2* – изменение индекса ВНД, 2002 г.)

флуктуаций определяется вероятностным характером параметров уравнений в изменяющейся социально-политической среде, особенно замкнутого вида.

Как показывают расчеты, количество востребованных знаний из предыдущего цикла T при показателе экспоненты более трех пренебрежимо мало (практически все вновь добытые знания востребованы). В связи с этим показатель экспоненты $ct / T = B$ характеризует темп освоения новых знаний и их практическую реализацию. Безразмерный коэффициент c напрямую связан с научно-технической политикой правительства и соответствующих ведомств и интенсивностью научных разработок в наиболее значимых стратегиче-

ских направлениях науки и техники. В любом последующем цикле остается невостребованной часть полученных знаний, которая может быть реализована, главным образом, в первой половине последующего цикла. Во второй же половине цикла резко возрастет реализация новых знаний. Отметим, что здесь речь идет только об объеме именно новых знаний, могущих повлиять на НТП.

На рис. 1 дан пример графика распределения долей публикаций наиболее развитых стран – Д по убывающей оценке в баллах (в пределах от 1 до 8) в зависимости от рейтингового коэффициента $К_р$, вычисляемого по формуле $К_р = 1 - k_i / k_m$, где k_i – оценка данной страны в баллах, k_m – максимальная оценка, $k_m = 8$. Пунктирная кривая линия показывает валовый национальный доход стран. Указанные страны составляют устойчивые национальные объединения, влияющие на общий НТП. Пунктирная кривая при общей тенденции снижения валового дохода с экспоненциальным снижением доли публикаций имеет значительные отклонения от теоретически ожидаемого. Это показывает, что финансовый фактор далеко не всегда определяет существенный прирост знаний, и большое значение имеют национальная сплоченность и самосознание, активное проведение политики, способствующей концентрации интеллектуальных и материальных ресурсов на повышение уровня НТП. Математическая модель зависимости распределения доли публикаций Д (как основного показателя знаний) от коэффициента $К_р$ удовлетворительно отражается экспонентой $Д = Д_{max} \exp(-2,43К_р)$, где $Д_{max}$ – максимальное значение показателя Д. Отметим, что близок к экспоненте нисходящий ряд лидеров международного рынка образовательных услуг (США, Англия, Япония, Германия, Франция, Канада, Италия, РФ).

Перейдем к вопросу о приближенной оценке необходимого количества ученых как творцов и носителей новых знаний. Количественный рост ученых N также носит экспоненциальный характер, но вопрос об их востребованности и потенциальном росте гораздо сложнее, так как распределение ученых по их уровню компетенции, творческой отдаче и практической реализации востребованных знаний подчиняются некоторым недостаточно выясненным вероятностным законам. Можно принять определение ученого как индивидуума с объемом знаний, превышающим средний уровень знаний члена человеческого сообщества и являющимся источником расширения знаний, существенно влияющих на социально-культурный и научно-технический прогресс. В первую очередь востребуются знания для повышения качества жизни (удовлетворения жизненных материальных потребностей и морально-эстетических запросов, повышения безопасности существования).

В первом приближении можно разделить количество ученых на три группы с характерным уровнем знаний и умений:

– У1 – нижний уровень, определяющий профессиональную пригодность к научной работе;

– У2 – уровень высокого профессионализма, позволяющий решать самостоятельно научно-прикладные проблемы;

– У3 – уровень высокой творческой активности и способности к генерации новых идей.

Примером статистики уровней могут служить данные экспертной оценки Волгоградского клуба докторов наук: из 400 ученых уровень У3 составляет 3–4 %, значения уровней У1 и У2 близки: они находятся в пределах 40–50 %. Вероятностные функции f(У) имеют различный характер. Предполагается, что наиболее целесообразно использовать так называемое гамма-распределение вероятности указанных уровней. Можно полагать, что приращение количества новых знаний $dA = d(mN) = mdN + Ndm$, где m – доля знаний определенной группы (уровня) ученых. Это соотношение отражает тот факт, что прирост знаний связан как с приростом числа ученых dN, так и с приростом их индивидуального уровня знаний dm. Кроме того следует учесть современную возможность значительно сократить количество ученых-носителей знаний за счет электронных накопителей и

хранителей знаний. Если указанные категории ученых имеют достаточно зависимый характер, общая вероятность появления суммы всех трех категорий ученых равна произведению вероятностей отдельных групп ученых $p = p_1 p_2 p_3$. В этом случае сокращение любой из категорий уровня сокращает во столько же раз количество всех ученых и наоборот (при возрастании уровня любой группы).

Рассмотрим приближенную оценку соотношения числа ученых и знаний. Логично предположить, что характеристичный показатель НТП пропорционален числу востребованных знаний с учетом времени данного цикла скорости приращения $fA_B(dt/T)/A$ и одновременно – приращению dN / N_0, где N_0 – начальное (до данного цикла) число ученых. Тогда при равенстве этих соотношений получаем дифференциальное уравнение

$$dN / N_0 = fA_B(dt/T)/A. \qquad (3)$$

Решение уравнения принимает вид:

$$N = N_0 \exp(ftA_B / TA). \qquad (4)$$

Здесь величина $N_0 \le N \le N_m$, где N_m – максимум величины N при $t = T$. Интенсивность роста определяется статистическим коэффициентом f (за счет специальных политико-экономических мер).

Из уравнения (4) следует, что беспредельный рост общего объема накопленных знаний A приводит к сокращению числа ученых, а для роста востребованных знаний необходимо увеличение количества ученых. Поскольку востребованность связана с внедрением, то наиболее вероятен рост 2 и 3 категорий ученых для длительных циклов T. Рост длительности цикла (фазы застоя) также резко сокращает прирост ученых. Этому способствует развитие автоматизированных компьютерных систем, позволяющих резко сократить продолжительность экспериментов и их обработку. Уравнения дают общий прогнозный результат при отсутствии форс-мажорных обстоятельств (кризисные ситуации в результате войны, стихийных бедствий, непродуманных политических решений и т. п.). Поэтому следует рассчитывать и возможный вариант с учетом форс-мажорного коэффициента, меняющего знак показателя экспоненты в уравнениях (1)–(3) на отрицательный. Крупные научные открытия и разработки дают рост (обычно временный) востребованности научных кадров.

Уравнение воспроизводства ученых достаточно корректно может быть выведено из следующих логических соображений. Появление новых ученых (как объектов) и их исчезновение за малый отрезок времени dt имеют вероятности β_1, β_2. Тогда прирост ученых равен dN, а количество воспроизведенных и исчезнувших с учетом появившихся взамен – n. Пропорциональность количества исчезающих объектов их общему числу N и вероятности – следствие независимости поведения объектов.

С учетом изложенного, общее дифференциальное уравнение баланса ученых во времени получает вид:

$$dN\,[((\beta_1 - \beta_2)(1 - n)dt)/T] = NBdt, \qquad (5)$$

где B – коэффициент пропорциональности, учитывающий осредненный фактор изменения количества ученых в данных условиях.

Решение уравнения (5) при начальном количестве ученых N_0 (от времени отсчета t_0 до конца цикла T) имеет вид:

$$N = N_0 \exp(Bt). \qquad (6)$$

Показатель экспоненты B меняет знак на отрицательный при $\beta_1 < \beta_2(n-1)$, и количество ученых снижается (величина n характеризует естественную убыль ученых). Вероятность определяется соотношением числа появления новых ученых на каждого действующего (обычно доктора наук), то есть, практически, количеством аспирантов и соискателей, защитивших диссертации за данный срок.

Обоснование величины коэффициента B – важная и достаточно трудная задача. Естественно предположить, что $B = (К_п - К_н) / Т = В_0 / T$, где $К_п$ и $К_н$ – экспертные коэффициенты суммарной оценки позитивных и негативных факторов, влияющих на развитие науки

и НТП.

В наиболее удобной форме каждый из коэффициентов изменяется в пределах 0…1.

Величина коэффициентов определяется по формуле $К_{п(н)} = \sqrt[i]{\kappa_1\kappa_2 \ldots \kappa_i}$. Здесь частные коэффициенты κ (от первого до i-го) учитывают все факторы, влияющие на конечное значение величины B. Соответственно уравнение (6) примет конечный вид:

$$N = N_0 \exp(\pm B_0 t / T) \qquad (7)$$

При $T = t$ и $К_п = К_н$ величины $N_{max} = N_0 e$ и $N_{min} = N_0 / e$. Это характерно для естественного оптимального процесса развития НТП (без учета форс-мажорных обстоятельств и флуктуаций).

В искусственно созданной ситуации время реализации $(t = t_p) \geq T$ или $t_p \leq T$ (резкое изменение объема вливаемых средств, ресурсов, трудовых усилий) возможен значительный рост востребованности знаний и ученых или, наоборот, резкое снижение. Например, в период перестроечного кризиса относительное падение числа ученых соответствует экспоненте (рис. 2) в виде $N = N_0\exp(-0{,}23T)$. Рейтинговая оценка распределения (в %) количества экспонатов – $Э_к$ (на научно-технических выставках, конференциях и других мероприятиях) по восьми федеральным округам России (табл. 1) также удовлетворительно отвечает экспоненциальному распределению $Э_к = Э_0\exp(-B\kappa)$.

Таблица 1

Данные к распределению научно-технических экспонатов ($Э_к$) по федеральным округам РФ

Округ	$Э_к$, %	Балл	κ
Дальневосточный	4	1	7/8
Уральский	5,5	2	6/8
Южный	7	3	5/8
Северо-Западный	7,5	4	4/8
Приволжский	12	5	3/8
Санкт-Петербург	23	6	2/8
Москва	33	7	1/8
Центральный	40	8	0

Логично предположить, что характеристика прироста сложности управления процессами, влияющими на НТП – dy пропорциональна росту числа объектов управления x (например, числу инновационных НИР и предприятий). Тогда имеем уравнение $dy = Cxdx$. После интегрирования получаем $y = Cx^2$, где C – коэффициент пропорциональности. Аналогично можно получить зависимость *эффективности приращения* новых

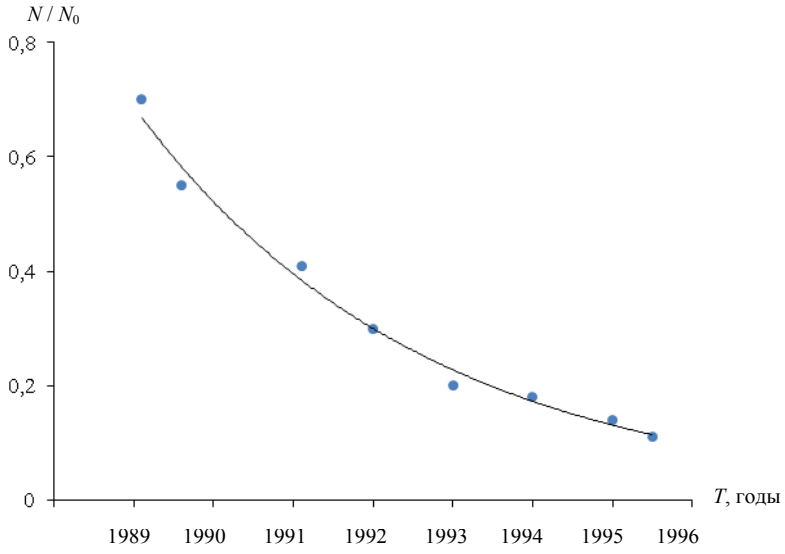


Рис. 2. Относительное снижение числа ученых РФ в кризисный период 1988–1996 гг. (по данным статистики)

идей, разработок от числа ученых, их ценных публикаций (*накопленных знаний* Ц) в виде $Эф = C\sqrt{Ц} = C_0\sqrt{N}$, т. е. непропорциональную зависимость. По аналогии с соответствующими экономическими законами: уменьшение спроса на специалистов с широким

кругозором знаний, с крупными современными лабораториями и специализированными производствами приводит к мелкотемью, росту ученых более низкого уровня, а при падении востребованности ученых их число 1 и 2 уровня снижается. На рис. 2 дан график относительного снижения числа ученых для кризисного периода 1988–1996 гг., когда величина $К_п < К_н$.

Частные коэффициенты, определяющие показатель экспонент, определяются на основании экспертных оценок (баллов) или по отношению к соответствующим показателям системы объектов (отдельному региону, стране) со сбалансированным, устойчивым социально-экономическим состоянием.

Рассмотрим наиболее важные группы частных коэффициентов, нулевые значения которых, в соответствии с вышеуказанной формулой расчета суммарных коэффициентов $К_{п(н)}$, приводят к резкому изменению знака развития НТП. Среди таких частных коэффициентов следует отметить коэффициенты, отражающие:

– уровень обеспечения необходимыми специалистами, лабораторным оборудованием;

– необходимое финансовое обеспечение и наличие инновационной инфраструктуры;

– побуждение к труду и заинтересованность бизнеса инновациями;

– оценочные показатели, отражающие уровень качества жизни, готовность и возможность населения к приобретению новой продукции, а также политической обстановки и компетентности властных структур в быстром реагировании в разрешении ситуаций, препятствующих развитию НТП.

Существенное значение имеют психофизиологические особенности личности ученых – побуждение к науке, организаторские способности, настойчивость в достижении цели.

Следует подчеркнуть, что аналоги экспоненциальных зависимостей существуют в реальной оценке качества обслуживания и рыночной деятельности [3]. Например, зависимости показателя качества от соотношения невыполненных и выполненных процедур (по их отдельным комплексам). Экспоненциальный вид статистической кривой зависимости количества дефектных показателей качества от количества процедур и количества показателей рыночной деятельности может служить приближенным аналогом выведенных уравнений для оценки количества ненужных (лишних) ученых.

Переходим к оценке длительности циклов НТП – T. Генеральный (мировой) цикл $T = \sum t_i$, где i – число фаз развития, заметно влияющих на НТП. В принципе *минициклами* можно считать почти непрерывное обновление средств производства и существования (от новых инновационных образцов до изделий с устойчивыми качественными показателями), в т. ч. мелких технических и дизайнерских усовершенствований. Поэтому новым циклом следует считать цикл с принципиальными отличиями – например, переход от тепловых двигателей внутреннего сгорания к электрическому приводу автотранспортных средств. *Отраслевые циклы* $T_о$ должны способствовать общему росту НТП. В реальности развитие отраслевых и региональных циклов неравномерно и на отдельных этапах может быть затухающим. Для глобальных масштабов логично говорить об *эрах* НТП, объединяющих ряд циклов. Эра отражает глобальное изменение научно-технического потенциала.

Согласно исследованиям центра модернизации АН Китая, первичная модернизация (первая эра) завершилась к середине XX века, когда индекс модернизации 35 наиболее развитых стран составил 99 %. Наступившая вторая эра, состоящая из четырех фаз, активно развивается с переходом в информационное общество. При этом Россия находится в первой фазе с индексом модернизации 10–15 % за 10 лет развития (30 место из 130 наиболее развивающихся стран).

Средний расчетный период фазы составляет 15–20 лет. Подавляющее число маломасштабных инноваций – усовершенствований имеет циклы в пределах 2–4 года.

Анализ инновационных циклов (от идеи до начала массового использования) показал, что наиболее вероятный интервал этих ци-

клов составляет 10–25 лет с маловероятными отклонениями (по наиболее значимым научно-техническим достижениям) до 100 лет. Примерами могут служить: паровая машина (1756 г., Уатт) – первый пароход через 10 лет, регулярное рельсовое сообщение – 1835 г., T = 80 лет; гидротурбина (1750 г., Сегнер), T = 85 лет; автомобиль (образец Форда 1903 г.) – массовое использование через 10 лет; метод псевдоожижения – разработан в 1870 г., широкое промышленное использование (технологии перемешивания, сушки, очистки и разделения газов) через 40 лет; сжижение газов (1938 г., С. Капица), промустановки – с 1950 г. (T = 20 лет); антибиотики (пенициллин – 1922 г., Флеминг), T = 25 лет; законы генетики (1911 г., Морган), T = 30 лет; современные самолеты (теория управляемого крыла – 1931 г., С. Чаплыгин), T = 20 лет; двигатель Дизеля – T = 10 лет; ЭВМ (1935 г., В. Нейман), T около 30 лет; рентгеновские лучи (Рентген, 1895 г.), T = 25 лет; атомная бомба (цепная реакция, О. Ган, 1934 г.), T = 11 лет (бомба в Хиросиме); открытие водорода (1785 г., Кавендиш) – аэростат 1911 г., промышленное использование, T около 100 лет. Средневероятностное время внедрения крупных изобретений в России – 15–20 лет, в США и Японии – от 3 до 10 лет.

Для проверки теоретических зависимостей (отдельные примеры даны в тексте) привлечены выборочные данные статистики научной работы вузов, некоторых научно-производственных предприятий, результатов крупных совещаний и конференций, приведенных в газете АН РФ «Поиск» и общественных журналах; экспертные оценки по отдельным вопросам развития науки, проведенные Волгоградским клубом докторов наук в 1993–2011 гг. Кроме того, привлечены количественные аналоговые материалы в области изучения экономики рыночных отношений.

Следует отметить, что экспоненциальные зависимости наиболее логично отражают естественную тенденцию экономико-социальных процессов, тесно связанных с НТП в периоды резкого затухания и возрастания темпов этого развития, стремящегося и не достигающего некоторого предельного состояния. Хотя флуктуации любого развития не дают возможность рассматривать математические уравнения моделей как монотонные, но за достаточно большой период поступательное развитие НТП несомненно. Для отдельных функциональных параметров и коэффициентов распределение имеет вероятностный характер, наиболее близкий к распределению Пирсона (y-распределение). Это распределение [1] имеет два коэффициента, изменение которых дает переход к симметричному (по отношению к наиболее вероятному значению средневзвешенной (максимальной) величины параметра распределения, например, зависимости вероятностного состава групп ученых или отдельных сообществ по их одаренности) или к несимметричному распределению (например, вероятности снижения значения расчетного максимального параметра с течением времени и т. п.). Общий анализ теоретического соотношения и изменения различных уровней способностей обучаемых и ученых показывает: рост носителей знания общесреднего уровня не приводит к существенному росту носителей знания высшей категории до некоторого критического числа. В то же время, при постоянном объеме обучающихся снижение числа обучаемых средних способностей приводит к контрастному росту соотношения малоспособных к выдающимся обучаемым (преимущественно это относится к студентам). В табл. 2 приведены данные динамики численности научных работников вузов в период 1989–2001 г. (T = 11 лет). Эти цифры показывают значительное снижение научного потенциала и удовлетворительно отражаются экспонентой типа $N / N_0 = \exp(-0{,}205t)$ при отклонении показателя экспоненты не более 7 %, здесь N_0 = 93 тыс. чел.

Таблица 2

Динамика численности научных работников вузов

Год	1989	1990	1991	1992	1993	1994	2001
Научные работники, тыс. чел.	95	93	71,3	61	52	43	15

Одним из важнейших показателей НТП является число получаемых патентов. По

данным Роспатента в 2008–2011 гг. ежегодное падение числа российских патентов по отношению к зарубежным составляет 20 % в год (в 2008 г. – 22400 патентов). При этом число зарубежных авторов высокотехнологичных патентов составляет около 50 %. Следует отметить весьма слабую защищенность и ущемление прав российских авторов изобретений. Зависимость снижения числа российских патентов по приоритетным направлениям за период 2003–2010 гг. также близка к экспоненте (от 6550 до 1500 патентов в год).

Количество ученых в России (по НИОКР) составляет около 7–8 чел. на 1000 чел. населения, из них в сфере фундаментальных наук 3–5 %. Отметим, что в Европе на НИОКР используется до 75 % частных ассигнований, а в России – не более 30 %. Согласно Образовательному рейтингу по 60 критериям 40 стран (данные исследовательской компании Economist Intelligence Inc.), лидерами по этим показателям являются Финляндия и Корея, США – 17-е место, РФ – 20-е.

На основе данных центра социсследований РФ (март 2002 г., 124 эксперта из ведущих специалистов) можно отметить: по времени реализации идей после США и Японии Германия занимает 9-е, а Россия – 25 место, при числе изобретений на 1000 человек – 250 (США) и 55 (РФ). Признали финансирование науки в РФ плохим 62 % экспертов, хорошим – 8 %, сокращение научных кадров в 1995–2001 гг. составило 13 % (из них 56 % – в технических вузах). Оценка деградации знаний: достаточный уровень знаний – 27 %, низкий – 69 %; по экспертной оценке в РФ престижные вузы составляют 3,3 %, в США – 5,7 %.

Необходимо отметить, что бурное развитие НТП – неустранимый источник социальных рисков. Хотя научно-технический и общекультурный прогресс привел к росту продолжительности жизни за последние 200–250 лет почти в 2 раза, но появилось много неизвестных ранее болезней, все больше возрастают затраты общества на развитие медицины, разработку и изготовление медицинских препаратов. Происходит неудержимый рост потребительства, производство ненужных и нередко вредных товаров и услуг. Негативные проблемы развития нанотехнологической сферы деятельности уже налицо и требуют баланса решений по ограничению отдельных направлений исследований и выработки правил развития и использования научно-технических достижений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рушимский Л. З. Элементы теории вероятности. М.: Наука, 1970. С. 60–63.

2. Кузнецов Н. Г., Богданов С. И. Вводные лекции по математическому моделированию и математической теории эксперимента. Волгоград: ВГСХА, 2008. 180 с.

3. Качество жизни – новая цивилизационная парадигма. Волгоград: филиал Моск. ун-та коммерции, 2000. С. 16–21.

4. Страны мира: справочник. М.: Олма-пресс, 2003. 607 с.

5. Карпенко О. М., Бершадская М. Д., Вознесенская Ю. А. Показатели уровня образования населения в странах мира: анализ данных международной статистики // Социология образования. 2008. № 6. С. 4–20.

Поступила в редакцию 7 мая 2014 г.

Заднепровский Рем Петрович – доктор технических наук, профессор. 470074, Волгоград, ул. Академическая, 1, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. E-mail: zadnepr@yandex.ru

К ИСТОРИИ СВЕРДЛОВСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА

*(продолжение)**

В каком состоянии был институт после изгнания белых, говорится в докладе, представленном 19 ноября 1919 г. председателю Екатеринбургского исполкома: «В Уральском горном институте в настоящее время функционируют два курса, открывается чтение лекций на третьем курсе и принимаются срочные меры к тому, чтобы в ближайшее время открыть полностью третий курс. В институте имеется пять факультетов: геологоразведочный, рудничный, химико-металлургический с отделениями химическим и металлургическим, механико-металлургический с отделениями железометаллургическим, механическим, и инженерно-лесной. В ближайшее время предполагается открыть горно-геодезический факультет и ввиду выявившейся потребности химико-металлургический и механико-металлургический факультеты развернуть в новые факультеты: химический, металлургический, механический [1].

Из этого явствует, что профиль подготовки специалистов в Уральском горном институте в первые годы его деятельности был очень широк и правильнее было бы назвать институт горно-металлургическим. Надо сказать, что перечисленные факультеты, несмотря на неоднократные реорганизации и перестройки, проходившие в области высшего образования, в нашем городе в 20-е годы XX столетия существовали всегда, было ли то в Уральском университете или в Уральском политехническом институте.

Первым выборным ректором института в советское время стал Николай Георгиевич Келль. В составе первой группы преподавателей он приехал в Екатеринбург, в Уральский горный институт в 1917 г. Горный инженер, окончил Петроградский горный институт. В 1920–1921 гг. избирался депутатом Екатеринбургского и Губернского совета депутатов. В 1922 г. уехал в Ленинград. Это был крупный ученый в области маркшейдерии и геодезии. В 1946 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в следующем году – директором лаборатории аэрометодов Академии наук СССР.

Перед коллективом института встают важнейшие проблемы, одна из которых – состав студентов. В советскую высшую школу должна прийти рабоче-крестьянская молодежь. Об этом говорилось в постановлении Совета Народных Комиссаров, принятом в августе 1918 г.: «СНК поручает Комиссариату Народного просвещения подготовить немедленно ряд постановлений и шагов для того, чтобы... были приняты самые экстренные меры, обеспечивающие возможность учиться для всех желающих... На первое место безусловно должны быть приняты лица из среды пролетариата и беднейшего крестьянства» [2].

Выполняя это решение, совет института в середине сентября 1919 г. решает организовать подготовительные курсы и рабочий политехникум. Создается комиссия для реализации этого постановления. Ее возглавили доценты А. М. Титов и С. В. Дудин. Разрабатывается проект курсов и политехникума и передается Губсовнархозу и Губернскому отделу народного образования [3]. Совет сообщает о начале занятий 20 октября 1919 г. на всех факультетах, объявляется прием в институт и на подготовительные курсы для недостаточно подготовленных слушателей, конкурс на замещение должностей профессоров и преподавателей [4].

Начало в номере 4 (32), 2013 г., с. 101.

Организация подготовительных курсов и рабочего политехникума должна была решить проблему пролетаризации Советской высшей школы. Рабоче-крестьянская молодежь, перед которой широко открылись двери в высшую школу, не имела достаточной подготовки для учебы в вузе. Многие из желающих учиться имели трехклассную подготовку или ликбез. Пришли с фронтов гражданской войны и влились в студенческую семью и члены партии большевиков. 12 октября 1919 г. по инициативе члена партии Федора Григорьевича Кирюхина (в 20-е годы Ф. Г. Кирюхин окончил металлургический факультет УПИ) созывается собрание коммунистов. На нем присутствовало пять членов партии и десять сочувствующих. Собрание заслушало доклад т. Кирюхина об организации коммунистической ячейки при Уральском горном институте. Было принято решение: «ячейку организовать и выбрать временное бюро из 3-х лиц. Единогласно выбраны в бюро: Ф. Г. Кирюхин, С. Лисин, Мухтаров» [5].

Следует отметить, что первая студенческая ячейка возникла в конце 1917 г. В нее вошли большевистски настроенные студенты, левые эсеры, анархисты. Она была названа «лево-социалистический кружок». Развернуть работу кружок не успел. Он только организационно оформился. Когда белые заняли город, члены кружка с оружием в руках ушли из Екатеринбурга. В июле 1919 г. после изгнания из города колчаковцев часть членов старого кружка вернулась и когда создалась партийная ячейка, они вошли в нее и были утверждены членами РКП(6). С созданием ячейки начинается настоящая борьба за пролетаризацию советской высшей школы, за идейную перестройку всего содержания работы института. В ноябре 1919 г. была проведена так называемая «партийная неделя». В партию вступило несколько студентов из рабочих и крестьян, преимущественно участники гражданской войны. По инициативе партийной ячейки проводится митинг студентов и преподавателей, на котором приветствуется реформа высшей школы и подготовка «специалистов и ученых для быстрейшего восстановления народного хозяйства, разрушенного 4-х летней войной, улучшении теоретической подготовки студентов, привлечении рабоче-крестьянской молодежи для подготовки в институт. Резолюция митинга принята при 3-х воздержавшихся» [7].

В 1920 г. студентов было 897. Социальный состав и постоянное место жительства по анкетированию геофака выглядело очень разношерстно. Это был «сырой материал», случайный как по подготовке, так и по идейному настроению. У некоторых местных руководителей даже зародилась мысль о роспуске студенческого коллектива. В ответ на это в газете «Уральский рабочий» 7 апреля 1920 г. появилась статья члена бюро ячейки И. Липилина. Он писал: «Состав студентов интеллигентско-мещанский. Только на рабфак пришла рабоче-крестьянская молодежь. Ячейка все силы направила на перевоспитание непролетарской части молодежи. Для этого нужно время. Комячейка это может и должна сделать. Коммунистическая совесть и честь моя и многих партийных институтских товарищей в том будут порукой… Пройдет год, пройдет два и из института получится одна из академий генерального штаба для хозяйственного фронта».

9 ноября 1919 г. было выбрано управление института. В него вошли профессора Н. Г. Келль, Я. А. Шохат, студенты Н. Н. Смирнов и Н. П. Мизюлин. Создаются комиссии социального обеспечения и трудовой повинности. В воскресенье 16 ноября в помещении «Нового общественного собрания» (старое здание Театра юного зрителя, угол ул. Первомайской и К. Либкнехта) состоялось торжественное открытие занятий в Уральском горном институте.

Выступившие на собрании представители профессоров, студенчества и советских организаций города отметили «... широкие перспективы, открывающиеся перед институтом теперь, в 3-й год его существования, благодаря глубоким реформам, приведенным в жизнь высшей школы Советской властью. Проф. Я. А. Шохат в своем выступлении отметил, что Уральский горный институт в настоящее вре-

мя является почти единственной в Советской России высшей школой этого рода, могущей более или менее правильно функционировать и что ее громадное значение для государства признано и высшими центральными органами Советской власти. Затем т. Кирюхиным было предложено от имени коммунистической ячейки избрать почетным представителем совета института Наркомпроста Луначарского. Предложение было принять единогласно. После этого всеми присутствующими дружно пропет Интернационал» [7].

Материальной базы институт не имел. В его распоряжении было 7 комнат: для библиотеки, канцелярии, чертежной, химической и физической лабораторий. Советом института была создана комиссия содействия строительству и приобретению оборудования. Строительство учебного корпуса института было начато еще в 1915 г. в восточной части города, за полотном железной дороги. К осени 1917 г. оно было доведено до крыши [8]. Район строительства должен был превратиться в город-сад с учебными корпусами, домами для профессорско-преподавательского состава, студенческими общежитиями (это район нынешнего Втузгородка). После изгнания белых из города недостроенное здание оказалось в хаотическом состоянии. Там были воинские склады, конюшни и т. п. Территория захламлена. Комиссия занялась изучением вопроса продолжения строительства. По подсчетам специалистов для окончания сооружения здания и приведения в порядок местности требовалось 2 млн. руб. Никакие усилия комиссии и правления института добиться решения о финансировании строительства на месте ни к чему не привели.

Осенью 1919 г, параллельно с советом, в институте создается научно-техническая комиссия. В нее вошли: проф. К. К. Матвеев (председатель), Н. Г. Келль, Я. А. Шохат, Н. Н. Барабошкин, А. И. Крылов, Е. Е Нольтейн, студенты Н. П. Мизюлин, Г. И. Антипин, Р. И. Степанов. В обязанности комиссии входило: контроль за строительством учебного корпуса, квартиры для преподавателей, общежития, словом, все строительные вопросы; оборудование кабинетов и лабораторий, привлечение научно-технических сил. В начале комиссия работала без связи с местными органами и практически ни одной проблемы не могла решить. В декабре 1919 года по ее инициативе созывается междуведомственное совещание с приглашением представителей губсовнархоза, горного совета, губнаробраза. С согласия Урало-Сибирской комиссии ВСНХ перед центром ставится вопрос об организации в Екатеринбурге научно-технического центра. Цель его – мобилизация сил и средств на местах и из центра для развития института и научных исследований по важнейшим проблемам хозяйства Урала.

Совещание приняло решение: «... для снабжения центра продуктами производства необходимо развитие производительных сил Урала и Кузнецкого бассейна. Борьба с мировым капитализмом требует самых срочных и экстраординарных мер широкого размаха в области производства. Для решения этих проблем Урал должен иметь свой научно-технический центр, который ставил бы и разрешал проблемы научно-технического характера, привлекал на Урал научно-технические силы» [9].

Представители комиссии, под руководством Я. А. Шохат, едут в Москву. Но решить важнейшие для института вопросы на этот раз и в Москве не удалось. Патриоты Урала проф. К. К. Матвеев и А. И. Крылов последовательно и настойчиво добивались решения неотложных для судеб института вопросов. После Я. А. Шохат комиссию возглавил К. К. Матвеев. Настойчивые просьбы, неоднократные встречи и разговоры с руководителем Главпрофобра О. Ю. Шмидтом, председателем горного совета ВСНХ Ф. Ф. Сыромолотовым , Наркомпросом А. В. Луначарским удалось сдвинуть с места важнейшие вопросы. С согласия этих лиц бригады института получили возможность выехать в Томский университет, Петроград и посетить ряд ВУЗов Москвы и других городов с целью приобретения оборудования для лабораторий и кабинетов. Так, делегация в Омск под руководством Н. Н. Бучельникова и А. И. Стригулина привез-

ла проекционные фонари и другие лабораторные приборы [10].

Комиссия объявила в Москве конкурс на замещение должностей профессоров и преподавателей по всем кафедрам института. По приглашению комиссии приехал с 14 учениками проф. А. В. Шубников. Это был крупный ученый в области кристаллографии и кристаллооптики. Деятельность Александра Васильевича в Екатеринбурге была необычайно плодотворной. Он читал курс лекций по кристаллографии и кристаллооптике. За исключительно короткий срок он создал в институте кабинет по кристаллографии, организовал научную работу сотрудников кафедры. В 1925 г. А. В. Шубников уезжает на работу в Академию наук в Москву. Он стал академиком, героем социалистического труда, четырежды лауреатом государственной премии, почетным членом Британского и Парижского минералогических обществ. Он оставил на Урале заметный след в организации кафедр и геофака и создании научной школы.

Главной заботой совета института и управления его был контингент студентов. В письме к председателю Реввоенсовета Первой трудовой армии и Наркому по военно-морским делам, с которым совет обратился в феврале 1920 г. говорилось о больших и ответственных задачах, поставленных перед институтом Советом рабоче-крестьянской обороны от 30 января 1920 г., об усилении и ускорении подготовки горно-технических специалистов. Совет просит не призывать в армию студентов, командированных на учебу в институт и рабочий факультет при нем и откомандировывать для учебы наиболее подготовленных красноармейцев [11]. Письмо было вызвано тем, что осенью 1919 г. и весной 1920 г. проводилась мобилизация на западный фронт. Призывали и студентов. Это отражалось на организации учебы и срывало выполнение постановления СНК о скорейшей подготовке инженерных кадров для промышленности. После этого письма многие студенты возвратились из армии, а для помощи фронту они решили отдать субботний паек и однодневный заработок (в те годы все студенты учились и работали) [12].

Нужда в инженерных кадрах для возрождающейся промышленности была столь велика, что в марте 1920 г. Совет рабоче-крестьянской обороны и Совнарком республики принимают решение об отпуске из армии студентов горно-технических вузов [13]. С приобретением демобилизованных в институте начались более или менее регулярные занятия. Лекции читались утром с 7 до 10 час., затем все студенты уходили к местам работы, а вечером проводились практические занятия. Только в марте 1920 г. «...после почти трехлетней ломки, мы студенты, кажется, вздохнули свободно – всем был дан паек и предложено оставить работу» (из воспоминаний Н. И. Кудриной) [14].

Выросла и коммунистическая ячейка. К маю 1920 г. в ней было уже 80 коммунистов. Началась работа по выработке учебных планов, распределению студентов по специальностям, выработка программ практики и т. п. На одном из заседаний совета с докладом о специализации выступил представитель комячейки. Он говорил о необходимости связать преподавание с производственным обучением, с задачами производства. Не все преподаватели были готовы к этому. На совете шли жаркие споры и дискуссии. Коммунисты и прогрессивно настроенные профессора настойчиво добивались перестройки преподавания на коммунистических трудовых началах, реальной связи с производством. Шла коренная ломка установившихся в старой школе традиций. Возглавляли борьбу коммунисты. Состав ячейки, правда, был непостоянным. Летом 1920 г. уходят на западный фронт 12 членов партии и для налаживания работы на производстве еще 30 коммунистов. И только после окончательного разгрома Колчака и Деникина в институт возвращаются и вновь поступают члены партии. К 1921 г. их было уже 200 человек, из них 120 не рабфаке, занятия на котором начались в марте 1920 г. В его составе были главным образом демобилизованные из армии. Это были особенные, невиданные до сих пор студенты. Они поступали по командировкам профсоюзных орга-

низаций, комсомола, политотделов армии, с фронтов гражданской войны. Многие из них были взрослыми уже людьми, закончившими чаще всего трехклассную начальную школу, иногда даже ликбез и дерзали в 3-4 года получить знания, необходимые для поступления в вузы. «Студенты рабфака также героически боролись за знания, как перед тем они героически боролись за успехи на производстве и на фронтах гражданской войны», – писала преподаватель рабфака А. Данилова [15]. Бывшие рабфаковцы Д. Неустроев и П. Ярутин писали: «Окончив рабфак, мы чувствовали себя победителями, выигравшими большое и тяжелое сражение. Порой казалось, что легче идти в атаку, чем избавиться от ошибок в письме» [16]. Летом партийная ячейка приняла решение об организации на рабочем факультете комсомольской ячейки. Все коммунисты до 23 лет должны были войти в комсомольскую организацию.

Улучшилось материальное положение института. Энергичные действия института, поддержка Главпрофобра помогли получить под учебные занятия здание бывшей 2-й женской гимназии по Сибирскому проспекту, 30 (ныне 1-й учебный корпус по ул. Куйбышева, 30). Здание было в плохом состоянии, в нем был пожар, требовался большой ремонт. Работы проводились студентами и преподавателями. «Вместе с нами работал на ремонте и профессор А. В. Шубников, - вспоминает студент тех лет, впоследствии Лауреат Государственной премии, старейший геолог Урала, К. Е. Кожевников. Все делали сами: двери, рамы, перегородки, столы и стулья и т. д.». Не только ремонт, но и все хозяйственные работы проводились студентами, преподавателями и сотрудниками института. Многое делалось коллективом и для города. По предложению председателя ячейки Ф. Г. Кирюхина институт включился в трудовой фронт, был создан трудовой комитет, председателем которого был назначен студент Н. Смирнов. Трудовой приказ № 1 по Уральскому горному институту от 4 марта 1920 г., объявлявший о «Всеуральском воскреснике 7 марта» [17], красноречиво свидетельствует о тех трудных днях. Все студенты, освободившиеся от работы в учреждениях, разбивались на десятки, каждый получал карточку участника субботника. Каждый коммунист должен был привлечь к субботнику наибольшее количество студентов. 6 мая на субботник «Екатеринбург II и III» вышло 600 студентов, по наряду должно было участвовать 200.

В июне 1920 г. правление института решает провести заготовку дров. На рубку отправляются и студенты и преподаватели. Только на Березовской даче было заготовлено 649 куб. сажен. Для вывозки их решили построить узкоколейную железную дорогу. Правление обязывает ректора снабдить работающих дополнительным питанием и обувью, «хотя бы лаптями с портянками». В 1921–1922 учебном году впервые вошли в аудитории без верхней одежды, – вспоминал К. Е. Кожевников.

Профессора и преподаватели были заняты работой в других учреждениях и организациях города. Это вызывалось не только производственной необходимостью, но и нерешенностью их материального обеспечения; все это создавало определенные трудности в организации учебной и научной работы. 24 марта 1920 г. на заседании Совета, проходившего под председательством Ф. Г. Кирюхина, было внесено предложение об освобождении от работы в других организациях профессорско-преподавательских работников. Совет соглашается с предложением [18].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фонды музея истории УГГУ. Инв. № 198.
2. Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 37. С. 34.
3. ГАСО, ф. 1918, оп. 1, д. 265, л. 52.
4. ГАСО, ф. 1918, оп. 1, д. 265, л. 123.
5. ПАСО (парт. архив Свердл. обл.), ф. 10, оп. 1, д. 11, л. 1.
6. Уральский рабочий // 7 января 1921.
7. Уральский рабочий // 19 ноября 1919.

8. Горный журнал. 1924. № 2. С. 209.
9. ГАСО, ф. 1151, оп. 1, д. 12, л. 3.
10. ГАСО, ф. 1151, оп. 1, д.12, л. 31.
11. ГАСО, ф. 227, оп. 1, д. 2, л. 16.
12. ПАСО (парт. архив Свердл. обл.), ф. 10, оп. 1, д. 11, л. 74.
13. ГАСО, ф. 1151, оп. 1, д. 12, л. 24.
14. Воспоминания Н. И. Кудриной: фонд музея истории УГГУ.
15. Первые рабфаки на Урале: сб. Свердловск, 1963. С. 13.
16. Там же, с. 10.
17. ГАСО, ф. 227, оп. 1, д. 20, л. 107.
18. ГАСО, ф. 1918, оп. 1, д. 265, л. 29.

Материалы подготовил директор музея истории УГГУ проф. Ю. А. Поленов

ABSTRACTS AND REFERENCES

NATURAL SCIENCES

Rare earth pegmatites and carbonatites of the Ufaley metamorphic complex (South Urals) / *Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Savichev A. N.*

Rare, rare metal, mica-bearing, ceramic and rock crystal pegmatites are related to pegmatite genetic type. Generally accepted geological classification of granitic pegmatites by the depth: greater depths (rare), depths (mica-bearing), moderate depths (rare metal) and shallow depths (ceramic and rock crystal). In Ufaley metamorphic complex all these genotypes were combined in a long-lived Slyudyanogorsk suture zone of precambrian inception which is actively functioning during Paleozoic conflict transformation.
Keywords: *pegmatites; carbonatites; rare earth; Ufaley complex; South Urals.*

Ogorodnikov V. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: fgg.gl@ursmu.ru
Polenov Yu. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
Savichev A. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

Natural sources of pollution of our environment / *Gryaznov O. N.*

Typification of natural sources of pollution of the environment is proposed. Discussed in detail are rocks, ores and geochemical halos of mineral deposits as significant natural sources of pollution.
Keywords: *natural sources of pollution; the environment.*

Gryaznov O. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: Gryaznov.O@ursmu.ru

Evaluation of the potential fertility deluvial loam in the Ural region for recultivation of dislocated grounds / *Kotovich A. A., Guman O. M.*

In the Ural region there is an acute lack of fertile soil at the stage of biological recultivation. This paper assesses the suitability of diluvial loam for biological recultivation, as well as consider the possibility of replacing of the soil to potentially fertile grounds after improving of their properties due to agricultural activities.
Keywords: biological recultivation; potentially fertile soils; deluvial loam; the Ural region.

Kotovich A. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: alenkoi_cveto4eg@mail.ru
Guman O. M. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: Guman2007@mail.ru

Conditions of placement and mineral composition of ores of Zapolyarnoe deposit (Kola peninsula) /*Taymasov D. V., Burmako P. L.*

There are peculiarities of geological structure of Zapolyarnoe deposit. Investigation of poliovac ores was conducted. Also the analysis of their mineral composition and conclusions are drawn on a multi-stage education. In general Zapolyarnoe deposit can be attributed to the peridotite-pyroxenite-norite formation.
Keywords: *Zapolyarnoe deposit; zhdanov retinue; porosity; thickly interspersed ores; pentlandite; nickel; peridotite-pyroxenite-norite unit formation; headrace canal.*

Taymasov D. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: tdv126@rambler.ru
Burmako P. L. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

TECHNICAL SCIENCES

Analysis of effectiveness of dumping devices of mine centrifugal sectional pumps / *Dolganov A. V., Islentyev A. O., Churakov E. O., Toropov E. Yu.*

The article discusses the effectiveness of dumping devices of sectional centrifugal pumps. A quantitative estimation of the volume and mechanical losses was assessed, as well as volumetric and mechanical efficiency, depending on the width of the gap in the handling device of the sectional pump TsNSG 850-240 ... 960. The activities to improve the performance of these devices were suggested.
Keywords: *pump; dumping device; estimation; losses; efficiency; activities*.

Dolganov A. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
Islentyev A. O. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: alexislentyev@mail.ru
Toropov E. Yu. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: edtoropov@mail.ru
Churakov E. O. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: tschurakov.102.evgeniy@mail.ru

Regularities of minerals division on the frictional separator inclined plane/ *Lyaptcev S. A., Potapov V. Ya., Potapov V. V., Semerikov L. A.*

The theoretical analysis of a various forms ore particles movement on the frictional separator inclined plane is provided. Results of calculations are confirmed with pilot studies. Result relations allow to describe all processes of division.
Keywords: *separator; form coefficients; speed of particles movement; design data.*

Lyaptcev S. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: gmf.tm@ursmu.ru
Potapov V. Ya. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: 2c1@inbox.ru
Potapov V. V., Semerikov L. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

On the development of the mine sectional centrifugal dual-stream pumps / *Timukhin S. A., Dolganov A. V., Popov Yu. V., Churakov E. O., Islentyev A. O., Toropov E. Yu.*

The problems of design and development of the mine sectional dual-stream pumps production are described. Showing are the advantages of these pumps in comparison with single-stream sectional and scroll pumps. Range has been developed on the basis of dual-stream pump element base of existing domestic single-stream mine sectional pumps. There are conclusions about the prospects of development and production of this type of pump.
Keywords: *mine sectional pumps; single-stream and dual-stream hydraulic diagram; development; construction; benefits; prospectiveness.*

Timukhin S. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: Sergey.Timuhin@m.ursmu.ru
Dolganov A. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
Popov Yu. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: Yuriy.Popov@m.ursmu.ru
Churakov E. O. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: tschurakov.102.evgeniy@mail.ru
Islentyev A. O. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: alexislentyev@mail.ru
Toropov E. Yu. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: edtoropov@mail.ru
Churakov E. O. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: tschurakov.102.evgeniy@mail.ru

Simulation modeling of the separation of mica-containing ores in conveying gutters / *Potapov V. Ya., Potapov V. V., Semerikov L. A., Vasiliev L. A.*

Present the results of a simulation split mica and enclosing rocks on the surface of the conveying gutter. As a characteristic separating used by friction properties of minerals. The influence of the surface trough and effect of regime factors on the particle's trajectory during descent from the gutter.
Keywords: *gutter; math equation; trajectory.*

Potapov V. Ya. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: 2c1@inbox.ru
Potapov V. V., Semerikov L. A., Vasiliev E. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

Computer simulation of strength characteristics of polyethilene gas-pipelines based cracking / *Samokhin E. G., Belykh I. S., Burkov P. V., Burkova S. P.*

The paper research strength of polyethilene gas-pipelines using software ANSYS. The conditions to ensure sufficient strength characteristics of polyethylene pipelines to prevent ruptures under various loads and further rational exploitation.
Keywords: polyethilene gas-pipeline; loads; the crack; stress.

Samokhin E. G. – National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.
E-mail: bad-jeka@mail.ru
Belykh I. S., Burkov P. V., Burkova S. P. – National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

Typification of impacts to the environment from developing of mineral deposits / *Kosolapov O. V.*

The paper presents classification features typing effects on the environment (violation, pollution, removal of natural resources) and fundamental principles of this process. Author considers the implementation of phasing effects for typification of the underground and open ways to develop mineral deposits and oil and gas fields. Specificity of ground-capacity formation at open develop of iron ores and accidents at oil production.
Keywords*: effects; typification; the way of deposits development; oil production*.

Kosolapov O. V. – Mineral resources department. Orenburg, Russia. E-mail: nedra1958@mail.ru

Factors affecting to the capitalization of enterprises / *Simonyan A. H.*

The article reveals the macroeconomic, sectoral and regional, as well as micro-economic factors affecting to the enterprise's capitalization. A list of indicators that can be used in the analysis of these factors is given. Particular attention is given to a specific group of factors that take place in conditions of mining enterprises and metallurgical complexes.
Keywords: *capitalization; factors; indicators; analysis; outlook.*

Simonyan A. H. – JSC "Gazprom – Transgaz – Ekaterinburg". Ekaterinburg, Russia.
E-mail: asxo5@mail.ru

The role and place of small business in the economy of the Ural region / *Koch I. A.*

In the economic development of the country's prominent place is given to small entrepreneurship. Number of small businesses in the Sverdlovsk region in recent years, increases not only in the service sector, but also in the sphere of industrial activity. The article analyzes the current trends in the development of small business, challenges and constraints to the growth of small business in the Ural region. Role of local governments is discovered and it is noted that the most important activity of the municipal government is the improvement and further development of social infrastructure for small businesses.
Keywords: *entrepreneurship; small business; infrastructure of support of small business; small business activities.*

Koch I. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: kia4@mail.ru

On the question of the graduates competitiveness / *Vetoshkina T. A., Polyanok O. V.*

The article analyzes the concept of "competitiveness of graduates", also it is showing any approaches and points of view to it and analysis of criteria and pillars of competitiveness of graduates is given.
Keywords: *graduate; competitiveness;graduate competitiveness; criteria of competitiveness; components of the graduate competitiveness.*

Vetoshkina T. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: ief.up@ursmu.ru
Polyanok O. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

A mathematical model of demand of knowledge and the number of scientists / *Zadneprovsky R. P.*

The questions about changing the demand of knowledges and the number of scientists as the main indicators of scientific and technical progress in accordance with the cyclic time of development of society, mathematical expression of these changes based on probabilistic and expert coefficients, as well as cycle time introducing new ideas and inventions, are given.
Keywords: *demand of knowledge and the quantity of scientists; mathematical models; cycles of accumulation and realization of knowledge.*

Zadneprovsky R. P. – Volgograd state university of architecture and civil engineering. Volgograd, Russia. E-mail: zadnepr@yandex.ru

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ УГГУ»

Уважаемые авторы!

Журнал «Известия УГГУ» предназначен для публикации результатов научных исследований сотрудников, аспирантов, студентов УГГУ и лиц сторонних организаций.

В редакцию необходимо предоставить:

1. Текст статьи на русском языке в электронном и печатном виде (в 2 экз., с подписью автора). Текст должен быть идентичен в обеих версиях. Необходимо указывать номер УДК.

2. Библиографический список. Ссылки на источники должны идти в тексте по порядку – 1, 2, 3). В тексте ссылки заключаются в квадратные скобки. Количество ссылок в тексте должно соответствовать количеству источников литературы в библиографическом списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов рекомендуется приводить в тексте статьи, не вынося в библиографический список.

3. Аннотацию и ключевые слова.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать ФИО, должность, ученую степень и звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, контактный e-mail, контактный телефон.

5. Рекомендацию кафедры, или члена редколлегии, или редактора по разделу.

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Название статьи, аннотация, ключевые слова должны быть переведены на английский язык. Также необходима транслитерация фамилии, имени, отчества, которую Вы обычно используете.

Объем статей вместе с иллюстрациями не должен превышать 10 стр.

Оформление статей

1. Текст статьи набирается в редакторе Microsoft Word, поля документа: левое 3 см, остальные – 2,5 см. Шрифт Times New Roman, 11 кегль, одинарный интервал. Страницы нумеруются.

2. В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов. Все сокращения в тексте, рисунках, таблицах должны быть расшифрованы.

3. Формулы должны быть набраны в редакторе Microsoft Equation и пронумерованы, если в тексте имеются ссылки на них.

4. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом.

5. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, cth и т. д.), обозначения химических элементов (Al, Cu, Na и т. д.), некоторые математические термины (lim, In, arg, grad, const и т. д.), числа или критерии (Re – Рейнольдса и т. д.), названия температурных шкал (°C – градусы Цельсия и т. д.) набирают прямым шрифтом.

6. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

Рисунки, карты, чертежи предоставляются в электронном и бумажном виде, в цветном и/или черно-белом исполнении. Изображения должны быть четкими, контрастными. Таблицы и схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схемы, сканированные как изображения, не принимаются.

На картах обязательно указывается масштаб. На чертежах, разрезах, картах должно быть отражено минимальное количество буквенных и цифровых обозначений, а их объяснение – в подрисуночных подписях. Ксерокопии и сканированные ксерокопии фотографий не принимаются. Рисунки с нечитаемыми или плохо читаемыми надписями, с подписями «от руки», слишком тонкими линиями не принимаются.

Текст в рисунках, картах, схемах, таблицах должен быть набран шрифтом Times New Roman.

Подрисуночная подпись должна быть набрана 9 кеглем и шрифтом «Times New Roman», экспликация – 8 кеглем, шрифт тот же.

Основной текст в таблице набирается 9 кеглем, шрифт «Times New Roman», шапка таблицы – 8 кеглем, шрифт «Times New Roman».

Редактура и компьютерная верстка *Шориной Э. В.*
Корректор *Пихтовникова О. Г.*

Подписано в печать 06.06.2014. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 500. Заказ № 8.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55055

Издательство ФГБОУ ВПО «УГГУ»
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано в типографии
ООО «Издательство УМЦ УПИ»
620049, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, 35 а, оф. 2