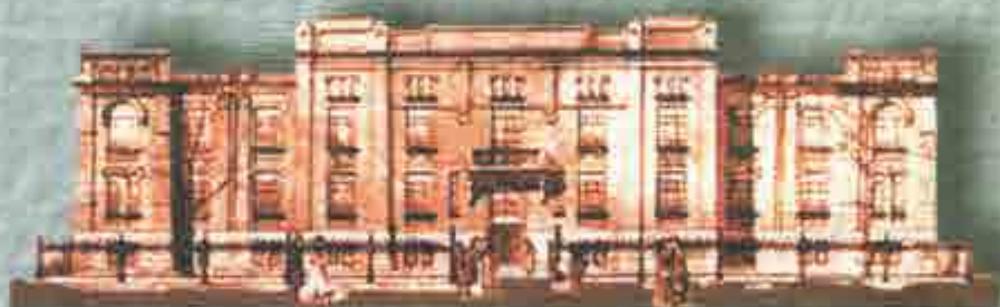


ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного
горного университета



Вып. 25-26, 2011 г.

Журнал издается с 1918 г.

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 25–26

Екатеринбург – 2011

**ИЗВЕСТИЯ
УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**IZEVSTIYA
OF THE URAL
STATE
MINING
UNIVERSITY**

Редакционный совет:

Косарев Н. П. (председатель)	Kosarev N. P. (Chairman)
Носырев М. Б. (зам. председателя)	Nosyrev M. B. (Deputy Chairman)
Бабенко В. В.	Babenko V. V.
Басаргин В. Ф.	Basargin V. F.
Валиев Н. Г.	Valiev N. G.
Ватолин Н. А.	Vatolin N. A.
Гордеев В. А.	Gordeev V. A.
Гревцов Н. В.	Grevtsev N. V.
Грязнов О. Н.	Gryaznov O. N.
Козин В. З.	Kozin V. Z.
Козицyn A. A.	Kozitsyn A. A.
Козлов В. Ю.	Kozlov V. Yu.
Корнилков С. В.	Kornilkov S. V.
Коротеев В. А.	Koroteev V. A.
Миронов В. В.	Mironov V. V.
Пахальчак Г. Ю.	Pakhalchak G. Yu.
Рыльков С. А.	Rylkov S. A.
Цыпин Е. Ф.	Tsyipin E. F.

Редакционная коллегия:

Косарев Н. П. (главный редактор)	Kosarev N. P. (Editor-in-Chief)
Грязнов О. Н. (зам. главного редактора)	Gryaznov O. N. (Deputy Editor-in-Chief)
Поленов Ю. А. (ученый секретарь)	Polenov Yu. A. (Scientific Secretary)
Устянцева Л. В. (секретарь)	Ustyantseva L. V. (Secretary)
Баранников А. Г.	Barannikov A. G.
Боярских Г. А.	Boyarskikh G. A.
Ветошкина Т. А.	Vetoshkina T. A.
Игнатьева М. Н.	Ignatieva M. N.
Коршунов И. Г.	Korshunov I. G.
Кох И. А.	Kokh I. A.
Лель Ю. И.	Lel Yu. I.
Наседкин В. А.	Nasedkin V. A.
Павлов В. В.	Pavlov V. V.
Сквородников И. Г.	Skvorodnikov I. G.
Сурнев В. Б.	Surnev V. B.
Тимухин С. А.	Timukhin S. A.
Удачина Н. А.	Udachina N. A.
Филатов В. В.	Filatov V. V.
Кардапольцева В. Н.	Kardapoltsheva V. N.

Состав редакторов по разделам:

Естественные науки:

Баранников А. Г. (ответственный редактор),
Коршунов И. Г., Павлов В. В.,
Сквородников 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., Кох И. А., Наседкин В. А.,
Удачина Н. А., Кардапольцева В. Н.
История университета, юбилейные даты

Ответственный редактор Филатов В. В.

Editors Membership on Sections:

Natural Sciences:

Barannikov A. G.(Responsible Editor)
Korshunov I. G., Pavlov V. V.,
Skvorodnikov I. G., Surnev V. B.

Technical Sciences:

Timukhin S. A. (Responsible Editor)
Boyarskikh G. A., Lel Yu. I.

Social-economic and the Humanities:

Ignatieva M. N. (Rsponsible Editor)
Vetoshkina T. A., Kohk I. A., Nasedkin V. A.
Udachina N. A., Kardapoltsheva V. N.
History of the University, jubilee dates

Filatov V. V. Responsible editor

УДК 620.193

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФЕРРОЦЕНА, ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ И НЕФТЕПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ

Р. А. Апакашев, Н. Г. Валиев, Г. З. Сулейманов, И. Г. Сулейманова

Получены пленкообразующие изоляционные материалы на основе ферrocена, его функционально замещенных производных и нефтеполимерной смолы. Установлено, что отмеченные композиции обладают антикоррозионными свойствами и могут служить для защиты стальных изделий и металлической арматуры бетонных конструкций, эксплуатируемых в различных агрессивных средах.

Ключевые слова: коррозия, ингибиторы коррозии, ферrocен, производные ферrocена, нефтеполимерная смола.

The film forming composite isolation materials were received on the basis of ferrocene, its functionally replaced derivatives and oil-polymer resins. It is established that the produced composites possess anticorrosive characteristics and may serve for protection of steel structures, used in different aggressive medium.

Key words: corrosion, corrosion inhibitors, ferrocene, ferrocene derivatives, petroleum resins.

В последние годы отмечается повышение требований к качеству и эксплуатационным характеристикам строительных материалов. В связи с этим ведущие строительные компании в качестве антикоррозионной защиты арматуры бетонно-каменных изделий используют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ) и органические кислоты, обладающие защитным действием [1]. Содержащие ПАВ ингибиторы коррозии применяют в основном для защиты арматуры в бетонных основаниях морских эстакад, а производные органических кислот – в качестве ингибиторов коррозии сварочных швов стальных труб [6].

Однако используемые на практике ингибиторы коррозии не всегда обладают высокой эффективностью и универсальностью. Так, например, препятствуя коррозионному разрушению металлов под действием кислой среды, они не защищают от других неблагоприятных внешних факторов. Поэтому для повышения универсальности и эффективности ингибиторов коррозии в их состав часто вводят нефтеполимерную смолу (НПС) [3].

С целью поиска эффективных и доступных ингибиторов коррозии, отличающихся универсальностью действия, и качества объекта исследования в настоящей работе были изучены системы на основе ферrocена ($C_5H_5)_2Fe$ (реагент I) и его функционально замещенных производных – карбинольного (реагент II), диметилкарбинольного (реагент III) и метиламинного (реагент IV) в смеси с НПС. В качестве НПС для приготовления антикоррозионных изоляционных материалов была использована смола высокой вязкости, полученная из остатка жидкой фракции пиролизной установки ЭП-300. Смола имела темно-коричневый цвет, температуру размягчения 80–85 °C, плотность 1,1 г/см³, полностью растворялась в бензине.

Жидкофазные системы, содержащие ферrocен и его производные (реагенты I – IV), готовили растворением 0,01 моль каждого вещества в 3 % растворе NaCl при 90 °C. Полученные композиции были исследованы на предмет антикоррозионной эффективности при защите стальной арматуры (сталь марки

Ат-500), применяемой в строительстве. Нанесение защитной пленки осуществляли путем трехкратного смачивания стальных образцов антикоррозионным составом с последующим высушиванием на воздухе.

Защитные свойства композиций оценивали гравиметрическим и потенциометрическим методами. Гравиметрические измерения проводили в динамическом режиме. Исследуемые образцы при этом имели цилиндрическую форму (площадь поверхности 10 см^2), крепились к ротору асинхронного двигателя (скорость вращения 1270 об/мин.) и вводились в коррозионно-активную среду при комнатной температуре.

Скорость коррозии стальных образцов без нанесения покрытия определяли по потере массы, согласно методике [2], с покрытием – анализом по количеству перешедших в раствор ионов железа. После окончания опыта для растворения продуктов коррозии добавляли HCl до $\text{pH} = 1$. Полученные растворы анализировали с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра (AAC) фирмы Perkin Elmer марки A. Analyst 300.

Для исследования защитных свойств были приготовлены следующие пленкообразующие композиционные составы (масс. %):

1. НПС (96,55 %) + I (1,85 %) + H_3PO_4 (1,6 %).
2. НПС (95,0 %) – II (3,60 %) + H_3PO_4 (1,4 %).
3. НПС (94,53 %) + III (3,92 %) + H_3PO_4 (1,55 %).
4. НПС (96,0 %) + IV (2,20 %) + H_3PO_4 (1,80 %).

Потери массы образцов с защитными пленками соответствующего состава в течение 10 суток в 3 % растворе NaCl , по данным AAC, составили 0,2–0,7 %. При этом необходимо отметить, что нанесенные покрытия на стальных образцах не разрушились. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Известно, что сталь, покрытая ржавчиной, корродирует с более высокой скоростью, чем без нее. Вода, проникая через имеющиеся поры на ржавую поверхность, легко всорбируется гидроксидами железа и способствует

коррозии с высокой скоростью. Поэтому ржавчина, увеличиваясь в объеме, может разрушать нанесенное покрытие.

Обычно перед формированием защитного покрытия поверхность металла обрабатывают преобразователями ржавчины, такими, как ортофосфорная, лимонная, щавелевая и др. кислоты. Эти кислоты, вступая во взаимодействие с оксидами железа, образуют соединения, выполняющие роль грунтовки [5].

С целью определения фазового и химического состава ржавчины, образовавшейся на поверхности исследуемых образцов в лабораторных условиях, исходная ржавчина и смеси (покрытия + ржавчина) подвергались рентгенофазовому анализу. Ржавчину на образцах арматуры получали, смачивая их раствором NaCl . Образующийся поверхностный слой ржавчины сокабливали и подвергали исследованию.

Отмечено, что исходная ржавчина в основном состоит из β -, γ - FeOOH , Fe_2O_4 , Fe_3O_4 . На рентгенограмме выделяется одна интенсивная линия $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, обусловленная периодическим смачиванием стали в NaCl . При смешивании ржавчины с защитным составом некоторые линии на рентгенограмме исчезают либо их интенсивность уменьшается. Данный эффект, по-видимому, обусловлен преобразованием ржавчины в другие соединения.

Поляризационные характеристики арматурной стали Ат-500 исследовали с помощью импульсного потенциостата марки ПИ-50-1. Поляризационные кривые снимали согласно методике [7] в терmostатированной трехэлектродной электрохимической ячейке в 3 % растворе NaCl . Измерения проводили как без ингибитора коррозии, так и в присутствии ингибитора.

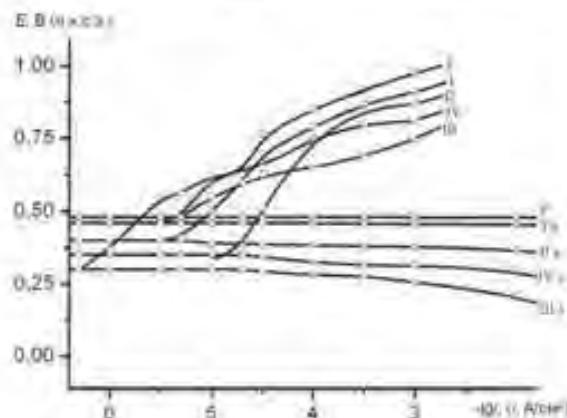
Катодные и анодные кривые снимали в квазипотенциостатическом режиме со скоростью развертки потенциала 12 мВ/мин при температуре 25 °C. Образцы стали прямоугольной формы (площадь поверхности 1 cm^2) для электрохимических исследований вырез-

Скорость коррозии образцов стали в 3 % растворе NaCl при 25 °C

Нанесение покрытия на образце	Без пленки	Пленка состава 1	Пленка состава 2	Пленка состава 3	Пленка состава 4
Скорость коррозии, $\mu\text{m}/\text{ч}$	2,74	$1,55 \cdot 10^{-1}$	$1,98 \cdot 10^{-1}$	$2,65 \cdot 10^{-1}$	$1,95 \cdot 10^{-1}$

ли из одного и того же куска металла. Нерабочую поверхность образцов изолировали канифоль-парфиновой смесью. Испытуемые образцы стекли предварительно в течение 10–15 мин. катодно поляризовали при плотности тока $(2-3) \cdot 10^{-6} \text{ А/см}^2$ в растворе HCl с целью снятия с поверхности стали воздушно-окисленной пленки, а затем переносили в раствор хлорида натрия.

На рисунке приведены поляризационные кривые арматурной стали в 3% растворе NaCl (I , I') и в этом же растворе, насыщенном ферроценом (II , II'), карбинольным (III , III'), диметилкарбинольным (IV , IV') и метиламинным (V , V') производными ферроцена.



Поляризационные кривые арматурной стали в различных растворах:

I , I' – 3% раствор NaCl

- II , II' – 3% раствор NaCl , насыщенный ферроценом;
 III , III' – 3% раствор NaCl , насыщенный карбинольным производным ферроцена;
 IV , IV' – 3% раствор NaCl , насыщенный диметилкарбинольным производным ферроцена;
 V , V' – 3% раствор NaCl , насыщенный метиламинным производным ферроцена

Из рисунка видно, что электрохимическое поведение стали в 3% растворе NaCl соответствует поведению углеродистых сталей в нейтральных средах [4], т. е. катодный участок поляризационной кривой состоит из участка восстановления кислорода и участка выделения водорода, а анодный – из тафелевского участка активного растворения металла (кривые I , I'). Введение ферроцена в раствор хлорида натрия смещает стационарный потенциал стали в положительную сторону примерно на 50 мВ; при этом увеличивается продолжительность катодного участка восстановления кис-

лорода, а процесс выделения водорода смещается в сторону более отрицательных потенциалов по сравнению с исходной кривой (кривые I , I'). Анодная кривая существенных изменений не претерпевает (кривые III , III'), т. е. наклон тафелевского участка анодного растворения существенно не изменяется. Значительное влияние на катодное и анодное поведение оказывает добавление в раствор функционально замещенных производных ферроцена. Стационарный потенциал E_{st} при этом значительно смещается в положительную сторону: скорости и катодных, и анодных процессов существенно снижаются, что указывает на эффективное ингибирование коррозионных процессов. Последнее наиболее выражено в случае диметилкарбинольного производного ферроцена.

Полученные в настоящей работе результаты экспериментов позволяют считать, что ферроцен и его функционально замещенные производные являются перспективными реагентами для защиты углеродистых сталей от коррозии в агрессивных средах. При этом они могут выступать как в качестве ингибиторов коррозии, так и в качестве надежных защитных пленкообразующих покрытий в смеси с нефтеполимерной смолой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балезин А. С. Ингибиторы коррозии металлов. М.: Наука, 1988. 320 с.
2. Лабораторные работы по коррозии и защите металлов / Н. Д. Гаматов, Н. И. Жук, В. А. Ритов, М. А. Веденеева. М.: Химия, 1961. 239 с.
3. Думский Ю. В., Берени А. Д., Козодай Л. В., Мухина Г. Н. Нефтеполимерные смолы // Тематический обзор. Серия: Нефтехимия и сплавопереработка. М.: Изд-во ВНИИТЭ, 1993. С. 94-119.
4. Жук Б. Р., Ханылов В. К., Несторов Б. А. // Докл. АН ССР. 1977. Т. 233, № 5. С. 862.
5. Кукурс О., Уните А., Хонзак И. Продукты атмосферной коррозии железа и окраска по ржавчине. Рига: Зиннатне, 1980. 163 с.
6. Эннергова С. Г. Исследование механизма действия замедлителей коррозии различных сварочных швов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1984. 24 с.
7. Фрейман А. И., Макаров В. А., Бриссаков И. Е. Потенциостатические методы в коррозийных исследованиях и электрохимической защите. М.: Химия, 1972. 358 с.

ЛИТОХИМИЯ СИНКОЛЛИЗИОННЫХ ПСАММИТОВ И ПАЛЕОГЕОДИНАМИКА: НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ

А. В. Маслов

Рассмотрены литохимические особенности песчаников, формирующихся в результате коллизионных процессов. Показано, что их состав варьирует в широких пределах. Соответственно, на дискриминационных диаграммах разброс фигуративных точек песчаников также весьма высок. В результате на большинстве из них точки составов синколлизионных псаммитов расположены не в одном, а в нескольких классификационных полях. Это позволяет предполагать, что при формировании указанных образований значительную роль играют локальные факторы, и использование литохимических дискриминационных диаграмм для их выделения часто может не иметь решающего значения. Приведенные исследования имеют существенное методическое значение для палеогеодинамических реконструкций.

Ключевые слова: песчаники, литохимия, коллизионный этап.

Lithochemical features of sandstones are considered, being formed as a result of collision processes. It is established that their composition varies in wide range. So, on discrimination diagrams the dispersion of figurative points of sandstones is sufficiently great. As a result in many cases the sandstone points of compositions of sincolision psammites are located not in one but in several adjacent classification fields. It allows to suppose that the processes of sandstone formation at collisional stage were controlled notably or predominantly by local factors. Thus, the use of lithochemical discriminating diagrams for their distinguishing may not have crucial importance. All these data are important for paleogeodynamic reconstructions.

Key words: sandstones, lithochemistry, collisional stage.

Активные взаимодействия на конвергентных границах континентов ведут к появлению сложных структур, обусловленных внутренней тектонической расслоенностью литосфера, и горообразованию. Согласно работе [5], они рассматриваются как коллизия «континент – континент». Ряд авторов считают возможным выделить и иные типы коллизии, например «континент – островная дуга» или «островная дуга – островная дуга». В XX в. была разработана модель стадийного превращения морских бассейнов в складчатые сооружения (орогены). В ней выделялись два этапа – собственно геосинклинальный и орогенный. Тектоника штосферных плит в значительном числе случаев достаточно удачно ассилировала представления о формировании осадочных ассоциаций, разработанные в рамках геосинклинальной концепции. Собственно геосинклинальный этап в ее терминах отвечает дивергентному и островово-

дальному этапам развития спредингового океана, а орогенный примерно соответствует коллизионному. Начало коллизионного этапа совпадает с окончанием спрединга, запиранием субдукции и сменой обстановок растяжения обстановками сжатия¹.

Орогенный (коллизионный) этап включает две стадии. На первой горообразование происходит преимущественно за счет тектонического скучивания [5]. Рельеф горной страны в основном низкий или умеренный. Характерный формационный тип осадочных образований – нижняя песчано-глинистая моласса, вакапливающаяся в морских и лагунных обстановках в предгорных прогибах. Последние формируются одновременно с началом поднятия складчатого сооружения. Первоначально они могут быть достаточно глубоководными и заполняться флишем. Вторая стадия характеризуется ускорением воз действия складчатого сооружения и усилением погру-

¹ Справедливости ради следует отметить, что уже для островодального этапа характерно преобладание сжатия над растяжением; формирующиеся в преддуговых, междудуговых и заддуговых бассейнах осадочные и вулканогенно-осадочные последовательности можно рассматривать как результат коллизионных процессов в системах «континент – островных дуг» или «островная дуга – островная дуга».

жения передовых прогибов, в которых накапливается верхняя континентальная грубообломочная моласса.

В середине 1980-х гг., в связи с изучением песчаных ассоциаций в зонах перехода «континент – океан» наметился крен в сторону генетической (геодинамической) интерпретации их химического состава [2, 3, 10–12 и др.]. При этом реконструкции палеогеодинамических обстановок формирования осадочных последовательностей основаны на анализе разнообразных парных диаграмм. Хотя такие диаграммы не имеют решающего значения для установления локальных обстановок, некоторая корреляция между последними и литохимическими характеристиками песчаников с их помощью может быть все же оценена. Так, например, в работах [6, 7] для идентификации различных геодинамических обстановок накопления палеозойских граувакк Австралии были использованы дискриминационные факторы (F_1 , F_2 , F_3 и F_4), в состав которых входит большинство петрогенных оксидов. Соотношения между K_2O/Na_2O , Al_2O_3/SiO_2 , $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$, TiO_2 и $(Fe_2O_{3m}+MgO)$ также позволяют выделить поля составов песчаников, формировавшихся в ряде различных геодинамических обстановок [6]. Для этих же целей используется и диаграмма $SiO_2-(K_2O/Na_2O)$ [18].

В настоящей работе предпринята попытка рассмотреть на примере ряда литературных и оригинальных данных литохимические особенности песчаников, формирующихся в результате коллизионных процессов как в островодужном, так и на орогенном/коллизионном этапах развития различных полнитых поясов.

Одним из примеров суперогенных осадочных образований являются отложения серии Джорджвилл (верхи верхнего протерозоя, юго-восточный фланг Канадских Аппалачей), объединяющей вулканические образования и турбидитовые последовательности. Формирование последних проходило в глубоковод-

ном сдвиговом бассейне, располагавшемся в пределах эпизападской вулканической дуги, и источником кластики выступали вулканические поднятия по периферии бассейна. Накопление отложений контролировалось субдукцией в Авалонском орогеническом поясе [7].

Содержание SiO_2 в псаммитах серии Джорджвилл варьирует от 61 до 67 % (см. таблицу). Содержание Al_2O_3 изменяется от 12,75 до почти 17 %. Медианное содержание Fe_2O_{3m} составляет $6,43 \pm 0,79$ %. Доля CaO и MgO в песчаниках относительно невелика (соответственно $1,48 \pm 0,97$ и $3,10 \pm 0,32$ %). Содержание K_2O составляет $0,84 - 4,66$ %, а $Na_2O = 1,79 - 4,86$ %, при этом K_2O выше Na_2O всего лишь в 1,14 раза.

На диаграмме М. Хиррона [6] точки состоящие из псаммитов серии Джорджвилла локализованы в полях сланцев и Fe-сланцев (рис. 1), что, по всей видимости, обусловлено существенной долей в них тонкозернистого матрикса. На диаграмме $SiO_2-(K_2O/Na_2O)$ точки псаммитов расположены в областях составов, характерных для активных континентальных окраин и океанических островных дуг. На диаграмме $TiO_2-(Fe_2O_{3m}+MgO)$ [6] они сосредоточены преимущественно в области океанических островных дуг. Напротив, на диаграмме F_1-F_2 практически все точки локализованы в области, характерной для пассивных континентальных окраин. Источниками сноса для песчаников, как это следует из соотношения факторов F_3 и F_4 , являлись осадочные образования и изверженные породы среднего состава.

Позднедевонские граувакки массива Шварцвалль, расположенного на границе Франции и Германии, накапливались в преддуговом бассейне, располагавшемся перед андийского типа континентальной окраиной [9, 10]. В ордовике здесь произошел рифтинг континентальной коры, в силуре и девоне существовал океанический бассейн, а в визе накапливается мощная моласса, указывающая на закрытие океана [14].

¹ $F_1 = 30,638 \cdot TiO_2/Al_2O_3 - 12,541 \cdot Fe_2O_{3m}/Al_2O_3 + 7,329 \cdot MgO/Al_2O_3 + 12,031 \cdot Na_2O/Al_2O_3 + 35,402 \cdot K_2O/Al_2O_3 - 6,382$; $F_2 = 56,5 \cdot TiO_2/Al_2O_3 - 10,879 \cdot Fe_2O_{3m}/Al_2O_3 + 30,875 \cdot MgO/Al_2O_3 - 5,404 \cdot Na_2O/Al_2O_3 - 11,112 \cdot K_2O/Al_2O_3 - 3,89$; $F_3 = 0,303 - 0,0447 \cdot SiO_2 - 0,972 \cdot TiO_2 + 0,008 \cdot Al_2O_3 - 0,267 \cdot Fe_2O_{3m} + 0,208 \cdot FeO - 3,082 \cdot MnO + 0,14 \cdot MgO + 0,195 \cdot CaO + 0,719 \cdot Na_2O - 0,032 \cdot K_2O + 7,51 \cdot P_2O_5$; $F_4 = 43,57 - 0,421 \cdot SiO_2 + 1,988 \cdot TiO_2 - 0,526 \cdot Al_2O_3 - 0,551 \cdot Fe_2O_{3m} - 1,61 \cdot FeO + 2,72 \cdot MnO + 0,881 \cdot MgO - 0,907 \cdot CaO - 0,177 \cdot Na_2O - 1,84 \cdot K_2O + 7,244 \cdot P_2O_5$.

Минимальные и максимальные содержания (мас. %) пегматитовых окислов в синеклогиновых песчаниках

Компоненты	Серия дикорокканди	Массив Шаарашильд	Кварцевые Альбы, фитчи	Альбы, мозласа	ИМБ	Южный Урал	ШИВ
SiO ₂	62,80 ± 1,44 (61,05–66,56)	71,67 ± 3,70 (62,45–75,19)	69,23 ± 5,34 (64,67–76,27)	78,35 ± 11,08 (60,92–89,25)	62,90 ± 7,65 (45,74–73,39)	75,47 ± 8,95 (61,19–95,57)	74,53 ± 5,43 (65,03–88,00)
TiO ₂	0,83 ± 0,12 (0,61–1,12)	0,70 ± 0,16 (0,46–1,09)	0,70 ± 0,15 (0,56–0,93)	1,08 ± 0,33 (0,37–1,30)	0,24 ± 0,09 (0,06–0,47)	0,66 ± 0,34 (0,13–1,78)	0,43 ± 0,18 (0,15–0,77)
Al ₂ O ₃	15,81 ± 0,91 (12,75–16,96)	13,58 ± 1,04 (12,65–16,63)	12,72 ± 2,20 (10,74–15,28)	10,84 ± 5,17 (6,42–20,85)	7,54 ± 2,37 (3,57–11,48)	8,04 ± 2,82 (2,17–12,61)	11,42 ± 2,33 (5,87–17,36)
Fe ₂ O ₃ min	6,43 ± 0,79 (4,54–7,39)	5,33 ± 0,73 (3,5–6,24)	4,77 ± 1,34 (3,92–6,83)	3,07 ± 2,25 (0,81–6,65)	1,87 ± 0,74 (0,62–3,97)	4,44 ± 1,55 (1,67–6,78)	4,18 ± 1,27 (1,88–7,00)
MnO	0,14 ± 0,20 (0,11–1,13)	0,07 ± 0,03 (0,05–0,14)	0,07 ± 0,07 (0,02–0,17)	0,03 ± 0,07 (0,01–0,19)	0,09 ± 0,03 (0,06–0,19)	0,08 ± 0,05 (0,02–0,26)	0,08 ± 0,03 (0,04–0,13)
CaO	1,48 ± 0,97 (0,39–4,65)	0,66 ± 2,08 (0,18–6,76)	0,70 ± 1,89 (0,19–4,24)	0,07 ± 1,23 (0,02–2,18)	20,64 ± 8,21 (6,54–38,48)	1,85 ± 0,90 (0,05–3,18)	0,76 ± 0,36 (0,37–2,10)
MgO	3,10 ± 0,32 (2,37–3,53)	2,53 ± 1,46 (1,86–6,80)	1,55 ± 0,61 (1,28–2,58)	0,77 ± 0,57 (0,12–1,48)	1,74 ± 2,65 (0,42–9,36)	1,46 ± 2,51 (0,05–11,18)	1,74 ± 0,77 (0,26–3,75)
Na ₂ O	2,72 ± 1,02 (1,79–4,86)	2,74 ± 0,78 (1,86–5,09)	2,34 ± 0,42 (2,16–3,11)	0,32 ± 0,12 (0,14–0,46)	1,22 ± 0,70 (0,09–2,78)	1,65 ± 0,59 (0,16–2,21)	2,40 ± 0,92 (0,90–4,40)
K ₂ O	3,09 ± 1,08 (0,84–4,66)	1,58 ± 0,25 (1,34–2,25)	1,82 ± 0,54 (1,35–2,54)	1,95 ± 0,95 (1,19–3,77)	1,74 ± 0,67 (0,35–2,98)	1,06 ± 0,42 (0,38–2,05)	1,87 ± 0,82 (0,62–4,31)
P ₂ O ₅	0,15 ± 0,04 (0,08–0,26)	0,13 ± 0,02 (0,07–0,20)	0,13 ± 0,08 (0,10–0,15)	0,04 ± 0,08 (0,01–0,23)	0,06 ± 0,02 (0,03–0,10)	0,07 ± 0,05 (0,01–0,24)	0,07 ± 0,04 (0,03–0,19)
тит	3,10 ± 0,69 (1,80–4,40)	3,20 ± 1,21 (2,46–7,73)	2,66 ± 1,58 (2,04–5,48)	2,78 ± 2,12 (1,27–6,14)	14,90 ± 5,84 (5,78–28,51)	2,57 ± 1,87 (0,10–10,06)	2,00 ± 0,69 (0,80–3,60)

Примечание. В числителе – минимальное значение и величина стандартного отклонения, в знаменателе – максимальное и максимальное значение.

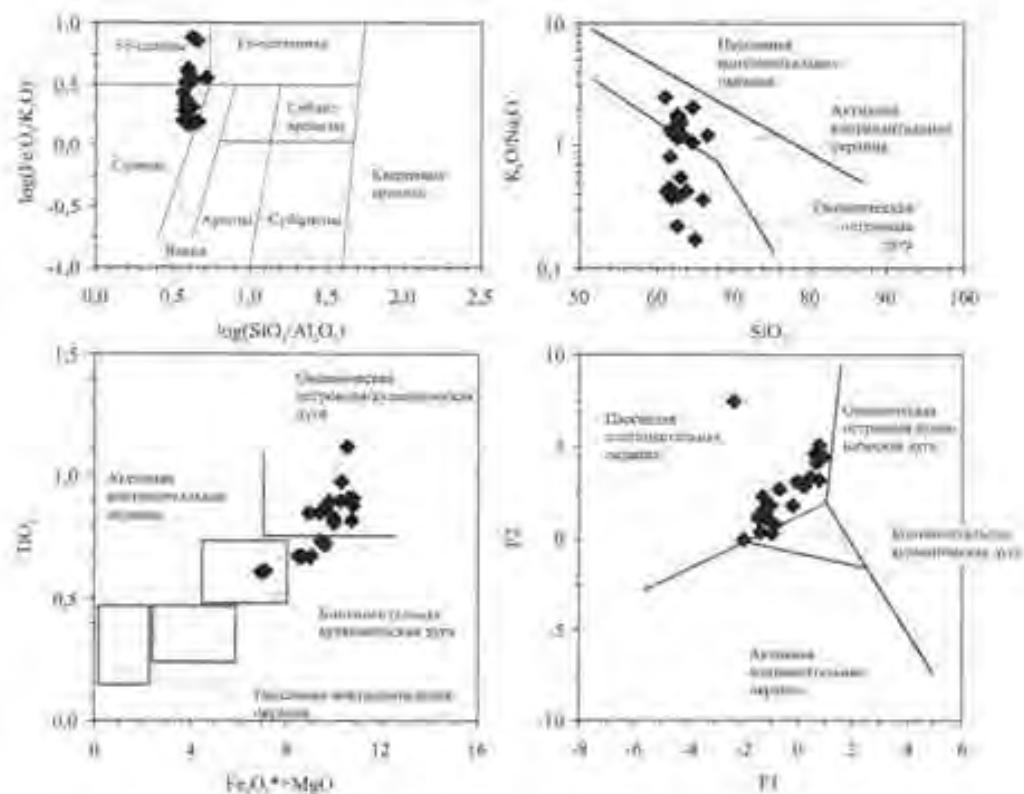


Рис. 1. Положение точек составов песчаников серии Джорджвилл на различных дискриминационных диаграммах.

Медианное содержание SiO_2 в граувакках достигает ~72 %. Этот же параметр для Al_2O_3 , составляет ~13,6 %. Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{неш}}$ примерно сопоставимо с тем, что характерно для песчаников серии Джорджвилл. $\text{K}_2\text{O}_{\text{неш}}$ меньше, чем $\text{Na}_2\text{O}_{\text{неш}}$, при этом максимальное содержание Na_2O более чем в 2 раза выше, чем K_2O (см. таблицу).

На диаграмме М. Хиррона точки псаммитов располагаются как в полях вакк и сланцев, так и их Fe-разностей (за исключением места все охарактеризованные к данному разделу диаграммы не приведены). По соотношению SiO_2 и $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ рассматриваемые образования отвечают составам, характерным для активных континентальных окраин и океанических островных дуг. На диаграмме $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})-(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ точки составов псаммитов верхнего девона Шварцвальда расположены частично в поле образований, связанных с континентальными вулканическими дугами, частично же не принадлежат ни одному из полей. В то же время на диаграмме F1-F2 практически все они сосредоточены в области составов, типичных для пассивно-

окраинных обстановок. Исходя из положения фигуративных точек на диаграмме F3-F4, можно предполагать, что в размытие времени формирования позднедевонских граувакк были вовлечены богатые кварцем осадочные образования и изверженные породы среднего состава.

В Карнийских Альпах (Австрия) в раннем карбоне существовал синорогенетический флишевый трог, в котором накапливались отложения серии Хохвипфель (Hochwipfel), объединяющей турбидиты и олистостромы, отвечающие началу варисской орогении [15, 20]. В позднем карбоне здесь был сформирован молассовый форландовый бассейн, выполненный серией Ауернит (Auernig), включающей попеременно чередующиеся мелководно-морские карбонаты, песчаники и континентальные конгломераты [15].

Медианное содержание SiO_2 в песчаниках серии Хохвипфель примерно сопоставимо с его содержанием в позднедевонских граувакках Шварцвальда (см. таблицу), в то же время для песчаников молассовой формации этот параметр примерно на 10 % выше. С учетом

стандартных отклонений содержания Al_2O_3 в песчаниках флиша и молассы Карпийских Альп можно считать сопоставимыми. Это же характерно и для $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{wt}}$. Содержания CaO и MgO в псаммитах обеих серий весьма незначительны (соответственно, $\text{CaO}_{\text{норм}} = 0,70$ и $0,07$, $\text{MgO}_{\text{норм}} = 1,55$ и $0,77\%$). В песчаниках серии Хохвиллер $\text{Na}_2\text{O}_{\text{норм}}$ выше, чем в псаммитах серии Ауэрнг; по K_2O ситуация противоположная.

Точки составов песчаников молассовых фаций на диаграмме М. Хиррона сосредоточены в основном в полях аркозов, вакки и литаренитов (рис. 2). Песчаники флиша – это преимущественно вакки и Fe-песчаники. На диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ первые локализованы в области составов, характерных для обстановок пассивной окраины, вторые – в области составов активных окраин. На диаграмме $(\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{wt}} + \text{MgO}) - (\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ картина несколько иная – значительный разброс величины $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ в молассовых песчаниках обуславливает локализацию их точек в полях как пассивных, так и активных обстановок; ряд образцов сопоставим с псам-

митами островодужных обстановок. Точки составов песчаников флиша расположены в областях активных окраин, континентальных и океанических островных дуг. На диаграмме F1–F2 псаммиты и флиши, и молассы сосредоточены в области пассивных континентальных окраин.

Классическим периферийным предгорным прогибом является олигоцен-миоценовый Швейцарский молассовый бассейн (ШМБ), располагающийся вдоль северной периферии Центральных Альп [8, 12]. Слагающие ШМБ осадочные образования представлены двумя регressiveными мегациклами, каждый из которых начинается морскими отложениями (нижняя и верхняя морская молassa), сменяющими флювиальными образованиями (нижняя и верхняя пресноводная молassa). Среди песчаников преобладают литарениты и полевошпатовые литарениты, подчиненная роль принадлежит литиговым субаркозам и аркозам.

Медианное содержание SiO_2 в псаммитах ШМБ составляет $\sim 63\%$. Содержание Al_2O_3 варьирует от 3,5 до 11,5 %. Содержание

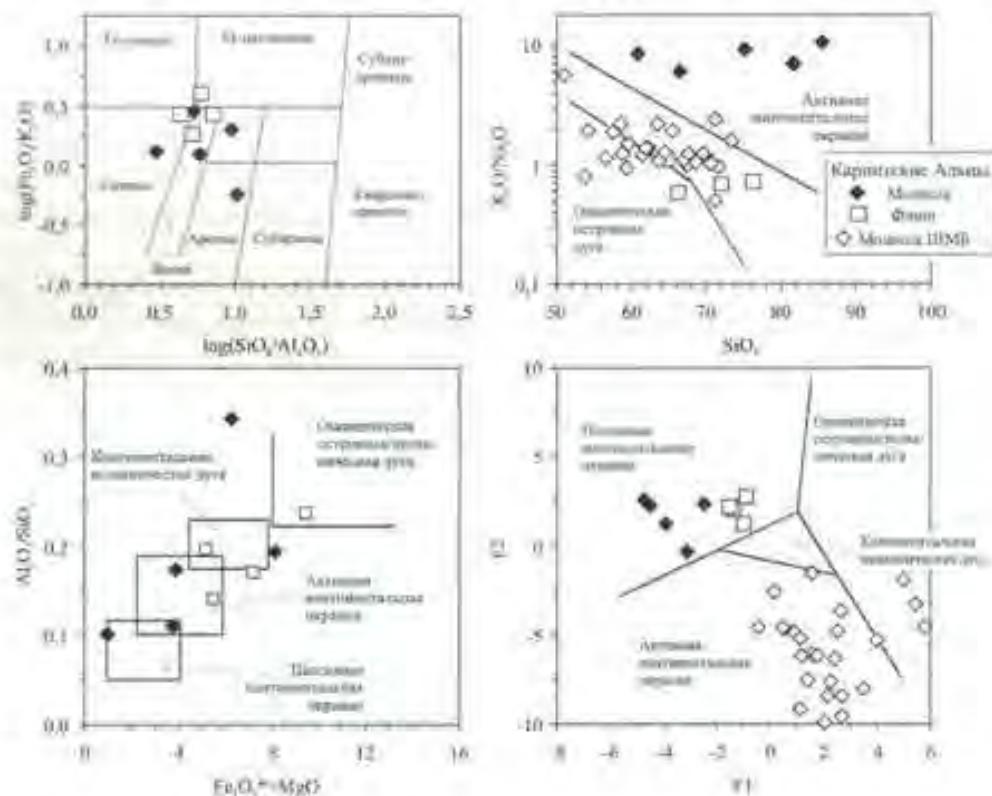


Рис. 2. Положение точек составов южнедевонских граувакк Шварцвальда и Швейцарского молассового бассейна на дискриминационных диаграммах

$\text{Fe}_2\text{O}_{\text{total}}$ не превышает 4 %. Специфической особенностью псаммитов является чрезвычайно высокое суммарное содержание карбонатов (от 11 до 81 %), значительная часть которых имеет аутогенную природу [8]. Это хорошо видно и по медианному содержанию CaO (20.64 ± 8.21 %). Пределы вариаций содержаний Na_2O и K_2O примерно сопоставимы, при этом медианное содержание Na_2O лишь немногим меньше K_2O (см. таблицу).

На диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ фигурационные точки составов псаммитов ШМБ локализованы преимущественно в области активных континентальных окраин (см. рис. 2). Такое же положение они занимают и на диаграмме F1-F2 (см. рис. 2).

На западном склоне Южного Урала к молассе принадлежат отложения ашинской серии венда [2] в объеме басинской, куккараукской и зиганской свит. Названные свиты в значительной мере сложены питаренитами и сублитаренитами.

Взятые в совокупности песчаники трех названных свит характеризуются $\text{SiO}_{\text{total}} = 75.5$ % (см. таблицу). Содержание Al_2O_3 в них сопоставимо с тем, что характерно для молассовых песчаников ШМБ. Содержания CaO и MgO примерно соответствуют тем, что характерна для большинства рассмотренных нами выше примеров (за исключением ШМБ). $\text{Na}_2\text{O}_{\text{total}}$ в псаммитах выше, чем $\text{K}_2\text{O}_{\text{total}}$.

По соотношению $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ преобладающая часть псаммитов верхневендинской молассы Южного Урала принадлежит Fe-песчаникам; в состав общей выборки входят также вакки, питарениты и сублитарениты. На диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ основная масса фигурационных точек расположена в области значений, характерных для осадочных образований активных континентальных окраин, часть их локализована и в области пассивных окраин (рис. 3). На диаграмме $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) - (\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ точки псаммитов образуют некое подобие линейного тренда, вытянутого параллельно главному тренду от области пассивной окраины к области континентальной вулканической дуги, но расположенного несколько правее и ниже. На диаграмме F1-F2 наблюдается локализация всех точек в области значений, характерных для пассивных континентальных окраин.

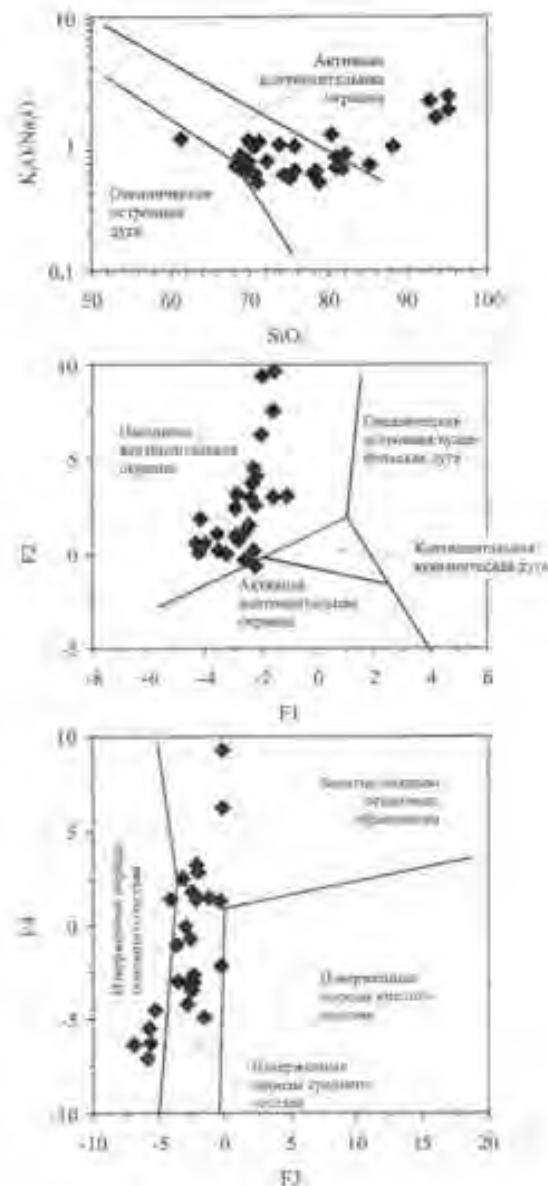


Рис. 3. Положение точек составов песчаников верхнего венда Южного Урала на дискриминационных диаграммах

Исходя из положения фигурационных точек псаммитов на диаграмме F3-F4, можно предполагать, что в областях размыва в позднем венде был представлен широкий спектр как магматических, так и осадочных образований.

С поздневендинским этапом на Восточно-Европейской платформе связано расширение областей осадконакопления, активный привнос аллохтонного кластического материала и формирование ряда впадин, в том числе и Шкаповско-Шиханской (ШШВ), выполненных так называемой неслагдичной или аллохтонной молассой [1, 2]. Основными источни-

ками обломочного материала, слагающего эти впадины, являлись пристежающие к ним орогенные области.

В ШПВ верхнененецких отложениях представлены байкальской, старопетровской, салеховской и карлинской свитами, в составе которых заметную роль играют полимиктовые, кварц-полевошпатовые, полевошпато-кварцевые и лититовые песчаники. Содержания SiO_2 и Fe_2O_3 в псаммитах верхнего венда ШПВ сопоставимы с теми, что характерны для песчаников верхнененецкой молассы Южного Урала. Несколько выше здесь Al_2O_3 . Максимальные содержания Na_2O и K_2O заметно выше, чем в псаммитах верхнего венда Южного Урала; это же свойственно и медианным содержаниям. Величина отношения $\text{Na}_2\text{O}_{\text{минимум}}/\text{K}_2\text{O}_{\text{ максимум}}$ для псаммитов ШПВ составляет $-1,3$.

На диаграмме М. Хиррона точки составов псаммитов локализованы в основном в полях вакк, лягуритов и сублагуритов. На диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ они расположены как в области пассивных, так и активных континентальных окраин (рис. 4); примерно так же распределены точки составов псаммитов на диаграмме F1-F2. Несколько иначе можно трактовать геодинамические обстановки формирования песчаников на основе распределения их точек составов на диаграмме $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) - \text{TiO}_2$. Здесь основная масса точек соредоточена в областях активной континентальной окраины и континентальной вулканической дуги. Наконец, исходя из присущих песчаникам значений F3 и F4, можно предполагать, что источниками сноса для них являлись как осадочные образования, так и изверженные породы кислого и среднего состава.

Суммируя все сказанное выше, можно сделать вывод о том, что состав синеклизионных псаммитов варьирует в достаточно широких пределах (от аркозов и субаркозов до Fe-песчаников). Соответственно, на дискриминационных диаграммах разброс фигуративных точек песчаников также весьма высок. Так, при объединении на диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ частных полей составов песчаников различных рассмотренных в настоящей работе объектов получаем вариации SiO_2 от 50 до 95 %, а $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ — от 0,15 до 10, что почти полностью «обнимает» все три выделен-

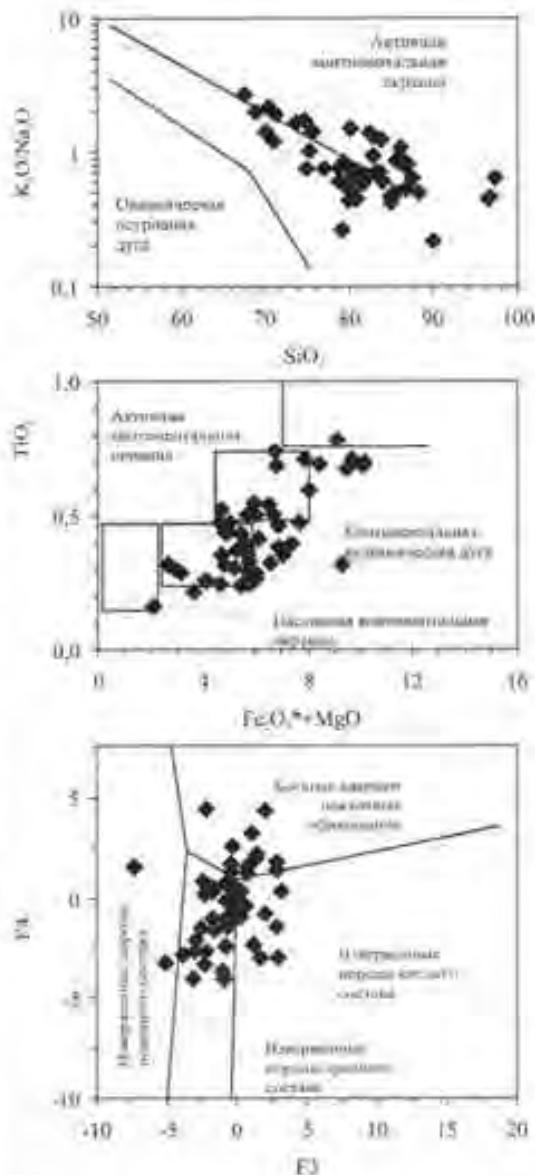


Рис. 4. Положение точек составов псаммитов верхнего венда Шкабовско-Шиханской впадины на различных дискриминационных диаграммах

ные на ней различные по геодинамике области. На диаграммах $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) - \text{TiO}_2$ и $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) - (\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ псаммиты синеклизионных бассейнов также локализованы во всех выделенных здесь областях. Несколько более компактно расположены точки составов синеклизионных псаммитов на диаграмме F1-F2. Однако здесь они локализованы преимущественно в области составов, характерных для обстановок пассивных континентальных окраин, тогда как песчаники ШМВ соредоточены преимущественно в области активных континентальных окраин. Это

показывает, что при формировании синеклинических песчаников значительную роль играют локальные факторы и использование литохимических дискриминационных диаграмм для их выделения часто может не иметь решающего значения. Учет полученных результатов имеет важное методическое значение при палеогеодинамических реконструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максон Е. М. Венц Восточно-Европейской платформы // Венцевская система. Т. 2. М.: Наука, 1985. С. 3-34.
2. Беккер Ю. Р. Молассы докембрия. Л.: Недра, 1988. 288 с.
3. Геосинклинильный литотип на границе континент—океан. М.: Наука, 1987. 176 с.
4. Стратотип рифов. Стратиграфия. Георитология. М.: Наука, 1983. 184 с.
5. Хаш В. Е., Ломзик М. Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд-во МГУ, 1995. 480 с.
6. Bhattacharya M. R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // J. Geol. 1983. V. 91. P. 611-627.
7. Bhattacharya M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. V. 92. P. 181-193.
8. Eynatten H. V. Petrography and chemistry of sandstones from the Swiss Molasse Basin: an archive of the Oligocene to Miocene evolution of the Central Alps // Sedimentology. 2003. V. 50. P. 703-724.
9. Harm H. P., Chen F., Zedler H. et al. The Rand Granite in the southern Schwarzwald and its geodynamic significance in the Variscan belt of SW Germany // Int. J. Earth Sci. 2003. V. 92. P. 821-842.
10. Hegner K., Gruler M., Harm H. P., Chen F., Guldenpfeiffer M. Testing tectonic models with geochemical provenance parameters in greywacke // J. Geol. Soc. 2005. V. 162. P. 87-96.
11. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sed. Petrol. 1988. V. 58. P. 820-829.
12. Homewood P., Allen P. A., Williams G. D. Dynamics of the Molasse basin of western Switzerland // Foreland Basins. Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ. 1986. V. 8. P. 199-217.
13. Landing R., Murphy J. B. Uppermost Precambrian (?)—Lower Cambrian of mainland Nova Scotia: faunas, depositional environments and stratigraphic revision // J. Paleontology. 1991. V. 65. P. 382-396.
14. Loeschke J., Guldenpfeiffer J., Hann H., Sawatzki G. Die Zone von Badenweiler-Lenzkirch (Schwarzwald): eine variskische Suturzone // Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1998. V. 149. P. 197-212.
15. Mader D., Neuhauer F. Provenance of Palaeozoic sandstones from the Carnic Alps (Austria): petrographic and geochemical indicators // Int. J. Earth Sci. 2004. V. 93. P. 262-281.
16. Maynard J. B., Valloni R., Ho Shing Ju. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basin // J. Geol. Soc. Am. Spec. Publ. 1982. No. 10. P. 551-561.
17. Murphy J. B., MacDonald D. L. Geochemistry and tectonic discrimination of Late Proterozoic arc-related volcanoclastic turbidite sequences, Antigonish Highlands, Nova Scotia // Can. J. Earth Sci. 1993. V. 30. P. 2273-2282.
18. Roser B. D., Korsch R. J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO_2 content and $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ratio // J. Geol. 1986. V. 94. P. 635-650.
19. Roser B. D., Korsch R. J. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data // Chem. Geol. 1988. V. 67. P. 119-139.
20. Spalletta C., Venturini C. Conglomeratic sequences in the Hochwipfel Group: a new palaeogeographic hypothesis on the Hercynian flysch stage of the Carnic Alps // Jb. Geol. Bundesanst. 1988. V. 131. P. 637-647.

О ПРИРОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДИСТЫХ ГЛИН ГУМЕШЕВСКОГО МЕДНО-СКАРНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А. Г. Баранников, К. П. Савельева, Л. М. Амирзанова

Гумешевское медно-скарновое месторождение на Среднем Урале располагается на контакте интрузивных и карбонатных пород девона. Приурочено к аллохтонной части сдвигово-нальвовой в зоне влияния крупного разлома, где проявлены метасоматические процессы скарнирования, пропилитизации и золотосодержащих березитизации, аргиллизации. Медистые глины возникли при разрушении окисленных первичных руд, их перемещении и накоплении в зоне глубокого мезозойского карста. Медьсодержащие глинистые породы золотоносны. Они рассматриваются в ранге самостоятельного геологического-промышленного типа.

Ключевые слова: глины, медь, золото, скарны, березиты, аргиллизиты, карст, геологический-промышленный тип.

Gumeshovsky copper-scarn deposit in the Middle Urals is located on the border of intrusive and carbon solids of Devon. It is associated with allochthonous part of displacement-overlapping fault in the zone of influence of a big fracture, where metasomatic processes of scarring, propilitization and gold-bearing beresitization, argillization are revealed. Copper containing clays occurred during destroying of primary oxidized solids, their dislocation and accumulation in the zone of deep Mesozoic karst. Copper containing clay solids are auriferous. They are being reviewed in the range of independent geology-industrial type.

Ключевые слова: глины, медь, золото, скарн, березиты, аргиллизиты, карст, геологический-промышленный тип.

Из истории открытия и освоения месторождения

Гумешевское месторождение является одной из достопримечательностей Среднего Урала. На нем при разработке медных руд впервые на Урале обнаружен малахит, пригодный для художественных изделий. Согласно археологическим находкам и архивным материалам [1, 2, 6], вдревние времена (в конце первого тысячелетия до н. э. или в первой половине первого тысячелетия) на самом месторождении и на близрасположенной г. Думиной выплавлялась медь. По остаткам плавки (шлакам – «изгарнитам») в сохранившихся старым горным выработкам местные жители Сергей Бабин и Козьма Сулея в 1702 г. заново открыли месторождение. Выявленные медные руды оказались необычными по облику и составу. Поэтому разработка месторождения началась значительно позднее – по распоряжению Г. В. де Генинга. Руды, названные «мединым илом», перевозились за 40 верст на Уктусский, затем на Екатеринбургский заводы. Систематические добывочные работы проходятся на 1735 г., когда было пройдено несколько шахт по «бедой мягкой глине с медной зеленью».

Планомерная и интенсивная эксплуатация месторождения продолжалась вплоть до 1874 г. В первой половине XVIII века рудники посетили и выполнили описание медных руд и скоплений малахита выдающиеся геологи и исследователи Урала. Среди них П. С. Паллас (1770), И. И. Лепехин (1770), академики И. П. Фальк, И. Ф. Герман, а в первой половине XIX века Н. С. Иопов, А. Гумбольдт, Г. Розе, профессора Г. Е. Щуровский, П. В. Еремеев и др. В 1870 г. для обследования месторождения и его оценки был приглашен горный инженер А. М. Померанцев. В докладной записке он оценил протяженность рудоносной зоны в 2,5 км. В центральной ее части, имеющей протяженность 640 м и ширину 240 м, было пробито до 200 шахт и шурфов глубиной до 150 м.

Подземные работы на окисленные руды прекратились в 1871 г. В последующие годы основным объектом освоения на месторождении явился малахит. Его отработка велась подземным способом вплоть до 1854 г. [6]. На месте старых разработок сформировались обширные отвалы медьсодержащих глинистых пород. Они явились объектом промышленного освоения на основе гидрометаллургического передела (1907–1917, 1925–1930).

В 1938 г. начались геологоразведочные работы на сульфидные руды, а в 1939 г. – на окисленные. Они с большими перерывами продолжались вплоть до 1994 г. Подсчет запасов окисленных руд с их утверждением в ВКЗ (ГКЗ) производился неоднократно. Рассматривались различные варианты отработки медистых глин открытым способом при весьма низком (порядка 0,3–0,4 %) бортовом содержании меди. На базе материалов разведочных работ, выполненных ОАО «Уралцветметразведка» и «Уралгипромруд», в 2002 г. подготовлено обоснование инвестиций в строительство опытно-промышленного предприятия по отработке окисленных руд в зоне техногенеза способом подземного сернокислотного выщелачивания. В настоящее время данный проект успешно реализуется [4].

Учитывая своеобразие состава и строения нетипичных для уральского региона рыхлых медистых руд, авторы публикации считают целесообразным рассмотреть ряд актуальных вопросов, в том числе касающихся: а) геологической позиции Гумешевского рудного поля и самого месторождения; б) характера проявленных на площади рудно-метасоматических процессов; в) особенностей состава и строения медистых глин, природы их формирования; г) признания соответствия «медистых глин» статусу геологического промышленного типа.

Геологическое строение рудного поля и месторождения

В геолого-структурном плане рудное поле, включающее Гумешевское месторождение, располагается в зоне сочленения Тагильского и Восточно-Уральского мегаблоков. Граница между ними соответствует шовной зоне, отвечающей Серовско-Маукскому глубинному разлому (рис. 1). Меднорудный объект находится в пределах блока, испытавшего импульсы тектонической активности на длительном отрезке геологической истории. Сказанное обусловило неоднократное проявление в пределах площади сдвигово-надвиговых дислокаций с образованием пластин аллюхтонного типа, а также сопутствующего им полихронного магматизма и метасоматических процессов.

В строении рудного поля принимают участие туфогенно-осадочные породы кунгур-

ковской свиты нижнего девона и карбонатная толща нижнего-среднего девона. Среди пород кунгурковской свиты выделяются ритмично переслаивающиеся туфоконгломераты, туфоконгломератобрекчи, туфопесчаники, туфоалевролиты, углеродсодержащие фильтровидные сланцы, известняки в виде прослоев и малых тел мощностью до 10–15 м. Карбонатная толща сложена в разной степени мраморизованными известняками. Контакт между породами кунгурковской свиты и карбонатной толщей текстовический. Мраморизованные известняки толщи приурочены к аллохтону субмеридионально ориентированного сдвиго-надвига. Туфогенно-осадочные породы находятся в его автохтоне. Граница между ними проходит по серпентинитовому меланжу, вскрытому в подошве аллохтона. Карбонатная толща рассечена интрузией кварцевых диоритов среднего девона (Гумешевский массив). Западная граница рудного поля проведена по фронтальной части сдвиго-надвига, восточная – по разлому в тыловой его части. В зоне разлома находится малый массив габбро и ряд тел серпентинитов протрудиной природы (см. рис. 1).

Гумешевское месторождение приурочено к аллохтону сдвиго-надвига. В его строении участвуют мраморизованные известняки карбонатной толщи. В центральной части толща пересечена субмеридионально ориентированным телом кварцевых диоритов мощностью до 600 м, протяженностью до 6,0 км и пологим (25–30°) восточным падением (Черсанов, 1989). В южной части месторождения массив разветвляется на ряд субпараллельных субмеридиональных даек. Западнее и восточнее массива известняки пересечены серией субпараллельно ориентированных даек и жил кварцевых диоритов (гранодиоритов) разного размера, а также малых по мощности даек замирофиридов (одинитов, спессартитов, керсантитов). В подошве аллохтона находятся брекчииевидно-обломочные серпентиниты мощностью 10–15 м – в тыловой и 1–2 м – во фронтальной частях сдвиго-надвига. К востоку от тыловой части сдвиго-надвига, трассируемых телами серпентинитов, закартированы ритмично переслаивающиеся туфогенно-осадочные породы автохтона, относящиеся к кунгурковской свите.

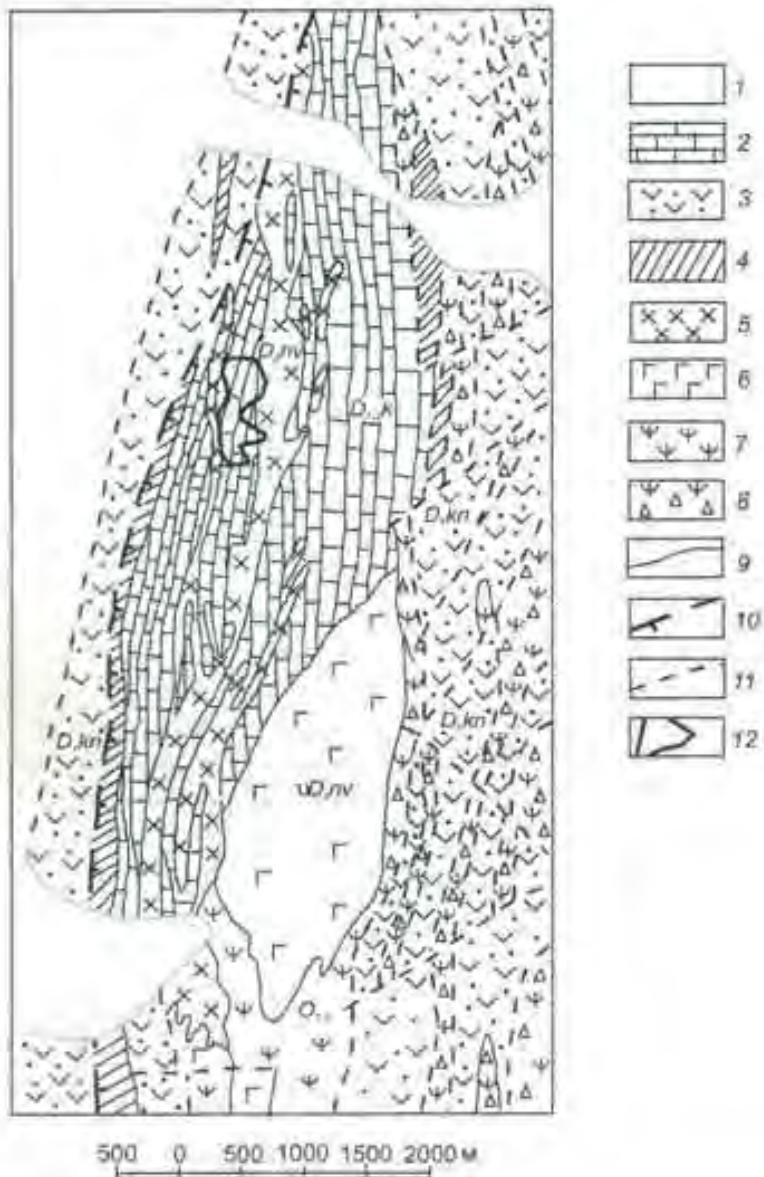


Рис. 1. Геолого-структурная позиция Гумешевского месторождения
(по материалам В. Ф. Копанева и др., 1999 г.):

1 - аллювиальные отложения современной гидросети; 2 - известняки карбонатной толщи нижнего-среднего девона; 3 - ритмично пересекающиеся туфоконгломераты, туфоконгломератогравелиты, туфогравелиты, туфогалегриты, ультрадиспергистые филлитовидные сланцы кунсурской свиты нижнего девона; 4 - хлорит-эпидот-актинолитовые сланцы по породам основного состава; 5 - порфирокластические флюориты, кварцевые диориты; 6 - лабрадор; 7 - серпентиниты, аносерпентинитовые тальк-хлорит-карбонатные тримезит-хлоритовые порфиды нижнего-среднего ордовика; 8 - брахиевидные серпентиниты; 9 - границы горючих; 10 - фронтальная часть надвига; 11 - текtonические нарушения; 12 - контур месторождения медистых глин.

Кварцевые диориты представлены равнозернистыми и порфировидными породами. Их минеральный состав – полевой шпат, кварц, роговая обманка. Вторичные минералы: эпидот, пиззит, яльбит, хлорит, актинолит,

кальцит, серицит, пумпеллит. Аксессорные: магнетит, сфен, апатит, редко широкон. Равнозернистыми являются кварцевые диориты основного тела, порфировидные разности находятся в западной части месторождения.

По данным химических анализов, кварцевые диориты центрального тела в дайки являются калий-натровыми разностями. Даики принадлежат апофизам основного тела, на глубине 430 м они сливаются в единое интрузивное тело (Черепанов, 1989).

Рудно-метасоматические процессы

В интрузивных и карбонатных породах альлюхтона сдвиг-надвига зафиксирован ряд метасоматических процессов: скариловый, пропилитовый, лиственит-березитовый и низкотемпературный аргиллизитовый [5]. Последний представлен двумя фациями: собственно аргиллизитовой, развитой по интрузивным образованиям, и эжаспероидной – по карбонатным породам.

Наиболее ранним является скариловый меднорудный процесс. Скарины представлены несколькими разновидностями: гранатовыми – андрадитсодержащими (развиты на контактах с мраморами среди кварцевых диоритов), эпидот-гранатовыми (чаще в экзоконтактах гранатовых скаринов), эпидотовыми (окаймляют «залежи» гранатовых скаринов). Мощность скаринов изменяется от нескольких сантиметров до первых метров. На месторождении рудоносными являются лишь 20 % скарированных пород. Они приурочены в основном к участкам с повышенной трещиноватостью. Признаков скарилового процесса в породах автохтона не обнаружено.

Обобщение собранных материалов позволило А. И. Грабежеву сопоставить Гумешевское месторождение с объектами скариово-медно-порфирового типа [3]. Особенностью подобных месторождений в отличие от магнетит-скариновых является их связь с порфировидными гранитондами, широкое проявление процессов кислотного выщелачивания (сернистизация), а также гистерогенное разложение скаринов. Генетическая интерпретация месторождения как скариово-медио-порфирового позволяет прогнозировать оруденение золото-медио-штокверкового и золото-кварцевого типов в пределах массива кварцевых диоритов и в породах его обрамления.

В пределах рудного поля выделено несколько типов медных руд: медное вкрашенное в гранатовых скаринах и кварц-карбонатных

породах; медистые колчеданы в виде линейно вытянутых компактных тел линзо- и пластообразной форм (в нижней части месторождения). Наиболее крупное по размеру рудное тело (по простианию до 600 м) отмечено в скаринах. Осгиются неоцененными перспективами месторождения в отношении вкрашенного оруденения медно-порфирового типа. Так, в западном борту полигона были вскрыты (при строительных работах) минерализованные порфировидные кварцевые диориты. Содержащуюся в них вкрашенную минерализацию (пирит, халькопирит с обильными пленками и гнездами медной зелени) можно рассматривать как прямой поисковый признак оруденения медно-порфирового типа.

При документации керна скважин установлено наложение на скарины в приразломных зонах метасоматитов пропилитовой формации с минеральной ассоциацией: хлорит группы делессита, кварц в виде деформированных зерен, доломит, эпидот, тремолит, гематит.

Лиственит-березитовый процесс в пределах альлюхтона наложен в основном на интрузивные образования, в том числе подвергнутые скариновому метасоматозу. Березитизация характеризуется минеральной ассоциацией: хлорит (делессит) + кварц + серицит (мусковитового типа) + карбонат (ряд доломит-анкерит, реже брейнерит) + пирит обычно кубической, реже агрегативной формы в количествах от 1-2 до 10 %. С кварцем и сульфидами в сростках находится золото в количествах от десятых долей до 1,6 г/т.

Продукты наиболее позднего низкотемпературного гипогенного аргиллизитового процесса наложились в основном на более ранние гидротермалиты (скарины и березиты), развитые по интрузивным породам в пределах альлюхтона. Процесс развивался в две стадии. Ореолы аргиллизитов ранней стадии (стадия кислотного выщелачивания) диагностируются по минеральным ассоциациям: гидрослюдиды – иллит (ряд серицит – гидрослюдид модификации 2M₁), кварц халицедоновидный, реже склеропроститидный, каолинит, смектит (хлорит-монтмориллонит). В стадию сопряженного осаждения формировалась ассоциация: хлорит группы пенинина, железистый карбонат (анкерит либо сидерит) обычно тонкотернистый, «рисовидный» кварц, цеолиты, тонко-

зернистый пирит сложных кристаллографических форм и свободное золото. Максимальное развитие аргиллизитов установлено в западной части месторождения на контактах основного тела и цек кварцевых диоритов с мраморизованными известняками.

Основным минералом рудоносных (золотосодержащих) аргиллизитов является пирит, проявленный в виде мелкой (до 1 мм) рассеянной вкрапленности, реже в виде гнезд и тонких прожилков. Содержание его в глинистой массе колеблется от 1-2 % (во внешних зонах метасоматитов) до 20-30 % (в их внутренних зонах). Морфология выделений пирита разнообразна: преобладают пентагонодекаэдры, кубы, их комбинации, реже октаэдры и зерна сложных очертаний. В центральных частях рудоносных зон отмечены блеклые руды в долах процента, галенит, сфalerит, халькопирит — в единичных знаках. Атомно-абсорбционным и пробирным анализами изучена золотоносность пиритовых концентратов, отобранных из разных зон аргиллизитов. По данным Н. П. Кокорина, в пиритах из внешней зоны метасоматитов они составляет 0,26 г/т, в пиритах внутренней зоны — до 62,6 г/т.

Состав и строение мелистых глин

С поверхности Гумешевское месторождение перекрыто чехлом рыхлых образований с большим колебанием мощности (от первых до 150 – 180-200 м). Наибольшая мощность чехла приходится на приконтактовые зоны кварцевых диоритов и мраморизованных известняков (карстовая впадина). В этих рыхлых образованиях находятся медьсодержащие продукты гипогенического преобразования эндогенных руд. Среди них «медиистые глины» с содержанием меди от 0,4 до 4,0 % (рис. 2). В последних присутствуют медьсодержащие минералы зоны окисления гипогенических (первичных) руд: малахит, куприт, хризоколла, азурит; в малых количествах — самородная медь, брошантит, ковеллит, атакамит, скородит, сурьминные охры и свободное золото. В незначительных количествах отмечены сульфизы: пирит, халькопирит, борнит, сфalerит, тетраэдрит, арсенопирит, марказит.

Литологические карстовые накопления представлены линзами и гнездами разнообразной формы перемещенных кор выветривания, незакономерно пересланывающимися с обогащенными серпентит-гидрослюдисто-кварцевыми образованиями, полосчатыми пестроцветными глинями каолинового состава, кварц-кремнистой сырьевой и жеодами бурого железняка. Обломочный материал размерностью от первых сантиметров до крупных глыб разнообразен по составу, представлен выветрелыми диоритами, скарнами, мраморами, кварц-карбонат-хлоритовыми сланцами, скоплениями желваков и линз бурого железняка без какой-либо закономерности в их распределении.

Карстовая впадина, вмещающая медистые глины, изучена буровыми скважинами более чем на 3,0 км. Имеет отчетливое асимметричное строение. В центральной части и западном борту днище карстовой впадины имеет неровный рельеф, постепенно понижающийся к востоку. В восточном борту на контакте кварцевых диоритов и мраморизованных известняков установлена карстовая щель глубиной до 120-180 м. Залежь окисленных руд прослежена на расстоянии 2,5 км при ширине от 150 до 200 м.

Процессы окисления, интенсивно проявленные в рыхлой толще карстового заполнения, привели к почти полному замещению первичных руд и формированию зоны вторичного сульфидного обогащения. В южной части залежи в пределах зоны сульфидной (пиритовой) сырьевой отмечено присутствие «медиистой черни» (данные В. И. Жернакова, 2005). Основным минеральным концентратом меди является малахит, в меньшей степени куприт и самородная медь.

По результатам опробования разведочных скважин на медь проведено исследование распределения металла в вертикальном разрезе рыхлой толщи по линиям 10, 11 (северная часть месторождения), 25, 26 (центральная часть) и 47, 48 (южная часть). С этой целью геологические разрезы с вынесенными результатами опробования условно разделены на горизонты с интервалами в 25 м. Собранные информации по каждому условному «слою» были обработаны с использованием программных документов (STATISTICA 6.0, SERFER).

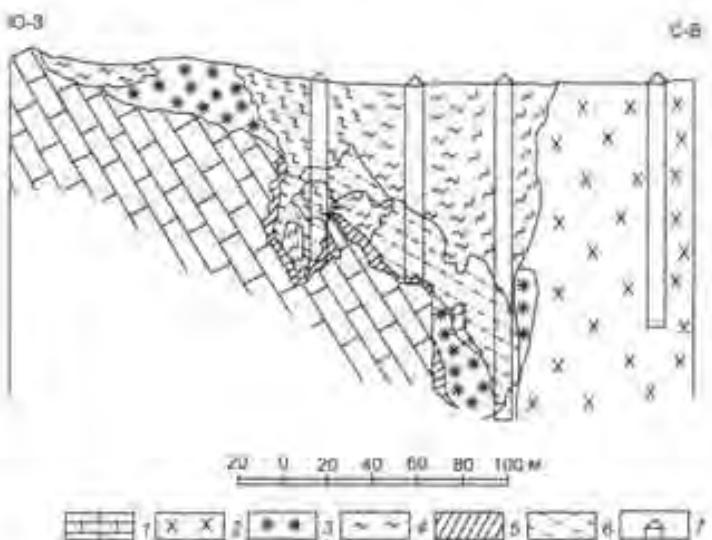


Рис. 2. Геологический разрез глубокой карстовой зоны Гумешевского месторождения (по материалам эксплуатационной разведки, 1904–1905 гг.):

- 1 – известники лаккарстинные;
- 2 – доломиты;
- 3 – окристые бурожелезняковые образования;
- 4 – разновидности мединых глин;
- 5 – глинистые образования различного состава;
- 6 – магнетитсодержащие глины;
- 7 – медистые глины с магнетитовой лезвией и самородной медью;
- 7 – разведочно-эксплуатационные выработки.

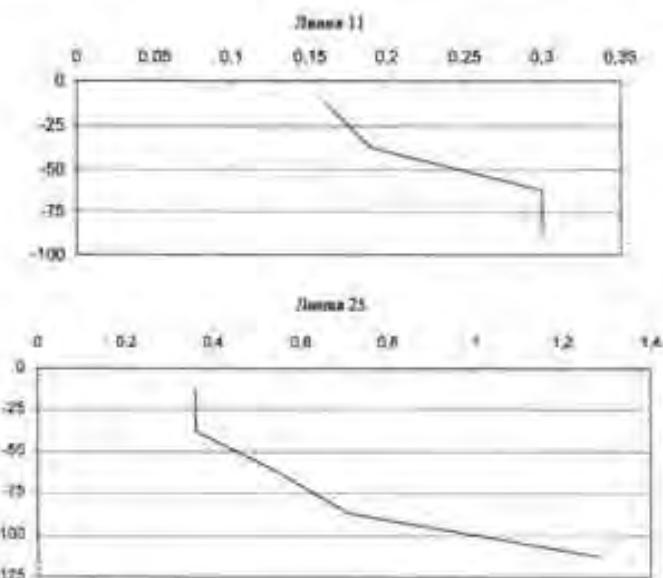


Рис. 3. Графики изменений рассчитанных средних значений концентраций меди (%), ось абсцисс – с глубиной (м), ось ординат) в медистых глинах Гумешевского месторождения (линии 11 и 25)

и отражена на графиках. Их анализ позволил отметить следующее.

В большинстве изученных разрезов (линии 10, 11, 25, 26) отчетливо проявлена тенденция возрастания рассчитанных значений меди с глубиной (рис. 3). Эта же закономерность прослеживается и при анализе отстроенных схем распределения содержаний

меди (изоконцентрат) в разрезах. По линии 10 в центральной части выделен обогащенный медью участок. Однако наиболее высокие концентрации меди установлены в нижних частях разреза. По линии 11 они проявлены также в донных частях разреза (интервал 50–75 м) (рис. 4). Именно в этом горизонте при статистической обработке данных опробова-

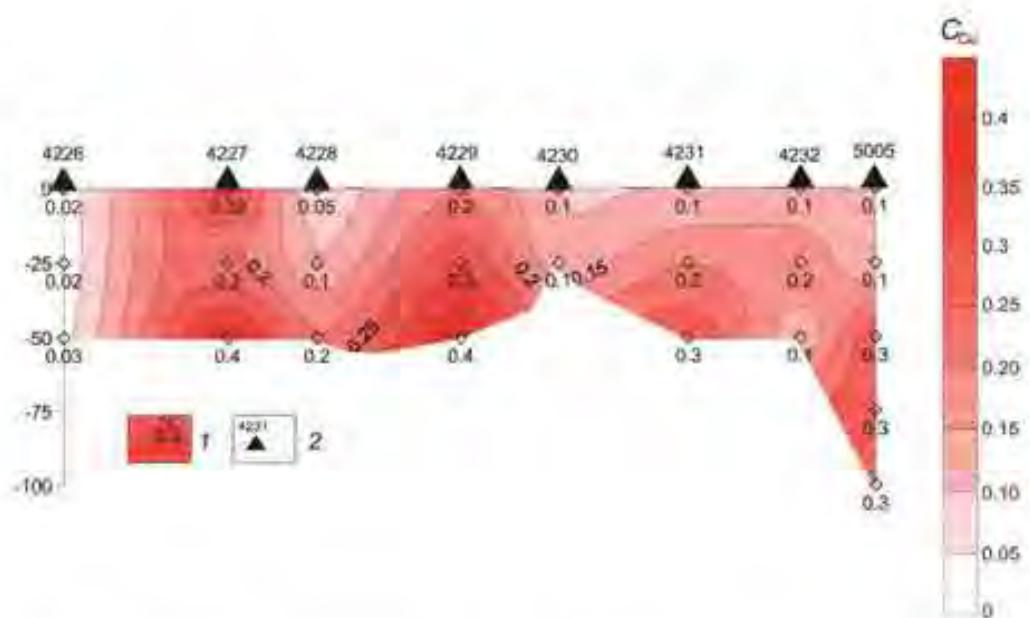


Рис. 4. Характер поведения изоконцентрат меди в геологическом разрезе медистых глин (л 11);
1 – значения изоконцентрат меди (%); 2 – устья разведочных скважин

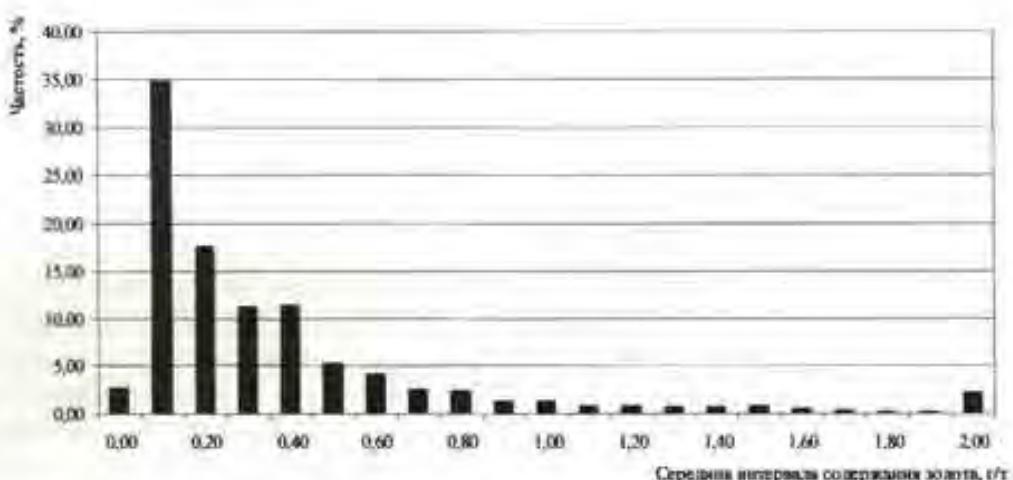


Рис. 5. Гистограмма распределения содержаний золота, г/т (по данным ОАО «Уралгидромедь»)

ния установлены наиболее высокие значения содержаний меди, а статистические параметры распределения ее отражают высокий уровень изменчивости (см. таблицу). Близкая картина отмечена и при обобщении данных по линии 25.

Особый интерес представляет присутствие в окисленных рудах месторождения благородных металлов, в первую очередь золота. Содержание золота, по данным пробирного анализа, варьирует от 0,05 до 34,92 г/т. Отсторо-

енная гистограмма (рис. 5) отражает общий невысокий уровень содержания благородного металла. На диапазон содержаний от 0,05 до 0,60 г/т приходится порядка 89 % всех изученных проб, а в диапазоне 0,05-1,0 г/т – 96 %. По данным фазового анализа усредненной технологической пробы (Заболоцкий А. И. и др.) установлено, что золото большей частью (56, 5 %) связано с пиритом и другими сульфидами. Несколько меньше его в оксидах и гидроксидах железа (30,1 %). На

**Статистические параметры распределения концентраций меди
в пределах разведочных линий**

Глубины, м	Кол-во проб	Миним. знач., %	Максим. знач., %	Среднее знач., %	S^2	S	A	E	V
Линия 11									
0-25	107	0,01	0,62	0,16	0,02	0,13	1,07	0,89	80
25-50	71	0,01	0,87	0,19	0,02	0,16	1,16	3,6	84
50-75	16	0,10	1,22	0,30	0,08	0,28	2,58	2,2	93
75-100	17	0,10	0,65	0,30	0,03	0,17	0,83	0,42	56
Итого	211								
Линия 25									
0-25	14	0,10	0,75	0,36	0,05	0,22	0,43	1,06	67
25-50	47	0,04	1,03	0,36	0,07	0,26	0,91	0,01	72
50-75	65	0,08	3,74	0,55	0,30	0,55	3,27	15,7	100
75-100	46	0,10	3,37	0,71	0,55	0,74	1,94	3,77	104
100-125	18	0,08	4,24	1,28	1,42	1,19	1,39	1,44	92
Итого	184								

Приложение. S^2 – дисперсия, S – стандарт, A – показатель асимметрии, E – показатель эксцесса, V – коэффициент вариации.

долю свободного золота приходится 9,9 %, в кварце и нерудных минералах – 0,2 %. По этим данным сделан вывод: на основе применения оксиклеридного выщелачивания может быть извлечена при длительном окислении только часть золота, связанного с сульфидами. Степень окисления может возрасти в случае применения на первой стадии в качестве окислителя трехвалентного железа.

Свободное золото, выделенное при промывке разведочных и технологических проб, отвечает мелким и тонким классам крупности. Представлено зернами рудного облика различных морфологических разновидностей – комковидных, кристалломорфных, реже прожилково-пластичных, брусковидных и иных очертаний. Ряду золотин свойственна округленность очертаний, связанная возможно с растворением в зоне гипергенеза. Отмечено выделение на их поверхности «голового» золота (Урванцев, 2000).

С. В. Яблоковой (2000) установлено присутствие в медистых глинах золота двух генераций. Ранняя генерация золота высокопробная (930 – 945 %), отмеченная в ассоциации с галенитом, кварцем, скорее всего, отвечает березитовому процессу, поздняя – средней пробы (800 – 850 %) – установлена в виде кайм на высокопробном золоте. Этот металл ассоциирует с медисто-бромистыми минералами. С учетом других признаков (микровлю-

чения ртути, связь с геохимическими аномалиями сурьмы, мышьяка, ртути) это золото можно связывать с низкотемпературным аргиллизитовым процессом.

Выводы

1. Гумешевское месторождение скарново-мединопорфирового типа расположено на Среднем Урале в пределах тектонического блока, испытавшего неоднократные сдвигово-надвиговые дислокации, приурочено к альтохтонной части сдвигово-надвига.

2. Интрузивные и карбонатные породы в зоне альтохтона испытали неоднократное наложение процессов метасоматизма – скарновой, пропилитовой, лиственит-березитовой и низкотемпературной аргиллизитовой (джаспероидной) формаций. Низкотемпературные метасоматиты проявились во времени близко с процессами химического выветривания.

3. Месторождение медистых глин приурочено к протяженной (до 3 км) карстовой депрессии в приконтактовой зоне кварцевых диоритов и мраморизованных известняков. Повышенные концентрации меди в глинах возникли при разрушении оруденения медно-скарнового и возможно меднопорфирового типов. Состав и строение продуктивной рыхлой толщи свидетельствуют в пользу того, что поступление рудного вещества в зону древнего

(мезозойского) кирста происходило не за счет пассивного сползания обломков с бортовых частей депрессии, а под воздействием тектонического фактора при перемещении крупных пластин и глыб минерализованных пород в базисную зону.

4. Процессы химического выветривания, интенсивно проявленные в юрско-меловое время, обусловили гипергенную миграцию меди с формированием малахитоодержащей зоны вторичного обогащения.

5. Присутствие в медистых глинях золота (как связного, так и свободного) может быть связано с проявлениями метасоматизма, отвечающего различным геотектоническим режимам, в том числе скарновому, лизенит-березитовому, аргиллизитовому, джасперидному.

6. Есть основание медистые глины рассматривать в ранге самостоятельного геологического промышленного типа, имеющего на Урале весьма ограниченное распространение. В качестве близких по генезису аналогов можно назвать объекты в пределах Меднорудинского и Высокогорского рудников, площади в пределах пос. Нейворудянка, Шурала, вблизи Турьинских рудников и т. д. [2, 6].

Авторы призывают работников геологической службы ОАО «Уралгидромедь» за оказанное содействие в выполнении этой публикации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берс Е. М. Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск: Свердл. кн. изд-во, 1963.
2. Вертушков Г. И. Гумешевское месторождение малахита на Урале // Минералогия и петрография Урала: Труды СГИ. Вып. 106. Свердловск: Изд-во СГИ, 1975. С. 3-26.
3. Генетическая типизация Гумешевского медно-скарнового месторождения (Средний Урал) / А. И. Грабежев, В. И. Сотников, А. А. Бороников и др. // Доклады Академии наук. 2001. Т. 380, № 2. С. 242-244.
4. Предварительные результаты отработки опытно-промышленных блоков скважинного подземного выщелачивания меди на Гумешевском месторождении / А. И. Заболоцкий, И. Э. Яценко, Т. Н. Ситникова и др. // Горная промышленность. 2008. № 5. С. 17-21.
5. Проявление залиторудного метасоматоза в районе Гумешевского месторождения / К. П. Савельева, Н. П. Кокорин, Д. А. Костромин и др. // Метасоматическая зональность полигенных и полихронных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 1997. С. 66-67.
6. Семенов В. Б. Малахит. Том 2. Хроника, документы, комментарии. Свердловск: Сред.-Уральск. кн. изд-во, 1987. 160 с.

УДК 553.07(470.5)

УРАЛЬСКИЕ РАННЕКОЛЛИЗИОННЫЕ ШЕЕЛИТОНОСНЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ЖИЛЫ

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

Приведено детальное описание жильного кварца раннеколлизионных кварцевых жил Торговского, Березовского, Кедровского, Гумбейского, Айдырлинского месторождений, несущих вольфрамовую и золотую минерализации. Показана их генетическая связь с массивами гранитоидов тоналилит-гранодиоритовой и монzonитовой формаций. Обосновывается образование кварцевых жил в дорудный этап формирования месторождений, а в последующие этапы и стадии на эти кварцевые тела наклонились вначале вольфрамовая, а затем золотая минерализации.

Ключевые слова: кварц, шеелит, коллизия, Урал, золото.

Detailed characteristics are given of veined quartz of early collision quartz veins of Torgovsky, Berezovsky, Kedrovsky, Gumbeysky, Aidyrlinsky deposits with tungsten and gold mineralization. Their genetic relation with granitoid massifs of tonalite-granodioritic and monzonite formations is shown. Formation of quartz veins before ore stage of deposits formation is substantiated. During the following stages and phases, first tungsten (more early) and then gold mineralization were superimposed onto these quartz bodies.

Key words: quartz, scheelite, collision, the Urals, gold.

На золоторудных, редкометалльных, хрустальноносных месторождениях кварцево-жильного типа, наряду с кварцевыми телами перекристаллизации, замещения, выполнения, довольно часто встречаются кварцево-жильные образования сложной онтогенеза, формирование которых проходило не в один, а в несколько этапов и в которых документируются процессы перекристаллизации, выполнения и замещения кварца, причем чаще в несколько стадий. Такие кварцевые жилы являются полигенными и полихронными образованиями. К телам сложной онтогенеза относятся рудные кварцевые жилы [17, 18].

На современной стадии изученности на уральских золоторудных месторождениях выделяют два генетических типа оруденения, которые представлены двумя, существенно отличающимися по составу, условиям замещания и морфологии типами кварцевых жил. К первому типу относят ранние шеелитоносные кварцевые жилы, а жилы второго типа являются золотоносными [4, 13].

Ранние кварцевые жилы с шеелитом на уральских золоторудных и вольфрамовых месторождениях в той или иной степени изучены на Торговском [15], Кедровском [23, 4, 13], Березовском [4, 13], Юго-Коневском [21], Кочкиарском [22], Гумбейском [10, 14], Великонетровском [21], Айдырлинском [8] месторождениях. В результате изучения строения рудных тел, их состава и текстурно-структурных особенностей руд установили сложный непрерывно-прерывистый процесс их формирования. Образование рудных тел осуществлялось последовательными стадиями, характеризующимися иногда различными по составу минеральными ассоциациями, разобщенными перерывами внутренней тектоники.

Наши исследования на шеелитоносных кварцевых жилах Березовского, Кедровского, Юго-Коневского, Кочкиарского, Гумбейского, Айдырлинского и других месторождений и

исследование кварцевых тел месторождений кварцевого сырья позволили проследить стадийность изменения кварца жил этих месторождений и восстановить характеристику первичного жильного кварца этих тел:

Преобладающая часть шеелит-кварцевых месторождений локализуется в гранитоидах повышенной основности (гранодиоритах, сиенитах), а меньшая – в различных породах кровли. Во всех случаях такие месторождения оказываются приуроченными к наиболее пологим (висячим) kontaktам гранитоидных массивов. Обычно они представлены обособленными друг от друга, единичными, но мощными полевошпат-кварцевыми и кварцевыми жилами длиной от 200 до 1500 м и более (Березовское, Кедровское, Великонетровское, Айдырлинское), реже – группами таких жил (Бурановское). Большой частью эти месторождения связаны с трещинами и зонами скальвания, имеют меридиональное, северо-восточное, северо-западное простирание и сравнительно пологое падение [11]. На примере Бурановского месторождения установлено, чтоrudовмещающие трещины в дайках этого месторождения относятся к типу тектонических, преимущественно сколовых, и в структурно-генетическом отношении они отличаются от лестничных Березовского месторождения, но близки к трещинам, вмещающим красичные жилы молоковской свиты. Подобные типы структуры следует ожидать не только в дайках изверженных пород, а в любых пластичнообразных блоках, отличающихся физико-механическими свойствами от вмещающих пород [3].

Остановимся более подробно на описании шеелитоносных кварцевых жил таких золоторудных месторождений, как Кедровское, Березовское, Гумбейское, Великонетровское, Айдырлинское. Эти объекты выбраны потому, что первичные кварцевые жилы с шеелитовой минерализацией на них отличаются по степени деформированности и измененности

последующими геологическими процессами, что позволяет проследить общие закономерности их образования и последующих преобразований. Больше внимания мы уделили жильному кварцу.

Торговское месторождение описано по материалам Н. П. Юшкина и др. [15], которое является комплексным вольфрам-молибден-висмутовым с акцессорной медной, оловорудной и бериллиевой минерализацией. Оруденение контролируется зоной сложного разлома, заложенной на контакте хлоритовых сланцев в порфировых риолитах. Рудные минералы развиты в пределах всей рудоносной зоны, которая представляет единое рудное тело со сложным внутренним строением, но преимущественно локализуется в дорудных кварцевых жилах, телескопируя их, и в сингенетичных оруденению кварцевых жилах выполнения и замещения. Минералообразование носило отчетливо выраженный стадийный характер с последовательной сменой берилл-шешитовой, кассiterит-пиритовой, молибденит-халькопиритовой и айкинитовой стадий. Основным источником рудного вещества являются граниты, из которых в процессе их метасоматической переработки выносились с гидротермальными растворами все рудные компоненты. Возраст месторождения определяется как позднекаменноугольный – раннепермский (интервал формирования по данным калий-argonового метода $318 \pm 10 - 264 \pm 8$ млн лет) [13].

Рудоносные кварцевые жилы Торговского месторождения имеют довольно сложное строение, обусловленное многостадийностью их формирования и неоднократно проявившимися процессами внутрижильной деформации и перекристаллизации минералов. Рудный этап, начавшийся с заложения долгоживущей зоны тектонической активности, явившейся подводящим каналом гидротермальных флюидов, наложился как на жилы дорудного этапа, так и на вмещающие их породы. Но основой рудоносных жил послужили кварцевые жилы выполнения, сформировавшиеся в дорудный этап развития месторождения.

Дорудный этап характеризуется формированием кварцевых жил, сложенных кристаллическим кварцем, с мелкочешуйчатым хлоритом и пластинчатым ильменитом в залыбандах.

Основным процессом изменения вмещающих пород в дорудный этап является альбитизация, в незначительной степени – мусковитизация.

Остановимся детальнее на характеристике наиболее ранней берилл-шешитовой стадии. Геохронологическая характеристика мусковита из продуктов берилл-шешитовой стадии калий-argonовым методом определяется в 318 ± 10 млн лет.

Берилл-шешитовая стадия подразделяется на закономерно сменяющие друг друга берилловую и шешитовую подстадии. В берилловую подстадию синхронно с отложением и перекристаллизацией кварца, альбита и кристаллизацией небольших количеств раннего хлорита происходила кристаллизация акцессорного берилла. Последний является наиболее характерным минералом этой подстадии. Синхронно с кристаллизацией берилла в ослабленных залыбандах жил кристаллизовались менее распространенные минералы в последовательности: апатит – монацит – ортит – эпидот – рутил – титанит. В это же время дорудный ильменит заменился гематитом.

Шешитовая подстадия характеризовалась кристаллизацией в начальные ее моменты вольфрамита, заместившегося в эту же подстадию шешитом. Затем шешит кристаллизовался самостоятельно. Кристаллизация шешита сопровождалась отложением значительных масс хлорита. В последние моменты в центральных частях кварцевых жил кристаллизовался доломит.

Шешит наиболее часто образует неправильной формы гнезда в жильном кварце, реже встречается в виде отдельных кристаллов. Шешит является одним из наиболее ранних минералов. В кристаллах шешита содержатся включения кварца, мусковита, хлорита, наблюдаются поверхности совместного роста шешита с хлоритом и пиритом. Кристаллы шешита имеют размер до 30 мм; но чаще – не более 2 мм. Облик их изометричный, реже несколько уплощенный, габитус тетрагонально-дипирамидальный. Цвет шешита белый, грязно-серый, иногда желтоватый или розоватый. Желтоватые разности характерны для шешита из метасоматических кварцевых жил и окварцованных порфировых риолитов.

Как показали исследования онтогенеза минеральных индивидов и агрегатов, кварц,

хлорит, полевые шпаты, мусковит кристаллизовались на протяжении всех стадий рудного процесса, но их максимумы приурочены к начальным (кварц, полевые шпаты, меньше хлорит), конечным (хлорит), реже к срединным моментам этих стадий. Что же касается других минералов, то они характерны только лишь для определенных стадий рудного процесса, которые отличаются вполне определенной минеральной специализацией.

Наибольшие преобразования претерпел первичный кварц дорудных жил, на который наложились процессы берилла-шешелитовой, кассiterит-паритовой, молибденит-халькофитовой и айкинитовой стадий. В итоге мало что осталось от первично-ростового кварца. Первичный кварц в значительной степени гранулирован и перекристаллизован и несет следы наложенной кристаллической минерализации.

Гранулированный кварц, образованный в результате деформации кристаллического, представлен сахаровидной молочно-белой разностью. Некоторые чечевицеобразные желваки жильного кварца покрыты сплошной сетью полос деформации, а монокристаллический кварц сохраняется только в острых углах линз, где напряжение, видимо, экранируются неровностями стенок трещин. Грануляция является не единственным процессом,

приводящим к формированию сахаровидного кварца; она всегда сопровождается перекристаллизацией продуктов крупного разрушения.

Гранулированный кварц нередко подвергается гидротермальной перекристаллизации с укрупнением индивидов и переходит в среднезернистый. В первую очередь перекристаллизуется кварц призальбандовых зон.

На современном этапе на месторождении резко превалируют линзовидно-четкообразные жилы. Эти кварцевые жилы залегают согласно со сланцеватостью пород, но несколько косо по отношению к сланцеватости сланцев и порфировых риолитов. Линзовидно-четкообразные жилы сложены желваками кварца самой разнообразной, но, как правило, удлиненной формы, разделенными друг от друга прослойками рассланцованный вмещающей породы (рис. 1). Форма желваков преимущественно чечевицеобразная, реже линзовидная, челикообразная, исправильная. Размер желваков от первых сантиметров в поперечнике и 5-10 см в длину до 50 см в поперечнике и 1-2 м в длину. Геолого-морфологические особенности и внутреннее строение желваков позволяют предполагать, что часть их являются булинами, образовавшимися в результате тектонического расчленения первично-пластообразных кварцевых жил и последующей перекристаллизации жильного кварца [15].

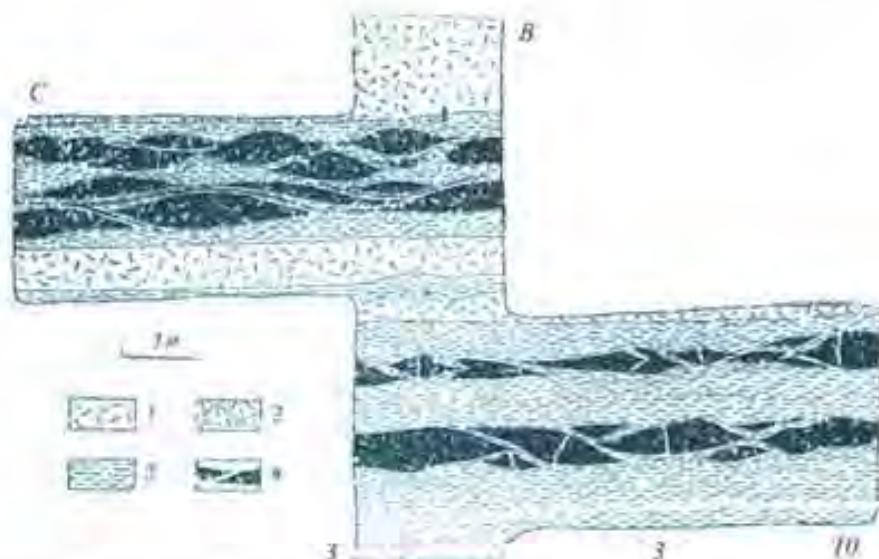


Рис. 1. Форма линзовидно-четкообразных и пластообразных жил Торговского месторождения (Металлогенический..., 1972):

1 – порфирокный риолит; 2 – порфирокный риолит рассланцованный; 3 – сланцы; 4 – кварцевые жилы

Березовское месторождение. Шеелитоносные кварцевые жилы залегают в туфогенных сланцах или зеленокаменных породах. Контакты этих пород с жилами резкие, во многих случаях наблюдается сильное рассланцевание, параллельное стенкам. Изменение вмещающих пород выражено слабо, причем в некоторых случаях почти незаметно невооруженным глазом. По морфологическим и структурным особенностям турмалин-шеелит-кварцевые жилы резко отличаются от кварцево-золото-колчеданных жил. Им свойственны северо-запад-западное простирание и пологое падение (угол 30-60°) к северу или северо-востоку, а также более или менее значительная — от сотен метров до 2,5 км — протяженность. По наблюдениям на Шеелитовом руднике (рис. 2) турмалин-шеелит-кварцевые жилы пересекаются кварцево-золото-колчеданными жилами, имея всегда одинаковое простирание, но отличаясь по углу падения [4].

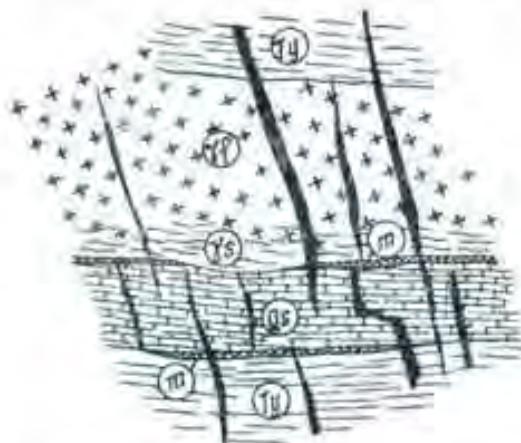


Рис. 2. Шеелитоносная жила 1, дайка Ост и прожилки кварцево-колчеданной формации. Березовский шеелитовый рудник (зарисовка забоя) (Бородавский и др., 1947):
1) туффиты; 2) пльзегранит-порфир (дайка Ост); 3) туфогенит-изагосишиит-порфир; 4) — мигматиты; 5) — шеелитоносный кварц; черные — золотоносные прожилки

Туффиты, пльзегранит-порфир (дайка Ост), туфогенит-изагосишиит-порфир, мигматиты, шеелитоносный кварц, золотоносные прожилки

Шеелитоносные жилы во всех случаях заполняют трещины сколового характера. На это с определенностью указывают особенности их строения и очень правильная, с линейными ограничениями форма, а также следы перемещения в стенах, милонитовые оторочки в контактах отчасти дорудного, отчасти посторудного возраста, штрихи скольжения,

и иногда направленные по падению, но чаще падающие к северу-западу [12].

Отличительным и в высшей степени характерным признаком шеелитоносных жил является их плитчатое сложение, которое обусловлено наличием многочисленных параллельных стенкам жилы трещин отдельности в кварце, выстланных сернистом. Обычно со стороны висячего бока наблюдается очень тонкоплитчатое, иногда сланцеватое строение, а в лежачем боку — менее совершенное грубоплитчатое или массивное. Массивные и плитчатые участки чередуются также и по простиранию, и по падению жилы, причем замечено, что массивный кварц приурочивается к местам перегибов, где возникают раздувы.

Шеелитоносные жилы, по данным П. И. Кутюшина [13], сложены серым мелкозернистым (реже грубозернистым) кварцем и неравномерно распределенными в нем черным турмалином и зеленовато-серым шеелитом. Пирит и другие сульфиды встречаются редко. Кварц составляет главную массу жильных выполнений. Макроскопически этот кварц имеет серый или светло-серый цвет, обычно среднезернистый, и в большинстве случаев обладает плитчатым сложением, обусловленным развивающейся параллельно стенкам жилы отдельностью. При макроскопическом изучении штуфов такого кварца в нем довольно отчетливо устанавливается система разветвляющихся тонких (2-3 см) прожилков белого, иногда просвечивающего крупнозернистого кварца второй генерации. Эти жилки нередко выходят в боковую породу и продолжаются в ней на некотором расстоянии.

В штифах под микроскопом первый плитчатый кварц представлен мутными средней величины (0,5-1,5 мм) зернами, иногда параллельно ориентированными с резко зазубренными границами и более или менее ясно выраженным волнистым угасанием. Кроме того, здесь же наблюдаются агрегаты гипидноморфного мелкозернистого, светлого кварца, окаймляющие более крупные зерна мутного аномального кварца. В ряде случаев мелкозернистый кварц, образующийся, по-видимому, в результате перекристаллизации среднезернистого кварца, наполовину замещает зерна последнего. Кварц, слагающий отдельные плитки, нередко обладает своеобразными

текстурами – «присовидной», неясно зернистой, с тенденцией отдельных зернышек к двуконечным кристаллическим ограничениям и «сетчатой», возникающей в результате выделения прозрачного сероватого кварца вдоль сетки тонких трещин в мутно-сером раннем кварце. Несколько генераций кварца, видимо близких по времени выделения, образуют систему взаимно пересекающихся макропрожилков [12]. Исследование В. А. Попова [18] онтогенеза кварца Березовского месторождения установлено, что в древних жилах кварц рекристаллизован и имел первичную крупнозернистую структуру.

В пределах Березовского рудного поля шеелит-кварцевые жилы встречаются в альмандинах Шарташского и Кедровского массивов [14]. Эти жилы имеют свои особенности по сравнению с вышеописанными кварцевыми телами, залегающими в зеленокаменных породах. Шеелитоносные кварцевые жилы Кедровского месторождения залегают кулисообразно, имеют значительную длину, характеризуются значительными колебаниями мощности на небольших расстояниях и разделены рядом пережимов. Простижение 110-115°, падение кругое северо-восточное 85-90°. Вмещающие породы – массивные, среднезернистые биотит-роговообманиковые граниты. Характерной особенностью кварцевых жил этого участка является наличие в них калиевого полевого шпата от розового до красного цветов; он приурочен главным образом к зальбандам и образует отдельные кристаллы и кристаллические агрегаты. Под микроскопом калиевый полевой шпат имеет типичное для микроклина решетчатое строение. Микроклин идиоморфен по отношению к кварцу [23]. В Кедровском массиве кварцевые жилы иногда сопровождаются гумбентами [6].

Жилы сложены массивным молочно-белым (различных оттенков) кварцем. Местами можно наблюдать узкие полоски, параллельные зальбандам, сложенные мелкокристаллическим полупрозрачным кварцем, представляющим, очевидно, более позднюю генерацию. Редкая мелкая вкрапленность шеелита наблюдается почти на всем протяжении жилы, повышенное содержание – на отдельных коротких участках.

Шеелит обладает обычной для него окраской различных оттенков – от почти бесцветного или светло-желтого до медово-желтого и буро-желтого. Шеелит под микроскопом во многих случаях представляется отчетливо более молодым, нежели микроклина, замещая последний по границам зерен или трещинкам в виде изометрических бесформенных зерен; в других случаях отношения их не ясны. Иногда шеелит содержит мелкие прожилки сфена. По отношению к кварцу шеелит под микроскопом большей частью отчетливо идиоморфен [23].

Образование шеелитоносных кварцевых жил генетически связано с раниеколлизионными гранитонидами тоналит-гранодиоритовой формации, возраст которых для данного района 340-320 млн лет [24].

Балканское (Гумбейское месторождение). Вольфрамоносные кварцевые жилы образуют шесть рудных участков, расположенных на поверхности на северном и южном контактах вытянутого в широтном направлении небольшого массива синцитов и синцитодиоритов, возраст которых методом U-Pb лазерной абляции составляет 294±8 млн лет [22]. Жилы находятся как в эндоконтактовой зоне массива, так и во вмещающих породах с разбросом на площади около 7 км². Жилы с вкрапленностью и гнездами на контактах шеелита имеют протяженность от 70 до 490 м при средней мощности от 10 до 60 см, падают на запад под углом 40-90°.

Жильный кварц сливной светло-серый (рис. 3), часто полосчатой текстуры. Вблизи зальбанда в нем наблюдается небольшое количество карбоната, ортоклаза, шеелита и сульфидов – пирита, халькопирита, галенита, тетраграфита и молибденита, которые располагаются преимущественно линзочками и цепочками, идущими параллельно зальбанду. Молибденит в виде примазок и реже розеток встречается по трещинам в зальбандовой части жилы или чаще в их окологильных оторочках, что свидетельствует о позднем выделении значительной части молибденита.

Гумбейские шеелитовые кварцевые жилы и гнезда окаймлены зонами светлой анкерит-ортоклазовой метасоматической породы мощностью от нескольких миллиметров до 15-20 см, которую Д. С. Коржинский назвал гумбентом. На расстоянии 1 мм от жильного



Рис. 3. Шеелитоносный кварц.
Балканское (Гумбейское) месторождение
шеелита. Обр. из фондов УГМ

кварца в ортоклазовых зернах встречаются решетки плагиоклаза с включениями серпинита. Плагиоклаз обычно окаймляется альбитом. Параллельно зальбанду расположены тонкие пластинчатые обломки измененной вмещающей породы, которые обрамляются розовой оторочкой, состоящей из ортоклаза, анкерита и примеси пирита. Эти пластинчатые обломки чередуются с цепочками ортоклаза, пересекающегося кварцевыми жилами.

Прослеживание одних и тех же кварцевых жилок в различных породах показывает, что состав околоводных оторочек резко меняется при переходе из одной породы в другую. Состав околоводных метасоматических оторочек определяется, с одной стороны, температурой и составом гидротермальных растворов, а с другой — составом пород, по трещинам которых поднимались эти растворы.

На основании балансов вычислено, что основная масса жильного кварца сложена привнесенным кремнеземом [10].

Великопетровское месторождение. Поля кварцево-рудных жил, главным образом шеелит-кварцевые, располагаются в тесной пространственной связи с выходами гранитных интрузий, тяготея к их краевым, периферическим частям. Кварцево-рудные жилы отчетливо контролируются зонами глубинных

разломов [19]. Кварцевые жилы этого рудо-проявления приурочены к западному эндоконтакту Великопетровского выступа интрузива и располагаются среди плагиогранитов возраста 291 — 4 млн лет [24].

Рудные кварцевые жилы имеют азимут простирания 300–330°, северное кругое (угол 70–75°) падение, протяженность по простиранию от 300–500 до 1000 м. При переходе в породы экзоконтакта жилы разветвляются и быстро выклиниваются. Для морфологии жил характерны линзовидные раздувы и утонения. Каждая жила, по существу, представляет собой ряд сближенных, кулисообразно расположенных более коротких жил. Жилы залегают среди интенсивно рассланцованных, местами милонитизированных пород мощностью до 3–5 м.

Минеральный состав жил простой. Главный минерал белый, серовато-белый кварц, слагающий (иногда с калиевым полевым шпатом) жилы на 90–95 %. Постоянно присутствует мусковит, образующий мало-мощные (несколько миллиметров) оторочки вдоль зальбандов и примазки в центральной части жил; нередко встречаются флюорит, кальцит, иногда турмалин, гематит. Из сульфидов резко преобладает пирит, в небольшом количестве встречаются висмутин, молибденит, халькопирит. В кварцевых жилах экзоконтактовой зоны интрузива отмечалось присутствие золота. Вольфрамовая минерализация во всех жилах представлена шеелитом [21].

Айдырлинское месторождение золота представлено кварцевыми жилами, залегающими среди гранитов и гранодиоритов или во вмещающих их породах. Содержание золота в жилах неравномерное, особенно богаты золотом верхние части жил. Руды редких металлов известны со времени находки в 1934 г. в кварце вкраплений шеелита в отвалах на жиле Сафоновской [20].

Кварцевые жилы приурочены к четырем типам трещин складывания, разрыва (Миасская), надвига (Уклопинская), красным (Сафоновская) [8].

Жила Уклопинская залегает в среднезернистых гранодиоритах, которые около жилы серпинитизированы и карбонатизированы. Простижение СВ 8°, падение 28–35° на восток, мощность варьирует в среднем около метра. Форма жилы четко выраженная линзовидная,

Жила сложена частью массивным кварцем, частью плитчатым. Мощные участки жилы сложены массивным кварцем с небольшой оторочкой плитчатого, а менее мощные — плитчатым кварцем.

Миасская жила залегает в среднезернистых гранодиоритах, длина составляет 1200 м, простирание СВ 82°, падение под углом 70–80° на север. Характерно кулисообразное поведение жилы: она состоит из отдельных частей, часто разобщенных одна от другой, при наличии маломощных участков, чередующихся с раздувами неправильной формы.

Сафоновская жила расположена на восточном контакте гранодиоритового массива и следует его очертаниям. Угол падения ее 65–70° на запад. Форма жилы линзообразная с раздувами до 2 м и пережимами до 0,1 м, длина по простиранию не менее 320 м. Кварц встречается как плитчатый, сильно минерализованный, так и массивный. Боковые породы — плотные и слабоизмененные гранодиориты.

Для Айдырлинского месторождения вполне отчетливо выделяются две стадии отложения минерального вещества. В начале процесса происходит отложение массы кремнезема, выполняющего трещины полости с явлениями изменения и метасоматоза боковых пород. Одновременно с этим происходит и выделение небольшого количества сульфидов (и золота), главным образом арсенопирита, развивающегося метасоматическим путем в боковых породах или в самой кварцевой массе в виде метакристаллов. В следующую стадию минерализации из остаточных растворов происходит отложение сульфидов и золота. Эта сульфидная стадия проявляется только в тех кварцевых жилах и в тех участках жил, которые под влиянием тектонических воздействий испытали дробление и в которых, следовательно, были подготовлены пути для циркуляции последующих порций растворов. Сульфиды вместе с золотом выполняют обычно тонкие трещины в кварце, нередко параллельные друг другу. Эти участки кварцевых жил и представляют собой богатые промышленные руды [7, 9].

Рудные жильные тела Айдырлинского месторождения сложены кварцем, в массе которого включены рудные минералы в количестве, не превышающем 2 %. Кроме

кварца из жильных минералов в небольших количествах в виде гнезд, вытянутых по простиранию, встречается кальцит белого или желтоватого цвета. Зоны массивного кварца обычно приурочены к мощным раздувам жил. Макроскопически это плотный, обычно серовато-белого цвета кварц с жирным блеском, просвечивающий в краях. Под микроскопом массивный кварц обнаруживает зернистое сложение с неправильными контурами зерен. Плитчатый кварц наблюдается обычно в мало-мощных участках жил или в периферийных частях более мощных участков, центральные зоны которых сложены массивным кварцем. Под микроскопом плитчатый кварц также обнаруживает зернистое сложение. Зерна имеют неправильную форму и обладают в большинстве случаев облачным угасанием. Рудные минералы наблюдаются чаще всего в виде цепочек, линзочек и тончайших жилок, то сплошных, то прерывистых, приуроченных к трещинам плитчатой отдельности. Наиболее минерализованными являются участки жил, сложенные преимущественно плитчатым кварцем. Эти участки имеют и наиболее повышенную золотоносность. Массивный же кварц обычно весьма слабо золотоносен (Иванов, 1948).

Кварцевые жилы Айдырлинского месторождения приурочены к трещинам разных систем, но все они являются близкими по времени образования и относятся к раннеколлизионным. В последующие стадии формирования месторождения на эти кварцевые тела наложились вначале вольфрамовая, а затем золотая минерализации. Это привело к усложнению минерального состава кварцевых жил, в которых в итоге можно встретить вольфрамит, шеелит, золото, электрум, арсенопирит, пирит, халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, теннантит, галенит, кальцит, горный хрусталь, ковелдин, борнит, миметезит, лимонит [120].

Из приведенных выше материалов вытекает следующее.

1. На территориях золоторудных полей выделяют два генетических типа оруденения, которые представлены двумя, существенно отличающимися по составу, условиям залегания и морфологии типами кварцевых жил. К первому типу относят более ранние шеелитоносные кварцевые жилы, а жилы второго

типа являются жилами золотоносной формации [4, 12]. Шеелитовая минерализация в кварцевых жилах сопряжена с раннеколлизионными гранитондами тоналит-гранодиоритовой формации (Березовское, Великопетровское, Айдырлинское рудные поля) и сиенитондами (Гумбейское рудное поле) [20]. Абсолютный возраст этих гранитондов определяется в пределах 320 – 283 млн лет [22]. Минеральный состав этих жил несложный. В основном они сложены кварцем, содержащим неравномерные вкрапления шеелита и турмалина. Сульфидная минерализация в этих жилах проявлена слабо.

2. Шеелитоносные кварцевые жилы локализуются в обособленных участках месторождений ане даек и образуют самостоятельные жильные поля. Они концентрируются в консолидированной части массива над остывающим магматическим очагом, располагаясь как в эндо-, так и в экзоконтактах, в зоне резких температурных градиентов в трещинах скола и отрыва и часто приурочены к шовным зонам. Месторождения вольфрама выявлены в контактовых зонах крупных зернизованных гранитных массивов (Великопетровское), на участках развития сопровождающих их сателлитов или куполов, сдвоих вскрытых эрозией (Кедровское, Пьянковское, Айдырлинское), среди пород кровли в удалении до 5 км от ближайших гранитных массивов (Карагайское). Преобладающая часть шеелит-кварцевых месторождений локализуется в гранитондах повышенной основности, а меньшая – в различных породах кровли. Во всех случаях такие месторождения оказываются приурочены к наиболее пологим контактам гранитондных массивов [11].

3. В шовных зонах – наиболее текtonически нешокойных локальных участках – первичный кварц шеелитоносных жил в последующие этапы и стадии формирования месторождений претерпел различной стадии изменения и преобразования. Это выражалось в неоднократном дроблении, наложении кварца и минерализации золоторудной стадии, развитии мелкозернистого (сахаровидного) метасоматического кварца, сопровождающего поздние стадии отложения золота, карбонатизации и других изменениях. Интенсивность изменения двух первичных типов кварца

шеелитоносных жил на разных месторождениях различна, что очень сильно затрудняет восстановление характеристики первичного жильного кварца.

4. Несмотря на внешнее сходство, шеелитоносные жилы месторождений Урала сложены различными разновидностями жильного кварца. При их детальном изучении выявляется много общих закономерностей в образовании как самих кварцевых жил, так и выполняющего их жильного кварца. В этих жилах отчетливо выделяют две разновидности кварца: молочно-белый «масляный», выполняющий краевые части жил и характеризующийся плитчатым сложением, и полуупрозрачный зернистый, находящийся в центральных частях жил совместно с анкеритом и турмалином [4, 9, 12].

5. Кварц зальбандов жил – плитчатого, реже массивного сложения, ассоциирует исключительно с мелкочешуйчатым мусковитом и зеленым или зеленовато-серым шеелитом. Плитчатое строение кварца обусловлено присутствием внутри жил очень тонких прослоек серпентита, параллельных контакту с вмещающими породами. Шеелитоносные жилы во всех случаях заполняют трещины сколового характера. На это с определенностью указывают особенности их строения и очень правильная, с линейными ограничениями форма, а также следы перемещения в стенках, милонитовые оторочки в контактах отчасти лорудного, отчасти послерудного возраста, штрихи скольжения, иногда направленные по падению, но чаще падающие к северо-западу.

Слонистое сложение кварца, по мнению П. И. Кутюхина [12, 13] и подтверждаемое нашими наблюдениями, связано с послойным метасоматическим замещением имеющих пород. Первоначальный молочно-белый «масляный» кварц, детально исследованный Л. И. Колтуном [9], переполнен массой мелких микроскопических включений. Включения эти довольно разнообразны как в отношении объемов фаз, так и по их количеству, что свидетельствует о разнообразии растворов, действовавших в процессе отложения и переработки жильного кварца в течение длительного периода формирования жил. Для этого кварца характерны существенно газовые включения

с постоянным соотношением фаз. Газ заполняет в них примерно 70–65 % и жидкость 35–30 %. Включения эти гомогенизируются при температуре 420–370 °С. Растворы, из которых происходило отложение кварца, находились в газовом состоянии и температура их была значительно выше 420 °С, что подтверждается нахождением в кварце наиболее ранних «сухих» газовых включений [9].

6. Исследованиями В. А. Полова [19] установлено, что в древних жилах кварц рекристаллизован и имел первичную крупнозернистую структуру. Зоны массивного крупногигантозернистого кварца обычно приурочены к мощным раздувам жил. Макроскопически это плотный, обычно серовато-белого цвета кварц с жирным блеском, просвечивающий в краях. Под микроскопом массивный кварц обнаруживает зернистое сложение с неправильными контурами зерен. Этот кварц является первично-ростовым (первичным), но РТ параметры его образования являются более низкими по сравнению с РТ параметрами плитчатого кварца. Он переполнен массой включений, среди которых выделяют жилки двухфазовые и трехфазовые сложные включения с жидкой углекислотой. Газовые разновидности в полупрозрачном зернистом кварце отсутствуют. Первичными для полупрозрачного жильного кварца являются жидкие двухфазовые включения, гомогенизирующиеся при температурах 270–170 °С. Эти данные подтверждаются современными методами исследования кварца. По И. А. Бакшееву и др. [1], температура кристаллизации молочно-белого жильного кварца (на примере ранних жил Березовского золоторудного месторождения), по данным изучения газово-жидких включений, соответствует 360–290 °С при давлении 3,4–1,9 кбар; соленость флюида 15,3–9,2 мас. % NaCl экв.

Результаты РТ-параметров образования кварца коррелируются с РТ-параметрами формирования гумбентов. По результатам изучения ГЖВ в различных минералах гумбентов Гумбейского месторождения их образование проходило при Т 390–440 °С, Р 2,7–2,2 кбар для ранних и Т 360–395 °С для поздних разностей этих метасоматитов Гумбейского месторождения [6]. С использова-

нием доломит-кальцитового термобарометра А. С. Талашева образование гумбентов соответствует Т 470 °С, Р 2,9 кбар для Балканского месторождения Гумбейской группы и Т 390–430 °С, Р 2,2–1,9 кбар для Кедровского шеелитового месторождения (Средний Урал) [14].

7. Шеелитоносные кварцевые жилы, залегающие в гранитоидах (Березовское, Гумбейское, Великопетровское, Айдарлинское рудные поля), сопровождаются (ранними) микроклиновыми и (поздними) микроклин-серцинитовыми гумбентами. Для этих же жил, располагающихся в эфузивных породах, в зольбандах характерны березиты, а в кристаллических сланцах – кварц-серцинитовые метасоматиты. Нами на Березовском и Гумбейском рудных полях зафиксированы случаи изменения метасоматических оторочек около одной и той же кварцевой жилы при переходе из гранитоидов в ламирофир и андезито-базальты. С позиций термодинамики, базирующейся на теоретических представлениях и данных экспериментальных исследований (Зарайский, 1989), между гумбентами и березитами метасоматитов промежуточного состава быть не должно. Однако в природе они есть. Очевидно, этот факт можно объяснить особенностями кинетики метасоматических реакций, протекающих при РТХ-параметрах березитизации-гумбентации [14].

8. Шеелит – характерный минерал для описываемых в этой статье ранних кварцевых жил золоторудных месторождений, выделяемых как шеелитоносные. Но шеелит все чаще стали обнаруживать в жилах ит золотоносных формаций. Следует иметь в виду, что шеелиты из этих типов кварцевых жил могли образоваться в разные стадии формирования кварцевых жил при наложении рудной минерализации; они отличаются по своим характеристикам [1, 9, 13, 15].

Шеелит в жилахвольфрамовой формации наблюдается в виде различной величины вкраплений, агрегатных скоплений в форме прожилков, полосок, совпадающих с плитчатой отдельностью кварцевых жил. Нередко полоски агрегатного шеелита при толщине 3–5 см прослеживаются по простиранию жил на расстоянии 5–6 м. Реже встречаются кристаллы шеелита размером до 2 см, иногда больше.

Шеелит в этих жилах имеет серовато-зеленую окраску, реже белого или серовато-белого цвета. В золотоносных жилах шеелит желтовато-буровой окраски [13, 15]. Шеелит является одним из наиболее ранних минералов, наложившихся на кварцевые жилы. На примерах возрастных соотношений между шеелитом и вольфрамитом можно видеть, что процесс рудообразования начался с отложения шеелита [13, 15, 19].

9. Изложенные материалы свидетельствуют о том, что в образовании шеелитоносных кварцевых жил выделяют два этапа. В период раннего этапа под воздействием высокотемпературных газовых растворов в закрытых трещинах сколового характера проходило замещение горных пород кварцем, что привело к образованию маломощных метасоматических кварцевых тел. Во второй этап по метасоматическим кварцевым телам произошли значительные тектонические подвижки, что привело к образованию плитчатого жильного кварца и открытию трещин, в которых отложился полупрозрачный зернистый кварц, заполняющий центральные части жил. Вот почему в строении шеелитоносных жил в зальбандах документируется мелкозернистый плитчатый метасоматический кварц, а в центральных частях – крупно-гигантозернистый, порой шестоватый, кварц.

10. Раннеколлизионные шеелит-кварцевые жилы характерны для плутоногенных месторождений, которые формировались в закрытой системе, чем обусловлены относительно устойчивый состав руд и рудных минералов по вертикали конкретных месторождений и дифференциация рудного вещества по уровням глубинности формирования месторождений. Изотопный состав кислорода шеелита – минерала, который наиболее устойчив к эпигенетическому изотопному обмену, практически постоянен в плутоногенных гидротермальных месторождениях золота Казахстана, Урала, Средней Азии, Северной и Южной Америки: $\delta^{18}\text{O} = +4 - +6\text{‰}$ SMOW. Это свидетельство глубинного источника рудоносных $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ -флюидов [6].

11. Вольфрамовые месторождения Урала подразделяются на три генетико-минеральных типа: кварцево-жильные золото-шеелитовые – преобладающие (68,1 %); кварцево-жильные

нюберитовые (23,2 %); контактово-метасоматические – скарновые (8,7 %). Чисто скарновых месторождений нет. Во всех случаях это – кварцевые жилы с вольфрамовым оруденением [16].

Кварцевые жилы золото-шеелитовых месторождений, как уже не раз отмечалось, генетически сопряжены с гранитондами гранит-гранодиоритовой и монцонитовой формаций, являющимися хлоритизированными, что находит подтверждение в геологических наблюдениях и экспериментальных исследованиях.

О. В. Брызгалиным [5] при экспериментальном изучении взаимодействия WO_3 с растворами хлоридов и фторидов щелочных металлов установлено, что при равных концентрациях NaCl растворимость при $T = 400^\circ\text{C}$ примерно в полтора-два раза выше, чем при $T = 300^\circ\text{C}$. Содержание вольфрама в растворах NaCl , полученных в опытах, не изменяется в течение продолжительного времени; соответственно не наблюдается и осаждения вольфрамовой кислоты из этих растворов. Механизм растворения WO_3 в высокотемпературных растворах NaCl сводится, по-видимому, к образованию метавольфрамата натрия в условиях слабокислой среды. В этом случае более высокая растворимость WO_3 с повышением температуры может объясняться более высокой степенью гидратации NaCl [5]. Действительно установлено, о чём сказано выше, что в природных условиях шеелит-кварцевые жилы являются высокотемпературными образованиями, а высокая устойчивость к осаждению вольфрамовой кислоты привела к широкому развитию вольфрамовой минерализации в трещинах закрытого типа как во вмещающих горных породах, так и метасоматическом кварце, реже по трещинам в жильном кварце. Этим можно объяснить размещение шеелитовой минерализации в зальбандах тел и широкое развитие по простирианию и падению кварцевых жил.

Результаты взаимодействия WO_3 с фторидными растворами принципиально отличаются от результатов опытов с растворами хлоридов. Во фторидных растворах достаточно высокой концентрации происходит полное растворение WO_3 и образование комплексных фторовольфрамовых соединений, выпадаю-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ших при охлаждении растворов в виде хорошо кристаллизованных белых осадков. Подобной формой переноса вольфрама может быть объяснено разложение оксофторовольфраматов в определенных условиях и образование вольфрамита, флюорита, мусковита [5].

В. Ф. Барабанов обратил внимание на то, что состав вольфрамовой минерализации может зависеть от состава вмещающих пород. Влияние среды проявляется не только на месторождениях, но и в пределах одной жильи. Меланократовые участки вмещающих жилы пород выступают повсеместно в роли осадителей вольфрамового ангидрида из минеральнообразующего раствора в виде вольфрамита. В породах, богатых андезином, в тех же условиях наблюдается обогащение рудных жил шеелитом [2].

Для Гумбейских месторождений шеелита образование калиевого щапата в полевошпатовых породах проходит красной нитью, начиная от высотемпературных жилок и кончая кварцевыми жилами с различными типами оторочек. Последнее свидетельствует о том, что на всем протяжении трещинной гидротермальной деятельности растворы были щелочными, причем растворение ортоклаза в кварцевых жилах, образованного на первых стадиях формирования, доказывает, что щелочность растворов понижалась по мере падения температуры гидротермального процесса. В свою очередь, выделение основной массы шеелита в начале процесса, а сульфидов в конце свидетельствует о том, что щелочность растворов благоприятствовала отложение шеелита, а кислотность – сульфидов [10].

[2]. Устанавливается прямая зависимость концентрации вольфрама в месторождениях от длительности процессов рудообразования и количества стадий оруденения. Месторождения промышленного значения возникают лишь на фоне большого числа мелких рудо-проявлений, образовавшихся ранее и обычно не представляющих ценности. Шеелитовые месторождения, не испытавшие последующего обогащения вольфрамовыми минералами, являются бедными и поэтому почти не представляют промышленной ценности [12].

1. Бакин И. А., Прокофьев В. Ю., Устинов В. И. Условия формирования жильного кварца Березовского золоторудного поля, Средний Урал, по данным изучения флюидных включений и изотопным методам // Мат-лы Уральской летней минералогической школы – 98. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 1998. С. 41–49.

2. Барабанов В. Ф. Минералогия и генезис вольфрамитовых месторождений восточного Забайкалья // Минералогия и геохимия вольфрамитовых месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1967. С. 7–15.

3. Белов С. В., Фриков А. А. Штокверковый тип вольфрамового оруденения в дайках Бурановского месторождения (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1984. № 2. С. 12–19.

4. Бородавский Н. И., Бородавская М. К. Березовское рудное поле. М.: Металлургиздат, 1947. 264 с.

5. Брызгин О. В. О влиянии состава растворов на форму переноса вольфрама в гидротермальных условиях // Минералогия и геохимия вольфрамитовых месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1967. С. 69–72.

6. Гумбейские фации Урала / Э. М. Смирнова, И. А. Бакин, М. В. Середкин и др. М.: МГУ, 1997. 97 с.

7. Иванов А. А. Уральские юрочные месторождения золота // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1948. С. 127–168.

8. Иванов А. А. Айдарлинское месторождение // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1948. С. 386–393.

9. Колтуш Л. И. Применение минералогико-термического анализа для изучения генезиса некоторых золоторудных месторождений Урала // Труды ВНИИП. 1957. Т. 1, вып. 2. С. 63–88.

10. Коржинский А. Ф. Околожильные изменения боковых пород Гумбейского месторождения шеелита // Свердловск: Тр. Горно-геологического института. 1959. Вып. 42. С. 17–41.

11. Кукин Н. В. Закономерности размещения и образования вольфрамовых месторождений на Урале // Геология рудных месторождений. 1959. № 4. С. 111–120.

12. Кутюкин П. И. Кварцевые золото-вольфрамовые жилы Березовского месторождения и их вещественный состав // Рукопись «Фонды УГГУ». Свердловск, 1938.

13. Кутюкин П. И. Условия локализации оруденения в жилах Березовского рудного поля // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1948. С. 249–275.

14. Месторождения золота Урала / В. Н. Сазонов, В. Н. Огородников, В. А. Коротеев и др. Екатеринбург: УГГА, 2001. 622 с.
15. Метагенетический очерк вольфрамовой минерализации Севера Урала / под ред. Н. П. Юшиной. Л., 1972. 193 с.
16. Окунин Л. Н. Полезные ископаемые и металлогения Урала. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. 412 с.
17. Позенов Ю. А. Эндогенные кварцево-жильные образования Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2008. 271 с.
18. Позенов Ю. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н. Кварцево-жильная минерализация Уфалейского коллизионного блока (Южный Урал). Литоферра. 2006, № 2. С. 123-134.
19. Попов В. А. Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 64 с.
20. Ружанишвили Ф. И. Геолого-петрографический очерк района Айдыранского золото-вольфрамового месторождения на Южном Урале // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, 1930. Вып. 3.
21. Рундквист Д. В. Некоторые особенности структуры и размещения эндогенной минерализации Джабык-Карагайского интрузива // Мат. по геологии и минералогии рудных месторождений СССР: Тр. ВСЕГЕИ. 1964. Нов. сер. Т. 103. С. 85-101.
22. Этапы палеогенового интрузивного магmatизма на Уральского орогена и их геодинамическая интерпретация / Г. Б. Ферштатер, А. А. Красноваев, Ф. Бес и др. // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование. Екатеринбург: ИГУ УрО РАН, 2007. С. 89-120.
23. Шавкин Г. Н. Кочкарское месторождение // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1948. С. 342-355.
24. Штейнберг Д. С. Кедровское месторождение шеелита на Урале // Советская геология. 1939. № 2. С. 85-89.

УДК [550.8:528] + 553.24

КАРТЫ РУДНОСНЫХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ КАК ОСНОВА ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ РУДНЫХ РАЙОНОВ, ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

О. Н. Грязнов

Рассмотрены принципы картирования рудноносных метасоматических образований. Приведены примеры составления карт и разрезов в масштабах 1:1000, 1:10000, 1:50000, 1:200000, 1:500000.

Ключевые слова: карты, рудноносные метасоматические образования, метасоматические горные породы, фации, формации, принципы картирования, ореолы, ареалы, прогнозная оценка.

Principles of mapping are considered of ore-bearing metasomatic formations. Examples are given of maps compiling and sections with the scales 1:1000, 1:10000, 1:50000, 1:200000, 1:500000.

Key words: maps, ore-bearing metasomatic formations, metasomatic rocks, faces, formations, mapping principles, bodies, areas, forecast assessment.

Многолетний опыт изучения рудноносных метасоматитов складчатых поясов позволил разработать универсальную методику картирования рудноносных метасоматических образований в различных масштабах. Карты, составленные по результатам съемки, отражают объективные и надежные признаки рудности территории и могут быть использованы для прогнозной оценки рудных районов (на выявление рудных полей), рудных полей

(на выявление месторождений) и месторождений (на выявление скрытых рудных тел на флангах и глубоких горизонтах) [2, 3].

Актуальность выявления и картирования рудноносных метасоматитов при прогнозно-металлогенических исследованиях, геологической съемке и поисках труднооткрываемых месторождений очевидна. Владение теорией и практикой работ обуславливает оптимальные результаты. Адекватность картирования

метасоматических образований определяется генетическим подходом к выделению метасоматитов, выбором предмета картирования на основе фациально-формационного анализа, учетом метасоматической зональности, полнотой отражения эпигенетических образований, соответствием объектов изучения масштабу работ, комплексным изучением физических, химических и геохимических свойств и ионов метасоматических пород и формаций, количественной оценкой геологической информации [2].

Важнейшим принципом выделения и изучения метасоматически преобразованных пород служит генетический подход [2, 4]. Он подразумевает рассмотрение всей совокупности изменений исходных пород в околоврудном пространстве, происходящих в различных зонах метасоматической колонки, как результат проявления петрогенетического процесса определенного типа в условиях кислотно-щелочной зволюции гидротермальных растворов в связи с магматизмом или метаморфизмом и тектоникой.

Предметом изучения и картирования при различных масштабах служат метасоматические минералы, горные породы, фации, формации, семейства сопряженных формаций и группы формаций.

Метасоматическая горная порода – ассоциация вторичных метасоматических минералов, находящихся в закономерных количественных, структурно-текстурных соотношениях и причинной зависимости от формирующих их петрогенетических процессов. При изучении и выделении метасоматических горных пород необходимо и достаточно учитывать три главных фактора: 1) развитие определенной ассоциации вторичных минералов; 2) их количество; 3) структуру и текстуру пород [1].

Конкретная ассоциация вторичных минералов, возникшая в результате проявления того или иного петрогенетического процесса, определяет конкретную горную породу, принадлежащую конкретной метасоматической формации (скариловая, грязеновая, березитовая, аргиллитовая и т. п.). Принята на сегодня номенклатура формаций обусловливается ассоциацией вторичных минералов (породой) внутренних зон. Однако вследствие дифференциальной подвижности компонентов и опере-

жающей волны кислотности, при развитии метасоматических процессов возникают зонально построенные ореолы метасоматитов. Для каждой зоны метасоматической колонки характерен свой устойчивый парагенезис минералов. В силу неполного замещения первичных минералов в промежуточных, и особенно во внешних, зонах возникают смешанные парагенезисы реликтовых и новообразованных (эпипородных) минералов.

Количество вторичных минералов имеет принципиальное значение для выделения метасоматических горных пород. Вопрос о минимальном количестве вторичных минералов, при котором возможно выделение внешних зон ореолов метасоматитов, изучен слабо. Имеющиеся редкие публикации (Д. В. Рундвест, Р. Кюнс, О. Н. Грязнов, Е. В. Плющев и др.) и накопленный опыт позволяют оценить количество новообразованных минералов, в зависимости от интенсивности метасоматического преобразования исходных пород, следующим образом: внешние зоны метасоматических колонок – 10-20 %, промежуточные зоны – 21-50 %, внутренние зоны – 51-100 %, в том числе собственно метасоматиты – 80-100 %.

Структура и текстура метасоматических горных пород имеют характерные черты. Внешним зонам метасоматических колонок обычно свойственны псевдоморфные структуры. По мере усиления интенсивности процесса от внешних зон к внутренним появляются структуры перекристаллизации, которые во внутренних зонах являются доминирующими. Текстуры метасоматических пород внутренних зон обычно однородные. В промежуточных и особенно во внешних зонах сохраняются текстуры первичных пород. Вследствие частичной перекристаллизации могут возникать такситовые текстуры.

Совокупности горных пород, образованных в различных зонах метасоматической колонки в результате комплекса изменений, связанных с воздействием определенного типа растворов на породы одинакового или близкого состава при определенных внешних условиях (температура, давление, ряд подвижности, концентрация вполне подвижных компонентов), представляют, по В. А. Жарикову [4], метасоматические фации. Интегральным

выражением ассоциации метасоматических фаций служат метасоматические формации.

Разделение представления В. А. Жарикова и Б. И. Омельяненко [4, 5], можно определить метасоматическую формацию как устойчивую ассоциацию метасоматических горных пород, возникшую в результате проявления единого во времени и пространстве петротектонического процесса. Каждая метасоматическая формация характеризуется генетическими взаимоотношениями с магматизмом или метаморфизмом, конкретными геологическими условиями образования, индивидуальными чертами строения метасоматических тел, устойчивым минеральным и химическим составом, определенными РТ-условиями развития, геохимической и металлогенической специализацией. Рудоносной является метасоматическая формация, полезные компоненты которой связаны с теми же петро- и рудогенетическими процессами [1].

Термин «метасоматическая формация» обычно употребляется в двух различных, но тесно связанных друг с другом понятиях – абстрактом и конкретном. Абстрактная метасоматическая формация (формационный тип) отражает все черты метасоматической формации, не привязанные к конкретному месту и времени в геологической истории. Конкретная формация характеризует устойчивую ассоциацию метасоматических пород с признаками формационной самостоятельности, занимающую закономерное конкретное место в пространстве и времени, имеющую

определенный генезис, возраст, положение в геологических структурах.

Важным принципом изучения и картирования метасоматических образований является метасоматическая зональность, отражающая закономерное изменение в пространстве состава и количества метасоматических минералов, пород, фаций, формаций. В пространственном воплощении возможно выделение локальной (монофациальной) зональности рудных тел, площадной (формационной, полиформационной) зональности месторождений, рудных полей и районов, зональности металлогенических и структурно-металлогенических зон.

Особое внимание в каждом рудном районе, поле и месторождении уделяется выявлению и изучению всего комплекса метасоматических формаций, их возрастных и пространственных взаимоотношений, связей с магматическими комплексами, формациями и метаморфизмом. Реализация этого принципа позволяет реставрировать всю совокупность геологических процессов, познать закономерности их развития во времени и пространстве, определить место и время рудообразующих процессов и, в конечном счете, выявить рудоконтролирующие факторы как основу прогнозирования перспективных площадей.

Объектами картирования при различных масштабах являются метасоматические тела, представленные ореолами и ареалами метасоматических минералов, пород, фаций, семейств и групп формаций (см. таблицу) [2].

Объекты картирования метасоматических образований при различных масштабах [2]

Объекты картирования		Масштабы карт						
метасоматические образования	метасоматические тела	1:200 – 1:1000	1:2000	1:10000	1:50000	1:200000	1:500000	1:1000000 – 1:1500000
Минерал	Ореол	—	—	—	—	—	—	—
	Ареал	—	—	+	+	+	—	—
Горные породы	Ореол	XX	XX	—	—	—	—	—
	Ареал	—	—	XX	—	—	—	—
Фации	Ореол	—	XX	+	—	—	—	—
	Ареал	—	—	XX	—	—	—	—
Формации	Ореол	—	—	XX	XX	—	—	—
	Ареал	—	—	XX	XX	—	+	+
Семейство сопряженных формаций	Ареал	—	—	—	+	XX	XX	XX
Группа формаций	Ареал	—	—	—	—	—	—	XX

Примечание: XX – основные объекты картирования; + – второстепенные.

Ореол представляет собой геологическое тело, сложенное ассоциацией метасоматических минералов, горных пород фаций или формаций. Контурами ореолов служат конкретно наблюдаемые (или устанавливаемые по шлифам) границы метасоматических тел.

Ареал – площадь, в структурно-вещественных комплексах которой установлено наличие метасоматических минералов, горных пород, фаций или формаций с детальностью наблюдений в масштабе кондиционной съемки. Ограничениями ареалов являются естественные геологические границы массивов, толщ, свит, геологических комплексов, формаций, контролирующих развитие метасоматических ассоциаций, разломы, а также интерполяционные контуры, обусловленные сетью наблюдений. Линейные размеры ареалов изменяются от нескольких сотен метров до десятков километров, что допускает применение масштабов съемки 1:50000 – 1:200000.

Основными объектами картографирования служат ореолы и ареалы метасоматических формаций. По возможности, выделяются комплексы пород внешних и внутренних зон. Отражение ареалов эпигенетических минералов целесообразно при картировании диагенетических, автометасоматических (калишпатизация, альбитизация, серипитизация, хлоритизация и др.) образований, метаморфических комплексов в целях изучения распространения индекс-минералов метаморфических фаций и ступеней.

Проиллюстрируем использование рассмотренных принципов на примерах составления карт и разрезов развития метасоматических образований в различных масштабах.

На рис. 1 показано строение ореола штокверковой грейзенизации Южно-Шамейского месторождения молибдена в масштабе 1:1000 (по Грязнову О. Н. и Шекунову И. И.). Толща апновулканических актинолит-эпидот-хлоритовых сланцев с телами эпидотовых амфиболитов нижнего силура (1) прорвана порфиронийными гранитами мышиевского комплекса Р₂-Т₁ (2) в сопряжении с дайковым комплексом (3). Грейзеновая формация представлена фациями кварц-полевошпатовых метасоматитов ранней щелочной стадии (4), апгранитных мусковит-кварцевых и кварц-мусковитово-



Рис. 1 Ореол штокверковой грейзенизации Южно-Шамейского месторождения.
Масштаб 1:1000. Пояснения в тексте

вых грейзенов и апновулканических кварц-флогопитовых слюдитов зонального ореола слабо- (5), средне- (6) и интенсивно (7) измененных пород. Грейзены внутренних зон контролируют развитие штокверкового Mo рудного тела (8), рассеченного зонами интенсивно перекристаллизованных и аргиллизированных горных пород с U-Mo геохимической специализацией.

На рис. 2 представлен фрагмент карты метасоматических образований и метаморфизма Малышевско-Шамейской площади в масштабе 1:10000 (по Грязнову О. Н. и Шекунову И. И.). Породы Южно-Шамейского рудного поля претерпели подгенные и полихронные эпигенетические преобразования. Ранний зеленокаменный метаморфизм фации зеленых сланцев (ЗК) установлен в вулканогенных образованиях и габброидах S₁. В зоне восточного экзоконтакта Мурзинско-Адуйского гнейсово-магматического комплекса вулканиты и осадки S₂ претерпели сидлический плутонометаморфизм эпидот-амфиболитовой фации. Дислокационный метаморфизм (D₁-C₁) проявился в системе Сусанско-Асбестовских разломов в интенсивном рассланцевании и преобразовании пород на уровне фации зеленых сланцев. В юго-западном углу площади откартированы апогипербазитовые тальк-карбонатные метасоматиты. В восточной зоне разломов широко распространены ареалы пород березитовой и лиственитовой фаций листенин-березитовой формации (ЛБ) с

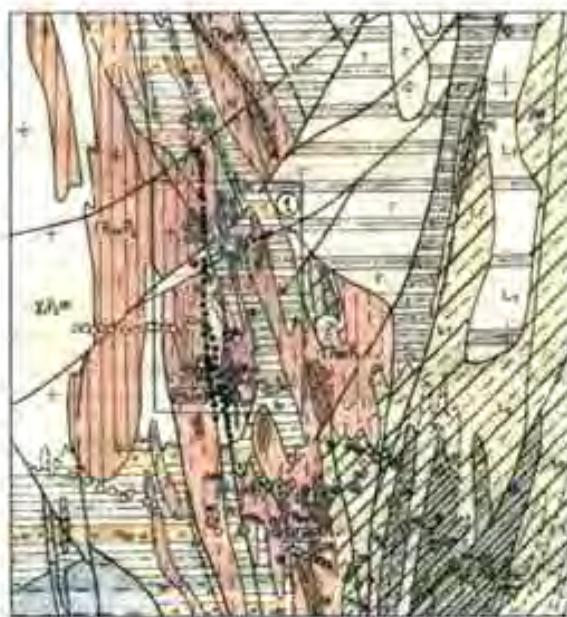


Рис. 2. Фрагмент карты
Малышевско-Шамейской площади,
Масштаб 1:10000. Пояснения в тексте

золотой и полиметаллической геологической специализацией. Ореол штокверковой грязеизации внешними и внутренними зонами изменений контролирует молибденовое орудение, охватывая как зону эндоконтакта Малышевского массива (P_2-T_1) с развитием мусковит-кварцевых грязепов ($ГР_{мк}$), так и зону экзоконтакта с кварц-флогопитовыми слюдитами ($ГР_{ФС}$).

Рудоносные метасоматические формации и метаморфизм северо-восточной части Талота-Хуутинской площади Талота-Пайпудынского прогиба Полярного Урала показаны на карте масштаба 1:50000 (рис. 3, по Грязнову В. В., Грязнову О. Н. и Перминову И. Г.). Дислокационный метаморфизм (D_1-C_1) представлен глаукофановой (1) и зеленосланцевой (2) фациями. Рудоносные метасоматиты с колчеданно-полиметаллической минерализацией (S_2-D_1) представлены ареалами пород лиственит-березитовой формации внешних (3) и внутренних (4) зон и пропилитовой формации внешних (5) и внутренних (6) зон. Региональный зеленосланцевый метаморфизм (S_3) уралит проявился хлорит-серцицитовой субфацией в метапелитах (7) и метабазитах (8), эпидот-мусковитовой субфацией в метапелитах и метапаммитах (9). Региональный соскладчатый (R_1-V), отчасти постскладчатый (V-E)



Рис. 3. Фрагмент карты
Талота-Хуутинской площади.
Масштаб 1:50000. Пояснения в тексте

зеленосланцевый метаморфизм байкалид представлен актинолит-эпидот-хлоритовой субфацией в метапсефитах (10). Развитие гидротермальных процессов контролируется разрывными нарушениями III-IV порядков (11).

Фрагмент карты рудоносных метасоматических формаций и метаморфизма северного обрамления многофазного Верхисетского plutона масштаба 1:200000 представлен на рис. 4 (по Грязнову О. Н.). Гидротермальный метасоматоз выразился в проявлении линейных зон аргиллизации ($AP\ PZ_1$) с U-Mo геохимической специализацией, развитии ареалов лиственит-березитовой формации ($ЛБ\ C_1$), контролирующей Аи-минерализацию, серпентинитовой формации ($СЕ\ C_1$) и формаций кварц-хлорит-серцицитовых метасоматитов ($KХС\ S_1$ и D_2) с колчеданной минерализацией. Геологические типы и фации метаморфизма представлены: контактовым метаморфизмом амфиболитовой (амфибол-роговико-

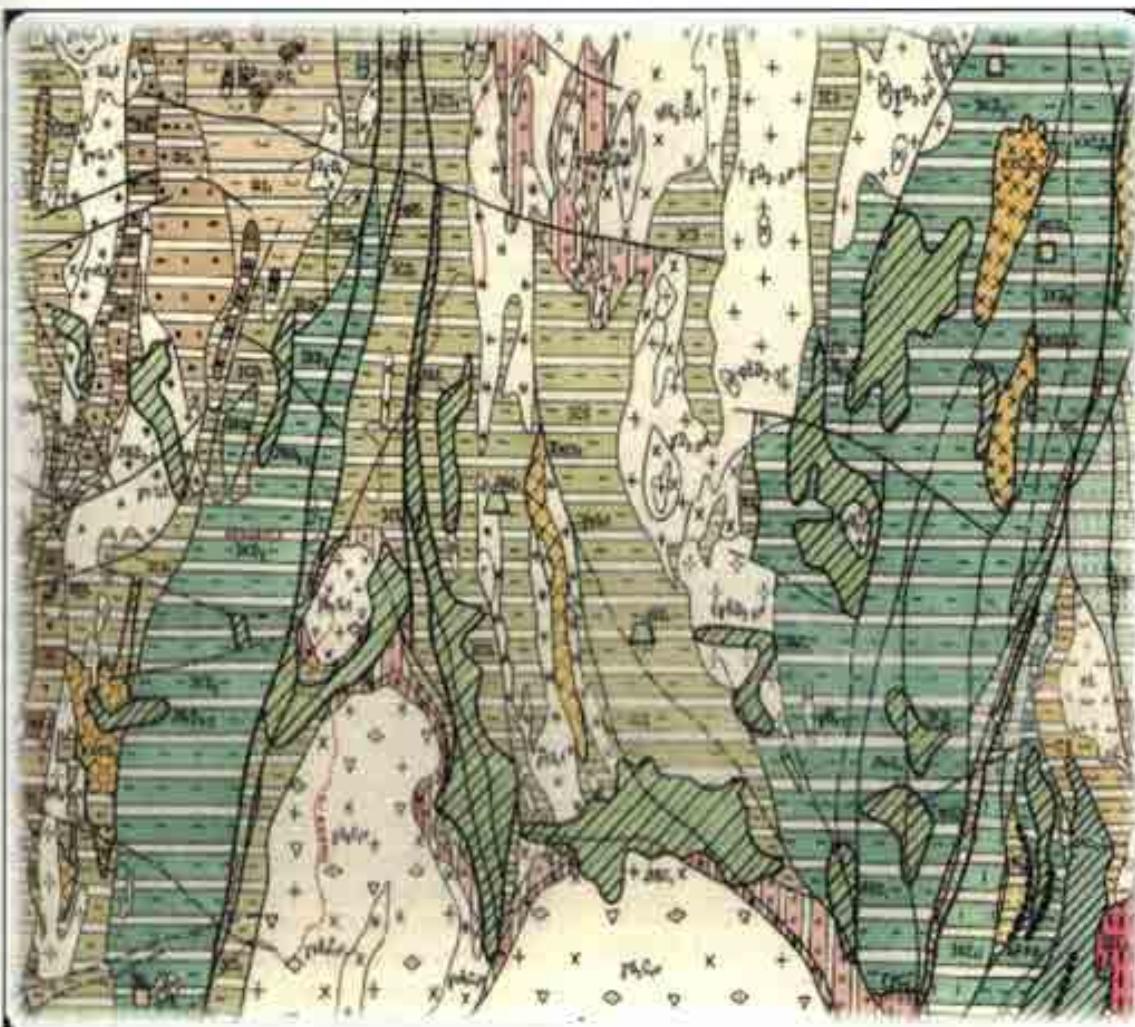


Рис. 4. Фрагмент карты рудоносных метасоматических формаций масштаба 1:200000 северного обрамления Верхисетского plutона. Пояснения в тексте

вой) и эпидот-амфиболитовой (амфибол-эпидот-роговиковой) фаций внутренних и внешних зон экзоконтактов интрузивов; симатическим (фемическим) плутонометаморфизмом (ΦS_1) зеленосланцевой фации в гипербазитах (серпентиниты лизардит-хризотил-антигоритовые); региональным зеленосланцевым метаморфизмом ($3C S$), региональным зеленокаменным метаморфизмом ($3K D$) пренит-пумпеллитовой и зеленосланцевой фаций; начальным метаморфизмом цеолитовой фации. Автометасоматоз в гранитоидах верхисетского и тагильского комплексов выразился в калишпатизации и биотитизации пород.

Карта рудоносных метасоматических формаций восточного склона Полярного Урала масштаба 1:500000 представлена на рис. 5 (по Григорьеву В. В., Грязнову О. Н., Елохину В. А.,

Чеснокову В. И.). На карте отражены: геологические формации и метаморфизм: 1-3 – верхний структурный этаж; 1-2 – уралиды Талата-Пайпудынского грабен-синклиниория; 1 – специальные фации – известняково-песчано-алевролитовая ($O_{2,1}$), алеврит-песчаная ($O_{1,2}$) формации; зеленосланцевый метаморфизм эпидот-хлоритовой субфации с реликтами зеленокаменного метаморфизма пренит-пумпеллитовой фации; 2 – лемвинские фации – известняково-песчано-алевролитовая, песчано-глинисто-алевролитовая углеродистая, натровых базальтов – риолитов, натровых базальтов ($O_{1,2}$), трахибазальтовая (E_1-O_1) формации; зеленосланцевый метаморфизм эпидот-хлоритовой, хлорит-серииштитовой субфаций с реликтами зеленокаменного метаморфизма пренит-пумпеллитовой фации; 3 – Щучинский синклиниорий: дунит-перidotитовая формация

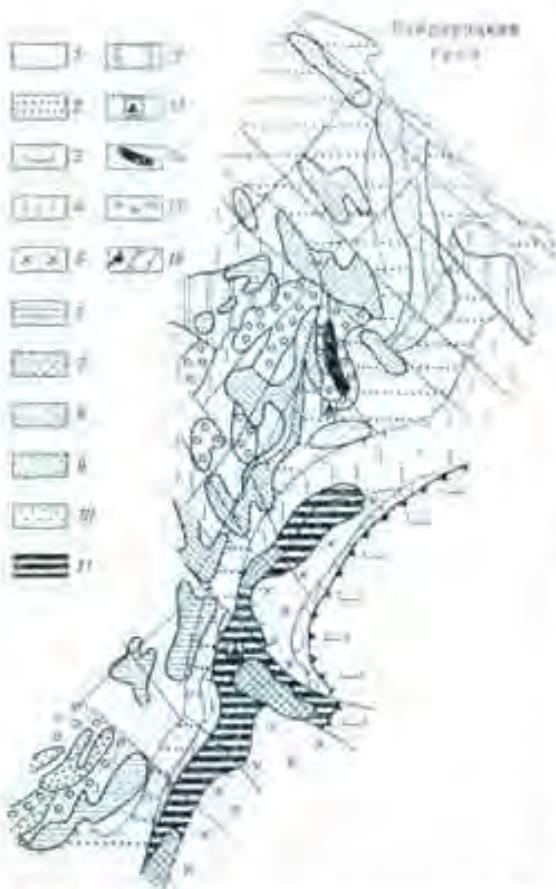


Рис. 5. Карта рудоносных метасоматических формаций Полярного Урала. Масштаб 1:500000.
Пояснения в тексте

серпентинизированная ($O-S$); 4 – средний структурный этаж, байкалиды Малокарского и Харбейского горст-антиклиниория: базальт-риолитовая ($V-E$), базальт-андезит-лашитовая (R_3-V), глинисто-песчано-алевритовая ($R_{2,3}$), натровых базальтов-риолитов ($R_{2,3}$) формации; зеленосланцевый метаморфизм актинолит-милдот-хлоритовой субфации в метабазитах и эпилит-мусковитовой субфации в метапелитах; 5 – нижний структурный этаж, карелиды Харбейского горст-антиклиниория: мигматит-гранитная, алеврит-глинисто-песчаная, метабазальтовая (PR) формации; сиалический плутонометаморфизм амфиболитовой и эклогитовой фаций.

Ареалы рудоносных метасоматических формаций и семейств формаций: 6 – гидрослюдистых метасомититов ($PZ_{2,3}$), 7 – альбититовая ($PZ_{2,3}$), 8 – лиственит-березитовая ($D_{2,3}-C_1$), 9 – пропилитовая и лиственит-березитовая (O_1-S_1), 10 – лиственит-березитовая ($E-O_1$), 11 – грэйсоновая (PZ_1), 12 – лиственит-березитовая

($V-E_1$), 13 – известковых скарнов (R_2-V), 14 – оксесталитовая (R_2-V), 15 – пропилитовая и кварц-хлорит-серцитовых метасоматитов ($R_{2,3}$). Разрывные нарушения: 16 – ГУГР, избросо-наливки и разломы II-III порядков.

Введение в теорию и практику геологической съемки метасоматических образований таких понятий, как «ореол» и «арсал», позволило выявлять их и отражать на картах практически любого масштаба. Основными объектами съемки при различных масштабах являются: ореолы горных пород – 1:200 – 1:2000, ареалы горных пород – 1:2000; ореолы фаций – 1:2000, ареалы фаций – 1:10000; ореолы формаций – 1:10000 – 1:50000, ареалы формаций – 1:10000 – 1:200000 (1:500000); ареалы семейств сопряженных формаций – 1:200000 – 1:1500000; ареалы групп формаций – 1:1000000 – 1:1500000.

Карты рудоносных метасоматических образований необходимы для объективной прогнозно-металлогенической оценки территории и направления геологоразведочных работ. Это обусловлено генетическими связями эндогенного оруденения с определенными типами метасоматических формаций, его закономерным положением в метасоматической зональности, выявлением критериев рудоносности метасоматитов, возможностью объективной прогнозной оценки рудных районов, полей и месторождений на основе гидротермально-метасоматической зональности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Грязнов О. Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. М.: Недра, 1992. 250 с.
- Грязнов О. Н., Залоев К. К., Лихович Э. М. Карттирование рудоносных метасоматитов. М.: Недра, 1994. 271 с.
- Грязнов О. Н., Лихович Э. М. Карттирование рудоносных метасоматических образований Урала: методические рекомендации. Свердловск: ПГО «Уралгеология», 1989. 142 с.
- Жариков В. А., Омельяненко Б. И. Некоторые проблемы изучения изменений вмещающих пород в связи с металлогеническими исследованиями // Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов. М., 1965. С. 119–194.
- Жариков В. А., Омельяненко Б. И. Классификация метасоматитов // Метасоматизм и рудообразование. М., 1978. С. 9–28.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА РУДНЫХ РАЙОНОВ, ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ КАРТИРОВАНИЯ РУДОНОСНЫХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

О. Н. Грязнов

Предложена классификация эндогенных рудных формаций Урала на основе рудно-метасоматических ассоциаций. Рассмотрены закономерности размещения эндогенной минерализации в монофациальной (моноформационной) и полиформационной метасоматической зональности; прогнозная оценка территории по результатам съемки масштабов 1:50000 – 1:200000 с использованием ореолов и ареалов рудоносных метасоматических формаций и прогнозная оценка рудных районов, полей и месторождений на основе гидротермально-метасоматической зональности.

Ключевые слова: рудно-метасоматическая ассоциация, рудные формации, монофациальная, моноформационная, полиформационная метасоматическая зональность, положение оруденения, прогнозная оценка, рудные районы, поля, месторождения.

Classification is suggested of endogenic ore formations of the Urals on the basis of ore-metasomatic associations. Regularities are considered of location of endogenic mineralization, monofacial (monoformation) and polyformation metasomatic zoning; forecast assessment of territories on results of surveying with the scales 1:50000 – 1:200000, using bodies and areas of ore-containing metasomatic formations and forecast assessment of ore regions, fields and deposits on the basis of hydrothermal-metasomatic zoning.

Key words: ore-metasomatic association, ore formations, monofacial, monoformation, polyformation metasomatic zoning, mineralization location, forecast assessment, ore regions, fields, deposits.

Расширение минерально-сырьевой базы в хорошо изученных регионах на современном этапе возможно, главным образом, за счет труднооткрываемых, в том числе «скрытых», месторождений. Повышение эффективности их поисков во многом определяется качеством и достоверностью прогнозных построений. Последние базируются на комплексных геологических, минералого-петрографических, geoхимических и геофизических исследованиях с перспективной оценкой рудоносности геологических структур и комплексов на количественной основе. Немаловажная роль при этом принадлежит метасоматической зональности рудных районов, полей и месторождений. Ее выявление возможно в процессе геологического картирования территорий. Особую актуальность эти вопросы приобрели в связи с государственными программами Госгеокарта-50 и -200 [2].

Выявление металлогенической специализации метасоматических формаций позволило

поставить вопрос о рудно-метасоматических ассоциациях эндогенных месторождений. Последние представляют собой генетически или парагенетически связанные системы гидротермально измененных пород и руд. Они могут быть положены в основу систематизации месторождений при прогнозно-металлогенических исследованиях [1]. Гидротермальные изменения вмещающих пород и отложение руд – звенья единой цепи геологических событий. При этом околоврудные метасоматиты наиболее полно характеризуют гидротермальный процесс в целом, оруденение же подчеркивает его металлогеническую специализацию [6].

Классификации рудных месторождений уже давно базируются на систематиках рудоносных метасоматитов. Ни у кого не вызывает возражений наличие скариновых, карбонатитовых, альбититовых, грейзеновых месторождений. Почему же в таком случае неправомерно выделение пропилитовых, оксигранитовых,

листенит-березитовых, гумбентовых, вторично-кварцитовых, аргиллитовых и других месторождений? Очевидно причина лишь в одном – в недостаточной изученности и систематизации рудоносных метасоматитов средне- и низкотемпературных месторождений. С приобретением опыта и генерализацией понятий классификация месторождений по рудоносному метасоматизму будет достаточно объективной и рациональной. В настоящее время имеется ряд примеров. Таковы классификации, предложенные Ф. И. Вольфсоном, В. Н. Котляром, А. Б. Кажданом. Принцип выделения рудных формаций по гидротермально-метасоматическим формациям с учетом их геологических позиций используется Д. В. Рундквистом [5, 7].

На этой основе нами совместно с М. С. Рапопортом была предложена система главных типов эндогенных рудных формаций Урала [3]. Она включает:

Магматогенные рудные формации

Уранитовые (Ур): титаомагнетитовая низкотитанистая, апатит-медно-сульфидно-титаномагнетитовая (среднеститанистая), ильменит-титаномагнетитовая (высокотитанистая), медно-никелевая сульфидная.

Известково-скарновые (ИС): скарново-магнетитовая, скарново-мединая, скарново-полиметаллическая, золото-скарновая, скарновая молибден-вольфрамовая, скарново-редкометалльная, марганцевоносных скарновидов.

Полевошпатовые метасоматиты (ПШМ): редкометалльных, камнесамоцветных и керамических пегматитов.

Альбититовые (АБ): редкометалльных альбититов, редкометалльных альбитизированных гранитов и апогранитов.

Щелочных полевошпатовых метасоматитов (ПШМ): щелочно-полевошпатовая, редкометалльно-редкоземельная.

Карбонатитовые (КБ): редкометалльная, флогопитовая (вермикулитовая).

Грейзеновые (ГР): молибденовая, молибден-флюоритовая, молибден-вольфрамовая, бериллий-вольфрам-молибденовая, бериллиево-камнесамоцветная.

Оксетазитовые (ОК): медно-порфировая, молибден-медвопорфировая, молибден-порфировая.

Гумбентовые (ГУ): вольфрам-кварцевая, золото-вольфрам-кварцевая.

Листенит-березитовые (ЛБ): золото-кварцевая, золото-сульфидно-кварцевая, золото-сульфидная, золото-титано-сульфидно-кварцевая, золото-полиметаллическая, барит-полиметаллическая.

Серпентинитовые (СЕ): хризотил-асбестовая, режикит-асбестовая, tremolit-актинолит-асбестовая, асбестовая неясного формационного типа.

Аргиллитовые (АР): золото-аргиллитовая, золото-антимонит-киноварная, уран-молибденовая, уран-кварц-карбонатная, камнесамоцветная.

Кварц-хлорит-сернистые метасоматиты (КХС): серно-колчеданная, серно-меди-колчеданная кобальтоносная, медно-цинково-колчеданная, цинково-меди-колчеданная свинецодержащая, колчеданно-полиметаллическая, неясного формационного типа.

Метаморфогенные рудные формации

Мусковит-полевошпатовые метасоматиты (МПМ): керамических (мусковит-содержащих) пегматитов, редкометалльных пегматитов.

Гематит-магнетит-кварцевая (ГМК): железистых кварцитов.

Кианит (силикманит)-мусковит-кварцевая (КМК): мусковитовых пегматитов, кварц-кианитовая, кварц-силикманитовая.

Антофиллитовая (АФ): антофиллит-асбестовая.

Рутил-кварцевая (РК): рутиловых кварцитов.

Родонитовая (РО): родонитовая.

Тальк-магнезитовая (ТМ): тальковая, тальк-магнезитовая.

Кварцево-жильная хрусталеносная (КЖХ): кварцево-хрусталеносная.

Полигенные рудные формации

Железо-магнезиальные карбонатные метасоматиты (ЖКМ): сидеритовая, магнезитовая.

Гидротермально измененные окоруды породы давно используются в качестве важных поисковых признаков эндогенных месторождений. Приведенная типизация рудных формаций Урала на основе рудно-метасоматических ассоциаций может быть полезной при поисковых и прогнозно-металлогенических работах.

Закономерности размещения эндогенной минерализации в метасоматической зональности имеют основополагающее значение при решении вопросов прикладного характера. Здесь, на наш взгляд, необходимо различать два случая: 1) положение оруденения и монофазальной (моноформационной) зональности месторождений; 2) положение оруденения в полифазационной зональности месторождений, рудных полей и районов.

Вопросы локализации рудных тел в метасоматических колонках монофазальных ореолов детально рассмотрены в литературе. Результаты обобщения материалов отражены на рис. 1.

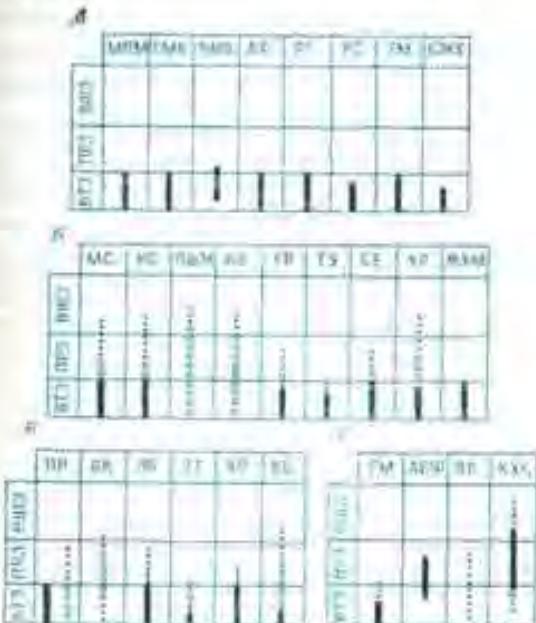


Рис. 1. Положение эндогенной рудной минерализации в метасоматических колонках монофазальных ореолов:

рудноминеральные метасоматические формации:

A – метаморфогенные формации.

B – плутоногенные; В – гидрометаморфо-плутоногенные.

Группы колонок:

ВЧЗ – внешние, ПРЗ – промежуточные;

ВТЗ – внутренние; индексы формаций

зм., в систематике рудных формаций

Положение оруденения в полифазационной зональности месторождений, рудных полей и районов изучено сравнительно слабо, хотя для прогнозной оценки территории этот вопрос имеет принципиальное значение. Характеристика полифазационной зональности в районах с различными типами геологических обстановок ее проявления изложена в работе [1]. В качестве примера рассмотрим положение уранового оруденения в совмещенной зональности месторождения Солнечное. Обратим особое внимание на благоприятное сочетание фаций и формаций для рудоотложения промышленного масштаба.

В районе месторождения смодюко-нордитовая минерализация парагенетически связана с вулканогенной формацией ранне-среднедевонского возраста. Радиогеохронологические исследования свидетельствуют об отрыве процесса рудоотложения от последних магмопроявлений на 35–60 млн лет. Естественный геодинамический ряд гидротермально-метасоматических образований имеет вид: пропилиты хлорит-эпидотовой фации – аргиллизиты сольфатарно-фумарольные – вторичные кварциты – контактовые роговики и скарны – пропилиты хлорит-тигроэлюистой фации – березиты – пиритизация пород – рудоотложение.

Урановое оруденение занимает определенное пространственное положение в полифазационной метасоматической зональности (рис. 2). Промышленные рудные тела локализуются в центральных зонах ореолов березитизации, накладываясь на интенсивно березитизированные и пиритизированные породы, частично распространяясь и на промежуточные зоны. Отдельные рудные тела с бедными и забалансовыми рудами локализованы во внутренних зонах пропилитов, размешаясь в пиритизированных гидрослюдисто-карбонатных, реже хлорит-карбонатных породах. Мелкие линзы, гнезда и прожилки встречаются в промежуточных и внешних зонах ореолов березитов и пропилитов. Таким образом, промышленное урановое оруденение довольно определенно можно зафиксировать в метасоматической зональности – внутренние части ореолов березитов с наложенной дорудной пиритизацией. Характер распределения метасоматических формаций и уранового



Рис. 2. Положение уранового оруденения в полиформационной метасоматической зональности района.

По О. Н. Грязнову и Ю. А. Дворникову

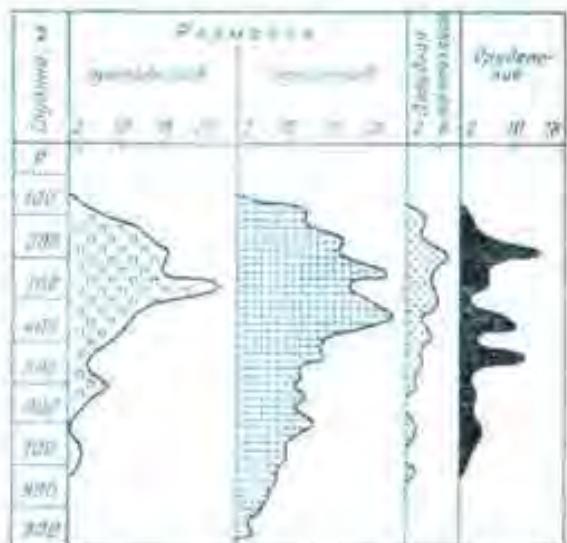


Рис. 3. Соотношение масштабности развития метасоматических формаций и уранового оруденения (в усл. ед.) с глубиной.

По О. Н. Грязнову и Ю. А. Дворникову

оруденения исследованной площади по вертикали с учетом масштабности их проявления приводят к интересным выводам (рис. 3). Наиболее продуктивные рудные тела сконцентрированы в 300-метровом интервале. На

эти же глубины приходится максимальное развитие формаций пропилитов, березитов и зорудной пиритизации. Устанавливается тесная прямая корреляция между масштабностью околоврудного метасоматоза и оруденения в вертикальном разрезе.

Опыт использования метасоматической зональности для прогнозных целей, к сожалению, весьма ограничен. Этот вопрос решался нами в двух направлениях.

1. Прогнозная оценка территории по результатам съемки масштабов 1:50000 – 1:200000 с использованием ореолов и ареалов рудоносных метасоматических формаций.

Комплексная методика количественного прогнозирования базируется на системном анализе геологических условий размещения минерализации, их объективной оценке, выявлении благоприятных геологических позиций при всестороннем учете рудоконтролирующих факторов. Определенная роль в этой методике принадлежит ореолам и ареалам рудоносных метасоматических формаций. Последние используются: 1) в качестве надежного и объективного поискового признака рудной минерализации, 2) в качестве критерия классификации рудных формаций, 3) для оценки масштабов рудного объекта, 4) в качестве критерия категоризации прогнозных ресурсов, 5) при подсчете прогнозных ресурсов.

2. Прогнозная оценка рудных районов, полей и месторождений на основе гидротермально-метасоматической зональности. Выделить площади, перспективные для обнаружения скрытых или слабопроявленных месторождений, можно путем выявления типов метасоматических формаций, свойственных рудным объектам, изучения их пространственно-временных соотношений, положения рудных тел в метасоматической зональности, корреляционных связей экстенсивности и интенсивности преобразования пород с масштабом оруденения.

При детальных поисках скрытого или слабопроявленного оруденения масштаба 1:50000 – 1:25000 и крупнее по гидротермально-метасоматическим образованиям целесообразно последовательное решение следующих вопросов:

- Выявление ореолов рудоносных метасоматических формаций.

• Выяснение генетического типа изучаемого объекта по сравнению с эталонным обобщением по их гидротермально-метасоматической зональности. Существенную помощь при этом оказывает привлечение геохимической информации.

• Разбраковка ореолов метасоматитов на «рудные» и «безрудные». Определяется с помощью прямых критериев разбраковки. К ним относятся минералого-петрографические и геохимические критерии. Минералогопетрографические критерии включают: 1) структурно-текстурные особенности рудоносных метасоматических пород; 2) развитие в рудоносных ореолах метасоматитов минералов с новыми химическими и физическими свойствами, чем в безрудных; 3) развитие в рудоносных ореолах сорудных метасоматитов стадии осаждения – так называемых околоворуждовых изменений рудной стадии; 4) развитие периферии рудоносных ореолов прожилковой минерализации дорудной, рудной и пострудной стадий.

1. Рудоносным ореолам свойственны полнопроявленные метасоматиты со структурами перекристаллизации и массивной текстурой. Псевдоморфные структуры отсутствуют.

2. Изучение минералогии околоворуждовых пород месторождений различных генетических типов свидетельствует об изменении химического состава и физических свойств ряда минералов в околоворуждном пространстве. Такой опыт получен при исследовании хлоритов и серицита колчеданных месторождений, а также флогопитов изумрудоносных сподиевых [1].

3. Средне-низкотемпературным месторождениям, размещающимся в метасоматитах дорудной стадии кислотного выщелачивания, присущее сопряженное оруденение, образующееся в стадию осаждения и накладывающееся на гидротермально измененные породы в сопровождении сорудных метасоматитов [6].

4. Прожилковая минерализация дорудной, рудной и пострудной стадий может быть использована в качестве критерия рудоносности метасоматитов. Наличие бедной прожилковой, а также прожилково-вкрапленной рудной минерализации во внешних зонах ореолов измененных (околоворуждных) пород на стадии

разбраковки однозначно свидетельствует об их рудоносности [8].

• Оценка глубины эрозионного среза рудоносных блоков, рудовмещающих структур, ореолов метасоматитов и рудных тел осуществляется с использованием количественных соотношений метасоматитов при полиформационной (полифациальной) зональности (в процентах или долях единицы по пересечениям или площади в зависимости от степени изучения объекта), коэффициентов метасоматоза при полиформационной (полифациальной) зональности, строения монофациальных ореолов [3], коэффициента сходства Р. М. Константина при сопоставлении с эталоном (распознавание образа) [4], ореолов прожилковой минерализации, вертикальной геохимической зональности индигенных ореолов.

Прикладное значение ореолов безрудной прожилковой минерализации исследовано нами совместно с Ю. А. Дворниковым на месторождении Солнечном [1]. С этой целью в разведочных профилей, наряду с отражением метасоматической зональности, строились ореолы развития прожилковой минерализации (рис. 4) в баллах удельной прожилковатости. В сечениях ореолов с шагом 50 м выше (до 250 м) и ниже (до 150 м) граници рудных тел, а также на их уровне подсчитывались линейные продуктивности ореолов (в контурах границ $C_i = 1$ балл) по формуле:

$$M_{\text{л.п.}} = \sum_{i=1}^n C_i l_i,$$

где $M_{\text{л.п.}}$ – линейная продуктивность ореола прожилковой минерализации, метро-балл; C_i – удельная прожилковатость, баллы; l_i – ширина ореола с i -значением удельной прожилковатости, м.

При весьма больших вариациях значений $M_{\text{л.п.}}$ устанавливается уменьшение величин продуктивностей от надрудных сечений ореолов к подрудным: надрудная зона (до 250 м выше рудных тел) 110-723 метро-балл, околоворуждная зона 22-599, подрудная зона (до 150 м ниже рудных тел) 10-130. Общая тенденция: надрудные сечения $M_{\text{л.п.}} \geq 100-150$ метро-балл, подрудные сечения $M_{\text{л.п.}} \leq 100-150$ метро-балл.

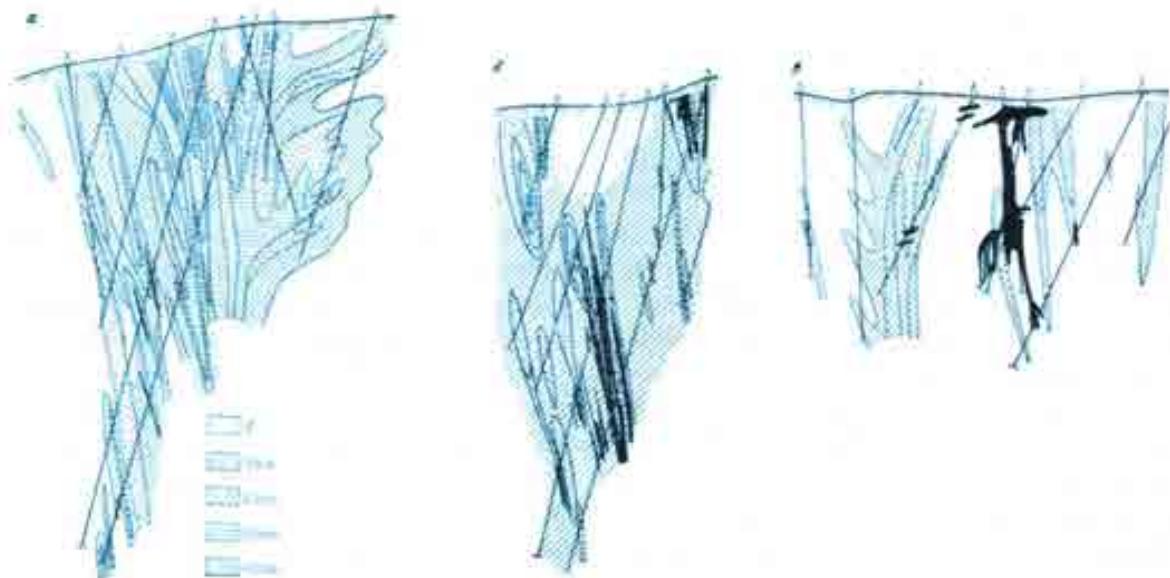


Рис. 4. Ореолы безрудной прожилковой минерализации (в баллах удельной прожилковатости) в разрезах месторождения Солнечного U-Mo рудной формации с различной глубиной зрозионного среза. По О. Н. Грязнову и Ю. А. Дворникову

Меньшими колебаниями величин характеризуется коэффициент относительной удельной прожилковатости (K_{y_n}): 1,1 + 4,2 в надрудной области и 0,9 + 0,2 – в подрудной:

$$K_{y_n} = \frac{M_{y_n}}{M_{y_n}},$$

где M_{y_n} – величина продуктивности удельной прожилковатости на заданных сечениях орео-

лов и рудных тел; M_{y_n} – то же на уровне нижних сечений рудных тел.

Изменение средних значений K_{y_n} по трём профилям месторождения отражено на рис. 5. Из графика видно, что в надрудной области (верхняя граница рудных тел и выше до 250 м) величина $K_{y_n} = 2,2 \pm 3,0$; на уровне нижних и средних сечений – 1,0 + 1,7; в подрудной области (до 150 м ниже границы рудных тел) < 1,0. Общая тенденция: рудные тела и надрудные сечения $K_{y_n} \geq 1,0$; подрудные сечения $K_{y_n} \leq 1,0$.

Приведенные материалы отражают лишь первые результаты исследований этого вопроса. Однако уже сейчас достаточно отчетливо видно, что изучение характера распределения прожилковой минерализации в околоврудном пространстве представляет собой немалый интерес в качестве критерия рудоносности метасоматитов и оценки уровня эрозии ореолов гидротермально измененных пород и рудных тел.

- Оценка масштабов прогнозируемого оруднения.

В данном случае необходимо использовать те геологические факторы, которые отражают оптимальные условия рудообразования и характеризуются наибольшей информатив-

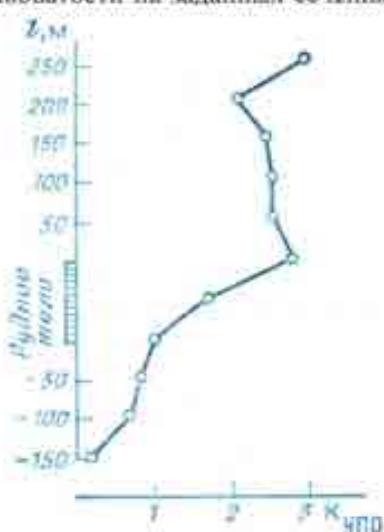


Рис. 5. Изменение величины коэффициента относительной удельной прожилковатости K_{y_n} в вертикальном сечении ореолов околоврудных метасоматитов месторождения

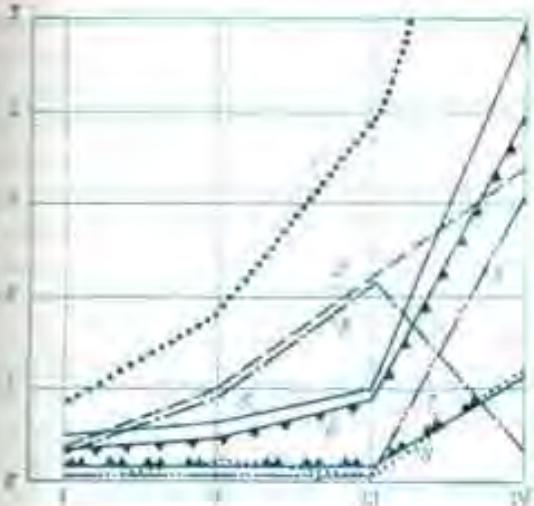


Рис. 6. Связь метасоматических признаков с масштабом оруденения.

По О. Н. Грязнову и Ю. А. Дворникову:

- I – мелкие рудопроявления; II – крупные рудопроявления; III – мелкие месторождения;
- IV – средние месторождения;
- 1 – площадь развития околоврудных метасоматитов противиты в целом; 2 – внешние зоны противитов;
- 4 – внутренние зоны противитов; 5 – березиты в целом; 6 – внешние зоны березитов;
- 7 – внутренние зоны березитов;
- 8 – пиритизированные породы.

ностью. Объективной оценкой информативности факторов служит их корреляция с масштабом оруденения. Применительно к гидротермально-метасоматической зональности месторождений это положение можно, очевидно, сформулировать следующим образом: наиболее информативны те метасоматические признаки, которые по экстенсивности и интенсивности имеют прямую корреляционную зависимость от масштабов оруденения.

На основе оптимального сочетания метасоматических фаций и формаций для рудоотложения в рассматриваемом районе (см. рис. 2) был использован характер связи площади развития гидротермальных метасоматитов, интенсивности проявления противитизации, березитизации и пиритизации рудовмещающих пород, а также их количественных соотношений с масштабом оруденения на детально изученных месторождениях и рудопроявле-

ниях (рис. 6). Достаточно надежная корреляция связывает площадь развития гидротермально измененных пород и масштаб объекта. Для рудопроявлений не устанавливается определенной зависимости между количеством измененных пород того или иного типа, интенсивностью преобразования и размером объекта. Она отчетливо проявляется лишь для категорий месторождений. При этом прямая корреляция с масштабом оруденения свойственна не только березитам и пиритизированным породам, но и противитам. С увеличением рудной продуктивности месторождений теснее выступает ее зависимость от количества березитизированных, пиритизированных пород и интенсивности процесса метасоматоза. Используя эти данные, можно примерно оценить масштабы оруденения новых объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грязнов О. Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. М.: Недра, 1992. 250 с.
2. Грязнов О. Н., Золаев К. К., Ляхович Э. М. Карттирование рудоносных метасоматитов. М.: Недра, 1994. 271 с.
3. Грязнов О. Н., Ляхович Э. М. Карттирование рудоносных метасоматических образований Урала: методические рекомендации. Свердловск: ИГО «Уралгеология», 1989. 142 с.
4. Константинов Р. М. Основы формационного анализа гидротермальных рудных месторождений. М.: Наука, 1973. 215 с.
5. Критерии прогнозной оценки территории на сырьевые полезные ископаемые / под ред. Д. В. Рундквиста. Л.: Недра, 1978.
6. Омельяненко Б. И. Околоврудные гидротермальные изменения пород. М.: Недра, 1978.
7. Рудоносность и геологические формации структур земной коры / под ред. Д. В. Рундквиста. Л.: Недра, 1981.
8. Савельева К. П., Грязнов О. Н., Костромин Д. А. О новом минерало-геохимическом типе эндогенного золотого оруденения на Урале // В. И. Вернадский и современные проблемы геологии: тез. докл. территор. науч.-практ. конф. Свердловск, 1988. С. 19-21.

ПОИСКИ УГЛЕВОДОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ GORE В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. Г. Паник, В. И. Герман

Внедренные авторами геохимические исследования по методике GORE, в совокупности с известным комплексом геофизических работ, позволяют поднять на самую высокую ступень достоверность прогноза углеводородных залежей в России. Методика фирмы GORE сравнительно проста в использовании и сравнительно недорогая при выполнении полевых работ, она уже использовалась фактически во всех нефтегазоносных регионах мира. Конечным продуктом поисков методом GORE являются специальные геохимические карты, которые могут интерпретироваться как карты прогноза на углеводородное сырье. Их достоверность сегодня достигает 80 %, а в некоторых случаях и до 97 %.

Ключевые слова: методика GORE, прогноз углеводородов, геохимические аномалии, опознавательные признаки углеводородов.

Introduced by authors geochemical investigations on GORE method, together with a known complex of geophysical operations, allow to raise the forecast reliability of hydrocarbon deposits in Russia to the highest level. The technique of GORE firm is relatively simple in usage and relatively inexpensive when performing field work. It has already been used practically in all oil and gas regions of the world. The final product of searches by GORE are special geochemical maps, which may be interpreted as forecast maps for hydrocarbons. At present their validity reaches 80%, and in some cases 97%.

Key words: GORE technique, forecast of hydrocarbons, geochemical anomalies, determination signs of hydrocarbons.

Мировая практика поисков углеводородов убедительно показывает вероятность открытия месторождений-гигантов и даже крупных по запасам залежей быстро снижается. Такие возможности пока сохраняются для относительно малонизученных акваторий шельфа. Основной прирост запасов получают за счет небольших и средних месторождений, передко расположенных на флангах крупных. В этом случае резко увеличиваются затраты на догостоящие буровые работы. В соответствии с теорией вероятности возможность появления скважины в пределы небольших залежей коррелируется соотношением продуктивных и пустых площадей. Антиклинальные структуры, определяемые по геологическим данным, не несут в себе достаточной информации для эффективных поисков рассредоточенных в них мелких залежей, так как буровые скважины. Существенную помощь могут оказывать, естественно, геофизические (прежде всего, сейсмические) наблюдения, способные детализировать внутреннюю структуру крупных геологических структур. Однако на еще более

высокую ступень достоверность прогноза углеводородных залежей способны повысить геохимические исследования фирмы GORE, результаты которых надежно коррелируются с геофизическими наблюдениями. При использовании оригинальной методики исследований этой фирмы достоверность прогноза, как правило, не опускается ниже 90 %.

Методика фирмы GORE сравнительно проста в использовании и недорогая при выполнении полевых работ, она уже использовалась фактически во всех нефтегазоносных регионах мира в 60 нефтегазоносных бассейнах. В последнее десятилетие газогеохимические исследования с использованием методики этой фирмы эффективно применяют в России (Волго-Уральский и Западно-Сибирский бассейны). Методика базируется на теории американского ученого С. А. Пирсона [4], который рассматривал углеводородные залежи как источник вертикального электротеллурического тока. Иногда говорят об углеводородном «дыранье» недр, что подтверждается на многочисленных месторождениях нефти и

гем. Основной целью геохимических исследований по методике фирмы GORE является интерпретация данных опробования восходящих газовых эманаций, указывающих на возможные глубинные залежи газа, нефти, конденсата. Углеводородные соединения как природные восстановители неизбежно подавляют восстановительный потенциал среды – Eh, меняют pH (щелочность-кислотность флюидов) на пути следования вверх. Предлагаемая методика способна разделять фоновые природные «шумы» углеводородных соединений в приповерхностных грунтах и глубинные эманации, представляющие практический интерес. Пробы газов отбираются с относительно небольшой глубины (50–60 см), специальными модулями фирмы, позволяющими уже на стадии забора газов разделять поверхностные и глубинные эманации. Уровень глубины отбора проб отвечает преимущественно заре выветривания.

С учетом геохимической специфики регионов методика предусматривает использование качественных характеристик глубинных флюидов каждого из них. Для этого отбирают специальные пробы около продуктивной скважины исследуемого участка, а также вокруг «сухих» скважин, для которых доказано отсутствие глубинных залежей углеводородов. Существенным допущением методики является предположение о том, что опознавательные признаки грунтового газа вблизи продук-

тивной скважины однозначно отражают проявление глубинной углеводородной залежи. Это предположение было подтверждено фактически на месторождениях нефтегазоносных регионов всех континентов. Следует отметить также, что предлагаемая методика, превосходящая все предыдущие по точности измерений (от 10^{-6} до $10^{-8}\text{--}10^{-12}$ гр.) и количеству анализируемых углеводородов (см. рис. 1), позволяет делать заключения не только по интенсивности углеводородного «дыхания», но и по его качественному составу. Этот набор углеводородных соединений, как правило, тесно коррелируется с набором аналогичных соединений в продуктивной скважине. Естественно, что специальная статистическая обработка, используемая для последующей прогнозной оценки, ведется также с учетом геохимических данных по «сухой» скважине.

На рис. 1 показана гистограмма значимости разных углеводородных соединений для определения эманаций над нефтяными залежами. Чем выше столбик гистограммы, тем более значимо данное соединение для определения нефтеподобной качественной характеристики эманации. Это устойчивая модель, поскольку она не зависит от одного или даже нескольких соединений.

Такая комплексная характеристика нефтеподобных моделей сохраняет устойчивость в большинстве нефтегазоносных регионов мира. Наиболее значимыми в данном случае

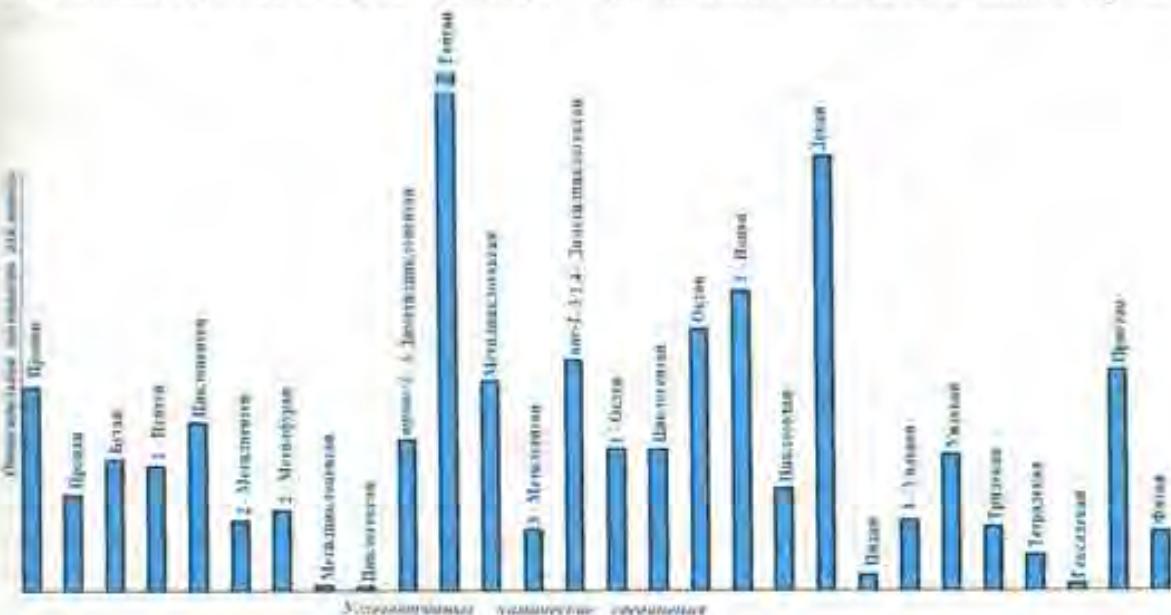


Рис. 1. Опознавательные признаки углеводородов

являются соединения средней части гистограммы между гептаном и деканом. Для газовых месторождений отчетливо информативными являются соединения левой части гистограммы (в интервале пропен - гептан), что позволяет, таким образом, делать более точные прогнозы типа залежи. В ряде случаев геохимическая картина позволяет различать спектры тяжелой и легкой нефти.

Опознавательные признаки нефтяных, газовых и «сухих» моделей приведены на рис. 2. На «сухой» модели без признаков углево-

дородов опознавательные признаки (столбики гистограммы) за редким исключением практически не выражены. Отчетливо выражены опознавательные признаки в средней части гистограммы для нефтяных залежей. О наличии газовых залежей свидетельствуют гистограммы с опознавательными признаками, смешенными в левую часть гистограммы. При наличии нефтегазовых залежей обычно получаем совмещенную гистограмму опознавательных признаков углеводородов, показанных на газовой и нефтяной моделях. Такое частичное или полное совмещение наблюдается для большинства углеводородных залежей, что отражает реальную природную картину обычного пространственного совмещения нефтяных и газовых месторождений.

Для надежной интерпретации геохимических данных (приналежности к «нефтяному» или «сухому» классу) строится математическая проекция каждой пробы на ось, разделяющую центроиды классов конечных членов. При этом центроид «сухого» класса представляет собой нулевую вероятность членства в «нефтяном» классе, а центроид «нефтяного» класса представляет 100 % вероятность членства в своем классе (рис. 3). Конечным продуктом поисков методом GORE являются специальные геохимические карты, которые могут интерпретироваться как карты прогноза на углеводородное сырье. Их достоверность сегодня достигает 80 %, а в некоторых случаях и до 97 % при негативной оценке объекта изысканий.

В зимний сезон 2005-2006 гг. геохимические исследования выполнялись на Ярудейс-

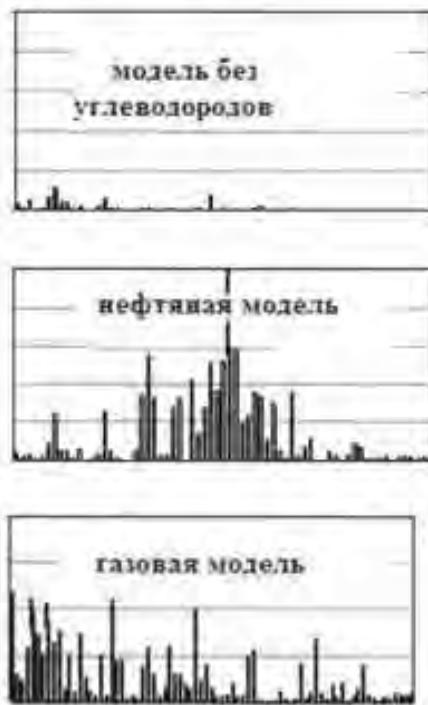


Рис. 2. Типовые гистограммы опознавательных признаков углеводородов

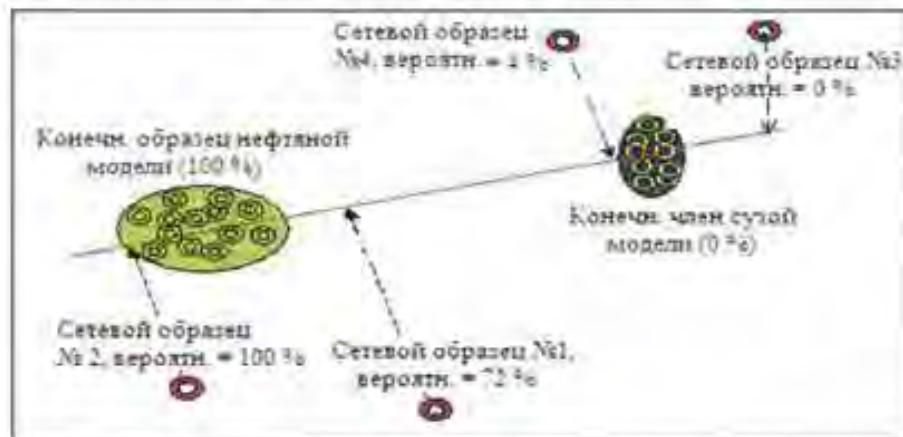


Рис. 3. Схема разделения центроидов классов модели методом дискриминантного анализа

шем участке. Его площадь непосредственно граничит с юга к Обской губе и при ширине 30 км протягивается в меридиональном направлении на 65 км. В структурном отношении он расположен в пределах Шугинско-Ярудейского малого вала (структуры 2-го порядка), который представляет собой северное окончание большей по масштабам структуры – Ярудейского крупного вала. Последний, в свою очередь, входит в Надымскую мегавпадину.

В пределах Шугинско-Ярудейского малого вала (50+51) можно выделить три небольших поднятия, которые были главными объектами геологического изучения. К ним относятся (с юга на север) поднятия: Ярудейское (250), Южно-Шугинское (2976) и Шугинское (248).

Это небольшие антиклинальные структуры размером около 10 км в плане (рис. 4). Один профиль (трансект) пройден через два остальных поднятия в северо-западном направлении (рис. 5).

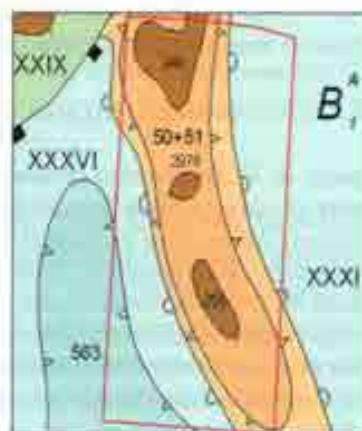


Рис. 4. Выкопировка из тектонической карты (ЗапСибНИГНИ, В. С. Бочкарёв, 1999 г.).

Масштаб: 1 см – 6 км,
 условные обозначения в тексте.

По данным буровых работ, в составе кровли фундамента отмечается обычный набор пород терригенного комплекса: конгломераты, песчаники, туфопесчаники, алевролиты, аргиллиты. Наиболее благоприятные для локализации углеводородных залежей условия характерны для пород горизива-сеноманского возраста. К сожалению, верхнемеловые отложения представлены преимущественно глинистыми породами, которые рассматриваются скорее, как покрышка для газоносных горизонтов мела. Из четырех скважин, пробуренных

ранее, только одна дала положительные результаты – в скважине № 2, пробуренной на крыле структуры, был получен незначительный (около 2 м³/сут.) непереливающий приток нефти, смешанный с водой. После проведения геохимических работ и с учетом их результатов в 2007 году была пробурена скважина № 5 в двух километрах северо-западнее скважины № 2 и из пород пластов ЮН₁₂ и ЮН₂ на глубине более 3000 м получен фонтан газоконденсата с дебитом газа сепарации 102,4 тыс. м³/сут. Скважина пробурена на Ярудейском участке в куполе антиклинальной структуры. Такая сложная и противоречивая ситуация с окончательной оценкой перспектив участка может быть разрешена с учетом результатов геохимических исследований фирмы GORE см. (рис. 5).



Рис. 5. Характер геохимических аномалий участка Ярудей

Согласно карте распределения вероятности углеводородных залежей, напрашивается вывод о том, что потенциальные месторождения нефти и газа на участке имеют мелкожечистый характер. Соотношение выделенных перспективных участков к малоперспектив-

ным и «сухим» площадям составляет 1:10, или около 10 %. Именно такова, следовательно, вероятность попадания скважинной в продуктивную залежь без учета результатов геохимических исследований фирмы GORE. Полученные геохимические результаты свидетельствуют также об отсутствии в пределах выделенных антиклинальных поднятий единой структурной ловушки. Геохимический профиль (трансект), пройденный через Южно-Шугинское и Шугинское поднятие, подтверждает очаговый характер распределения потенциальных углеводородов в этих структурах. Причины такого распределения геохимических аномалий до конца не выяснены. Возможно, главную роль здесь играет наличие небольших замкнутых локальных поднятий с меняющимся литологическим составом пород-коллекторов по материалам.

Полученные результаты подтверждают флюидодинамическую модель нефтегазовых залежей. Углеводороды активно «приспособливаются» к надложенным тектоническим подвижкам и митрируют в небольшие структурные ловушки, где их распределение дополнительно контролируется литологическим составом пород. В результате залежи приобретают мелкоячеистый характер распространения в плане. На геохимических картах они выглядят изометричными, иногда слабовыпуклыми аномалиями. Как показывает опыт [1, 2], форма геохимических аномалий в плане зависит от тектонической структуры вмещающих пород. В пределах платформенных областей аномалии обладают изометричной формой, иногда, для крупных месторождений, они сливаются в более крупные ячейки весьма сложной формы. В некоторых странах, где нефтегазоносность приурочена к предгорным прогибам, аномалии обладают, как правило, линейными очертаниями. Здесь они обычно

приурочены к разрывным тектоническим структурам. На геологических разрезах залежи имеют форму вытянутых и выпуклых линз, согласующихся с залеганием вмещающих пород. Установлено, что положение газо- и водонефтяного контакта обычно повторяет контуры кровли вмещающего пласта, а не лежит в горизонтальной плоскости [3], что лишний раз подтверждает флюидодинамическую природу залежей.

Старые геологические схемы и разрезы, базирующиеся на недостаточном фактическом материале, требуют существенной детализации. Наиболее эффективные результаты для прогноза углеводородного сырья сегодня может дать сочетание геофизических работ и геохимических исследований с использованием предлагаемой методики. Результаты исследований фирмы GORE, которые хорошо согласуются с данными геофизики, несут конкретную информацию о продуктивности тех или иных геофизических структур, определяют контуры их защищаемости углеводородами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Герман В. И. Результаты геохимического обследования методом GORE в Надымском районе (ЯНАО, Россия) // Материалы Уральской горнопромышленной декады. Екатеринбург, 2008. С. 14-15.
2. Герман В. И. Физико-химические процессы над углеводородными залежами и возможности их диагностики методом GORE // Материалы Уральской горнопромышленной декады. Екатеринбург, 2008. С. 14-15.
3. Грищенко М. А. Современные подходы к моделированию насыщенности при создании геологических моделей // Известия вузов. Нефть и газ. Тюмень, 2008. № 3. С. 4-10.
4. Урдашев А. Т. Локальный прогноз нефтегазовых месторождений на основе эффектов электротеллурических токов над залежами углеводородов // Доклады Международной конференции. С.-Пб., 2000. С. 202-204.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫБРОСОВ ОАО «СРЕДНЕУРАЛЬСКИЙ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫЙ ЗАВОД» НА ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН

Д. Ю. Макушев

В данной работе раскрыта актуальная тема для предприятий горно-металлургического комплекса. Описанная автором оценка влияния производственных выбросов ОАО «СУМЗ» на атмосферный воздух и эффективность природоохранной деятельности предприятия, направленная на снижение загрязнения воздушного бассейна и связанная с этим концепция экологического мониторинга, ориентированы на сохранение сложившегося природно-территориального комплекса с последующим постепенным уменьшением техногенной нагрузки предприятия на окружающую среду.

Ключевые слова: Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), выбросы, воздействие, атмосферный воздух, экологическое состояние, мониторинг.

In this study a topical issue for mining and smelting complex is discussed. Described by the author assessment of the impact of industrial emissions made by OJSC «SUMZ» into the atmosphere and the efficiency of environment protection activities of the enterprise, aimed at reducing of air pollution and the related with it the concept of environment monitoring, are oriented on preserving the existing natural-territorial complex, followed by a gradual decrease of the anthropogenic load of the enterprise on the environment.

Key words: Sredneuralskiy smelter (SUMZ), emissions, exposure, air, environment condition, monitoring.

Целью данной статьи является оценка влияния производственных выбросов ОАО «СУМЗ» на атмосферный воздух и эффективности природоохранной деятельности предприятия, направленной на снижение загрязнения воздушного бассейна. Работа выполнена на основании результатов анализов лаборатории охраны окружающей среды предприятия.

Площадка Среднеуральского медеплавильного завода расположена в г. Ревде, Свердловской области, 40 км от г. Екатеринбурга. Расстояние от площадки завода до жилой застройки г. Ревды в юго-восточном направлении составляет 2,5 км. В северном направлении на расстоянии 1,5 км расположен г. Первоуральск.

Среднеуральский медеплавильный завод введен в эксплуатацию в 1940 году и является комплексным химико-металлургическим производством, характерным для предприятий цветной металлургии Урала.

Предприятие представляет собой полный цикл производства черновой меди, начиная от

рудного сырья, с получением медных концентратов флотацией (обогатительная фабрика), включая обжиг концентратов, плавку на черновую медь (медеплавильное производство), использование серы, отходящих газов для получения серной кислоты (сернокислотный цех) и серной кислоты для производства двойного суперфосфата, триполифосфата, удобрения (цех двойного суперфосфата), также на заводе производят бутилкантогенат калия и флютореагент для обогатительной фабрики (цех кантогенатов) [1].

За период много летней работы СУМЗа прилегающие территории подверглись значительному техногенному воздействию.

Всего на предприятии имеется 68 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, оснащенных пылегазоочистными установками (ПГОУ), из них 65 источников действующие.

Тип и конструкции применяемых пылегазоочистных установок, количество ступней очистки выбраны в зависимости от параметров отходящей пылегазовой смеси: температу-

ры и взаимодействия газа, номенклатуры загрязняющих веществ, их концентрации, дисперсности пыли, ее плотности и электрического сопротивления.

Для улавливания грубодисперсной пыли (пыль шлака, известки, концентрата, шихты и товарной продукции) из пылегазовых выбросов на основных и вспомогательных производствах используются пылевые камеры, одиночные, полигрупповые пылеуловители. Мелкодисперсная пыль удаляется мокрым способом в промывателях и скрубберах различных модификаций. Для очистки газов от тонкодисперсной пыли (воздухов металлов), образующихся при проведении высокотемпературных процессов, используются электрофильтры.

Очистка газов от экстракторов и вакуум-фильтров в отделении получения фосфорной кислоты цеха двойного суперфосфата и триполифосфата натрия, содержащих фтористые соединения, производится в адсорберах [2].

Для утилизации диоксида серы, образующегося при получении черновой меди, организовано сернокислотное производство, производительность которого по газовой нагрузке 310 тыс. м³ в час. При этом утилизируется 76,6 % от общего количества диоксида серы, образующегося в медеплавильном производстве, в том числе 65-70 % – от конвертерного передела.

Сложность и многостадийность основного технологического процесса предприятия – производства черновой меди обуславливает большой диапазон изменения концентрации загрязняющих веществ в отходящих газах от технологического оборудования этого передела. Кроме того, концентрация загрязняющих веществ в отходящих газах также существенно зависит и от состава используемого мельсодержащего сырья.

Лабораторией охраны окружающей среды предприятия ведется эколого-аналитический контроль за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в Первоуральско-Ревдинском промзапое. Наблюдения ведутся по трем постам наблюдения, два из которых расположены в г. Первоуральске (пост № 1 – «Магнитка», пост № 2 – пересечение улиц Луначарского – Ватутина) и один в г. Ревде (пост № 3 – «Дворец спорта»). Пост № 1 расположен на северо-востоке относительно промышленности

ОАО «СУМЗ» на расстоянии 6 км от основных источников выбросов, пост № 2 – на севере на расстоянии 7 км, пост № 3 в г. Ревде – на юге на расстоянии 6 км (рис. 1).

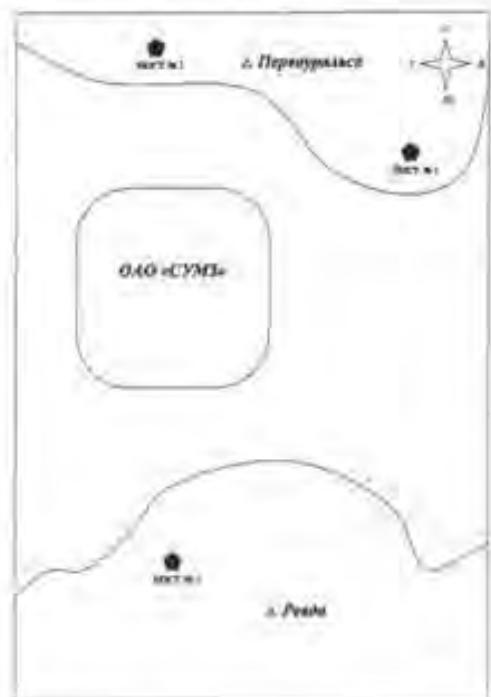


Рис. 1. План-схема мониторинга атмосферного воздуха

Ниже приводится обобщение результатов анализов атмосферного воздуха за период с 1995 по 2008 годы по основным загрязняющим веществам (свинец, мышьяк, диоксид серы, диоксид азота, медь, никель, кадмий), непосредственно оказывающим негативное влияние на воздушный бассейн, с целью определения изменения их концентраций с течением времени.

Свинец. По данному элементу существенных изменений за период наблюдений не установлено. Резкое увеличение концентрации свинца зафиксировано только на посту «Дворец спорта» в 2005 году (1,3 ПДК). Изменение содержания свинца на этом посту произошло в период с 2003 по 2008 годы (рис. 2).

Мышьяк. Анализ рис. 3 показал, что происходит снижение концентрации мышьяка во всем трех постах. Максимальная концентрация за весь период наблюдений составила 0,0006 мг/м³, что меньше ПДК по воздуху.

Диоксид серы. Анализ рис. 4 показал, что происходит постепенное уменьшение кон-

ПДКР в=0,0003 мг/м³

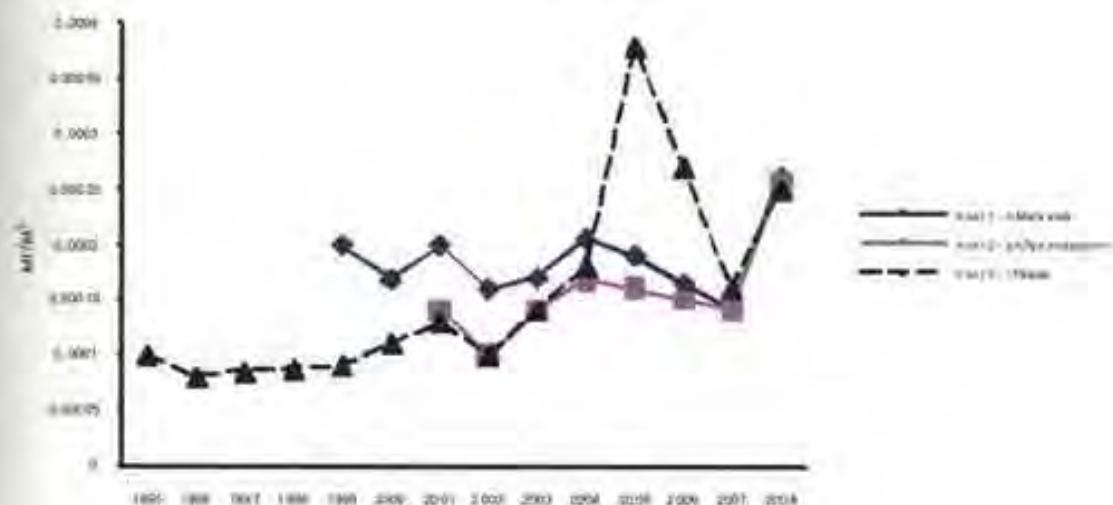


Рис. 2. График изменения содержания свинца в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

ПДК(Ак)=0,003 мг/м³



Рис. 3. График изменения содержания мышьяка в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

центрации диоксида серы в атмосферном воздухе по всем постам. В 2008 году на постах «Дворец спорта» и «Магнитка» фиксируется рост концентраций: 0,132 и 0,176 мг/дм³ соответственно, не превышающих ПДК по воздуху.

Диоксид азота. По этому соединению резких изменений за период наблюдений не установлено. В 2008 году на постах «Дворец спорта», «Магнитка» и на пересечении улиц Луначарского – Ватутина фиксируется рост концентраций 0,55; 0,13 и 0,15 мг/дм³ соответственно, в пределах ПДК по воздуху (рис. 5).

ПДК (SO₂)=0,8 мг/м³

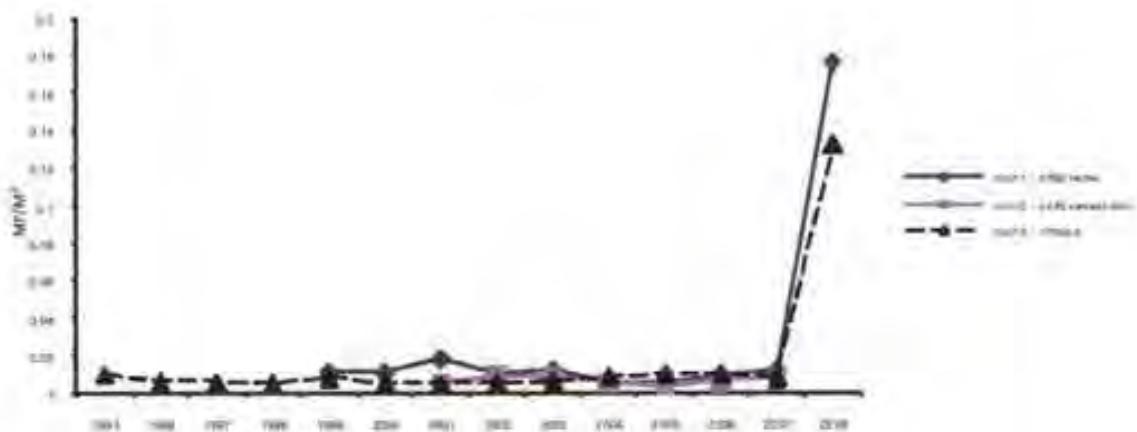


Рис. 4. График изменения содержания диоксида серы в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

ПДК (NO₂)=0,2 мг/м³

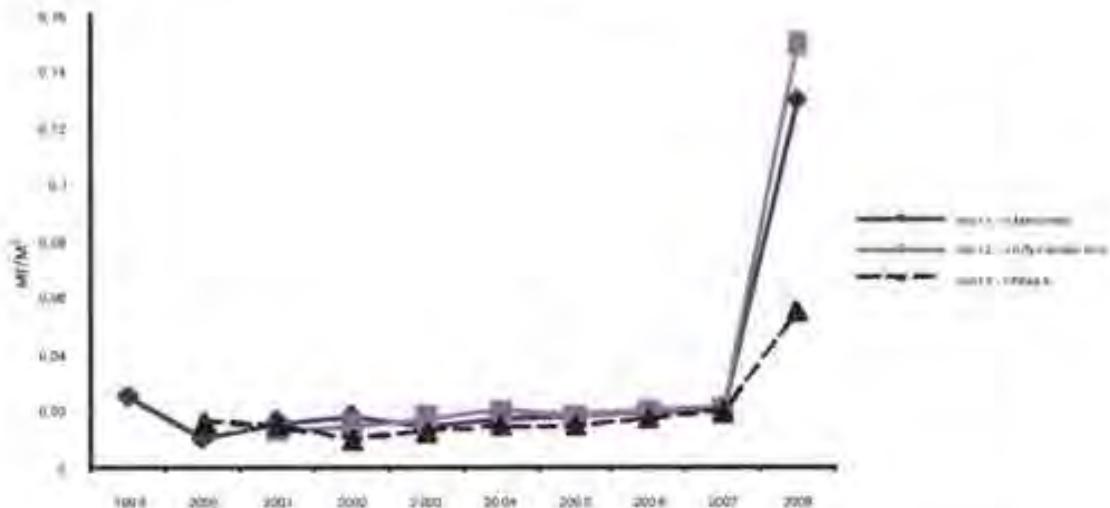


Рис. 5. График изменения содержания диоксида азота в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

Медь. Анализ рис. 6 свидетельствует, что происходит постепенное синхронное снижение концентрации меди по всем трем постам. В то же время на постах «Дворец спорта», «пересечение улиц Луначарского – Ватутина» и «Магнитка» фиксируется рост концентраций: 0,000411; 0,00042 и 0,00061 $\text{мг}/\text{дм}^3$ соответ-

ственно, однако они не превышают ПДК по воздуху.

Цинк. Изменение концентрации цинка по постам происходит хаотично. В 2008 году на постах «пересечение улиц Луначарского – Ватутина», «Дворец спорта» и «Магнитка» фиксируется рост концентраций, не превы-

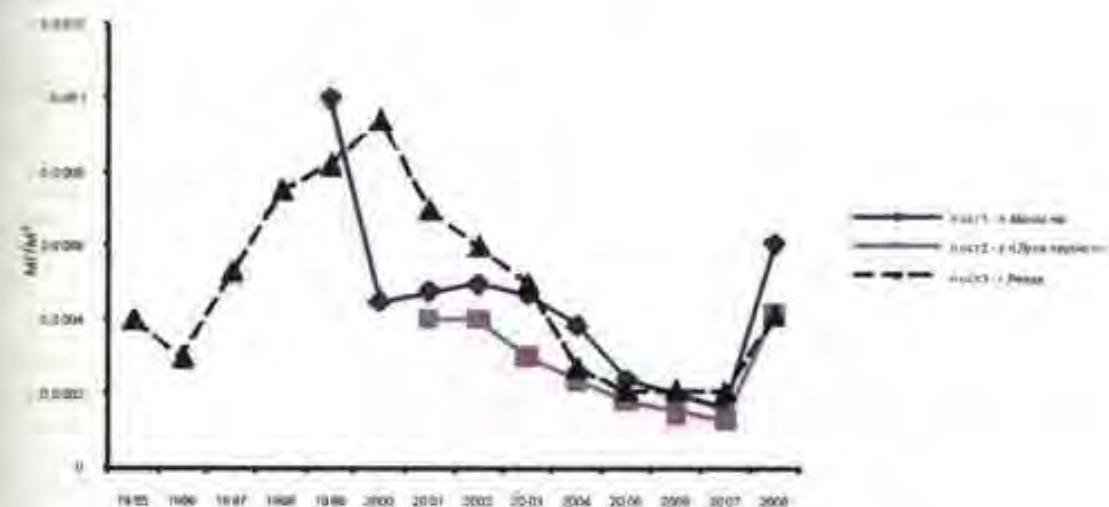


Рис. 6. График изменения содержания меди в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

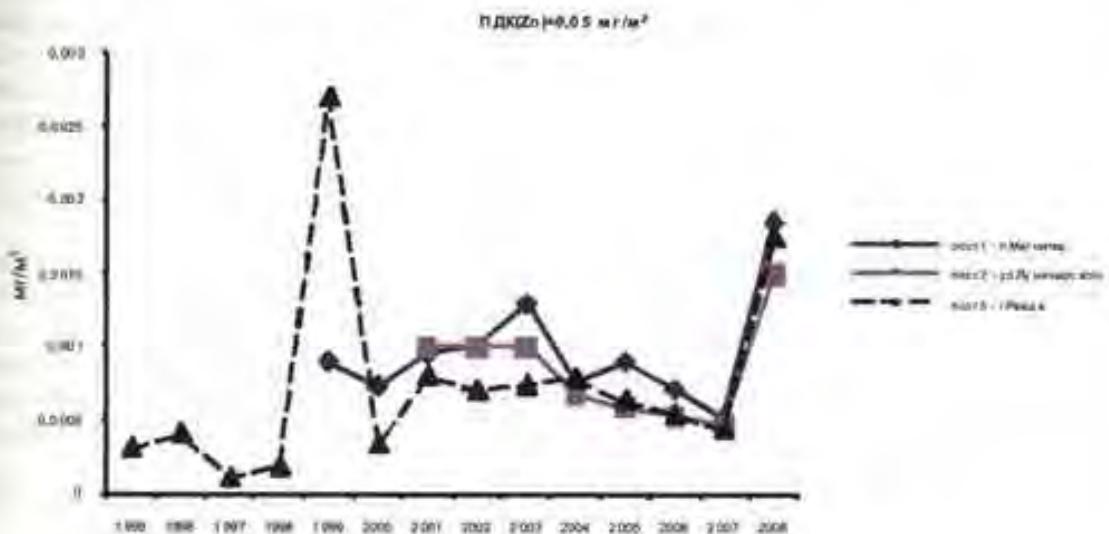


Рис. 7. График изменения содержания цинка в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

шашающих, однако, ПДК по воздуху: 0,0015; 0,00175 и 0,00186 мг/дм³ соответственно (рис. 7).

Кадмий. По этому элементу происходит синхронное уменьшение по первым двум постам (пост «Магнитка», пост «ул. Луначарского – Ватутина»). Максимальные концентра-

ции наблюдались в 2004 и 2003 гг. соответственно и к 2005 году существенно снизились. Однако по посту «Дворец спорта» концентрация кадмия, наоборот, начиная с 2001 года, постепенно возрастает и снижается в 2007 году до 0,0000165 мг/м³. В 2008 году на постах

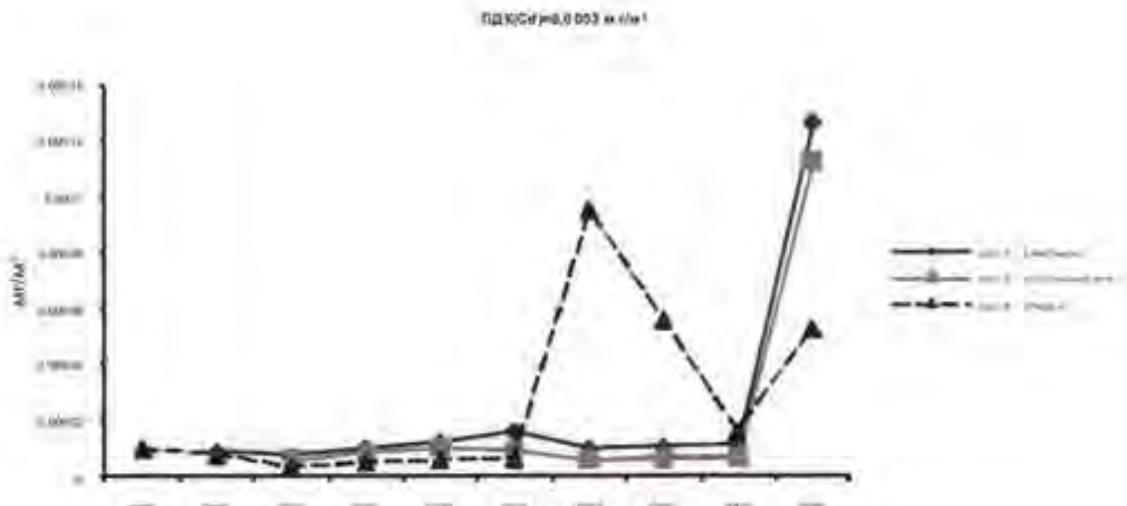


Рис. 8. График изменения содержания кадмия в атмосферном воздухе (за период 1995 – 2008 гг.)

«Дворец спорта», «пересечение улиц Луначарского – Ватутина» и «Магнитка» фиксируется рост концентраций: 0,0000526; 0,000112 и 0,000126 $\text{мг}/\text{дм}^3$ соответственно, что в пределах ПДК по воздуху (рис. 8).

Выходы

Анализ экологического состояния атмосферного воздуха в районе размещения предприятия показывает, что после внедрения основных природоохранных мероприятий к 2008 г. все изучаемые вещества, кроме свинца, входят в пределы нормативов. Вместе с тем зафиксирована тенденция к увеличению

концентрации в атмосферном воздухе свинца, диксона серы, диксона азота, меди, цинка и кадмия. Для недопущения дальнейшего роста концентраций по данным ингредиентам выше ПДК, необходимо и впредь снижать выбросы от стационарных источников и внедрять экологически безопасные технологические процессы и технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проведение экологического мониторинга компонентов окружающей среды зоны воздействия ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод». Екатеринбург: СОО МАНЭБ, 2006.
2. Экологическая программа ОАО «СУМЗ». ООО «УГМК-Холдинг». В. Пышма, 2004.

УДК 622.271.33:624.131.537

ТЕОРИЯ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВАНИЙ И ОТКОСОВ

А. В. Жабко

В статье предлагается механический принцип для расчета устойчивости откосов и оснований. На основе выстраивается теория расчета их устойчивости. Выводятся основные уравнения условия равновесия призмы смещения. Получены дифференциальные уравнения, определяющие геометрию потенциальной поверхности скольжения. Рассмотрены вопросы построения поверхностей скольжения в однородных вертикальных откосах и преломления поверхности скольжения в анизотропных горных массивах.

Ключевые слова: расчет устойчивости, поверхность скольжения, механические свойства, дифференциальные уравнения.

The article proposes a mechanical principle to calculate stability of slopes and foundations. The theory of calculation of their stability is based on it. We derive the basic equations of equilibrium conditions of the prism of displacement. Differential equations that determine geometry of a potential slip surface are received. Questions are discussed of establishing of sliding surfaces in uniform vertical slopes and refractive index of the sliding surface in anisotropic rock masses.

Key words: stability calculation, surface of sliding, mechanical characteristics, differential equations.

Оценка устойчивости откосов и оснований является весьма актуальной проблемой при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, в гидротехническом и транспортном, промышленном и гражданском строительстве, а также в других отраслях деятельности человека. Вместе с тем строгого способа расчета даже идеально однородных (изотропных) откосов не существует.

Как известно, для равновесия плоской системы сил необходимо выполнение трех условий геометрической статики. С другой стороны, задачи статики весьма эффективно решаются при использовании общих принципов механики. Так, для равновесия механической системы с одной степенью свободы, согласно принципу возможных перемещений, необходимо и достаточно выполнение равенства [6]

$$\sum \delta M_i' + \sum \delta A_i = 0. \quad (1)$$

где $\sum \delta M_i'$, $\sum \delta A_i$ – сумма элементарных работ всех действующих на систему активных сил и реакций связей соответственно при любом возможном перемещении системы.

Необходимо указать на ошибку, допускаемую некоторыми исследователями. В литературе в качестве недостатка способа К. Терцаги упоминается то, что он удовлетворяет только одному условию статического равновесия – условию моментов. К. Терцаги исходит из предположения о круглоцилиндрической поверхности скольжения, таким образом, возможным перемещением системы откосов (призмы смещения) будет являться ее смещение по дуге окружности относительно некоторого центра. Пренебрегая внутренними силами (силами, действующими между откосами – межблоковыми реакциями) и используя выражение (1), получим необходимое и достаточное условие равновесия в виде разности внешних сдвигающих и удерживающих сил. Не составляет труда записать это условие через коэффициент устойчивости. Следовательно, условие равновесия, по К. Терцаги, является состоятельным, другой вопрос, что в способе не учтены межблоковые реакции, а поверхность скольжения принята гипотетично.

Рассмотрим механическую систему – призму смещения, состоящую из материаль-

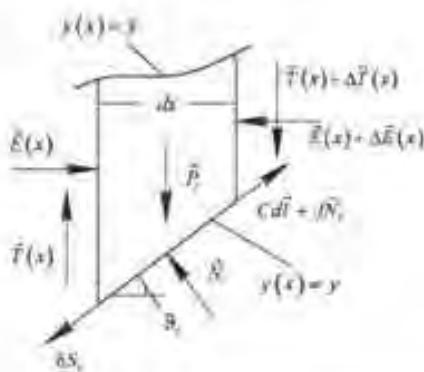


Рис. 1. Элементарный отсек и действующие на него силы

ных точек – центры масс элементарных отсеков (отсеки условно разделены вертикальными гранями). Выделим из призмы смещения произвольный отсек и рассмотрим его равновесие под действием приложенных активных сил и реакций связей (рис. 1). Условие равновесия для данного отсека представляется равенством

$$-E(x)\cos\vartheta\delta S_i + (E(x)+\Delta E(x))\cos\vartheta\delta S_i - \\ -T(x)\sin\vartheta\delta S_i + (T(x)+\Delta T(x))\sin\vartheta\delta S_i + \\ +P\sin\vartheta\delta S_i - R\delta S_i = 0, \quad (2)$$

где ϑ – угол наклона поверхности скольжения в точке; $E(x)$, $T(x)$ – соответственно нормальная и касательная составляющие реакции по боковым граням отсека; Δ – приращение функции; δS_i – возможное (виртуальное) перемещение отсека; P – вес отсека; R – сила сопротивления по площадке скольжения.

Предположим, что по площадке скольжения выполняется условие предельного равновесия, тогда

$$R_i = fN_i + CdI_i = fN_i + C \frac{dx}{\cos\vartheta}, \quad (3)$$

где $f = \operatorname{tg}\varphi$ – коэффициент внутреннего трения (тангенс угла внутреннего трения); N_i – нормальная реакция площадки скольжения; C – сцепление массива горных пород; dI_i , dx – соответственно дифференциалы дуги и аргумента.

Составим условие равновесия по направлению нормали к площадке скольжения

$$N_i - P\cos\vartheta - \Delta T(x)\cos\vartheta + \Delta E(x)\sin\vartheta = 0. \quad (4)$$

Используя выражения (2), (3) и (4), запишем условие равновесия отсека в общем виде:

$$[\Delta E(x)(1+f\operatorname{tg}\vartheta) + \Delta T(x)\operatorname{tg}\vartheta - f] + \\ + P(\operatorname{tg}\vartheta - f) - C(1+\operatorname{tg}^2\vartheta)dx \cos\vartheta \delta S_i = 0. \quad (5)$$

Преобразуем уравнение (5), используя соотношения

$$dx \rightarrow 0 \Rightarrow \Delta E(x) = dE(x) = dE, \Delta T(x) = dT,$$

$$\Delta E(x) = \frac{\partial E}{\partial x} dx = E' dx, \Delta T(x) = T' dx,$$

$$[E'(1+f\operatorname{tg}\vartheta)dx + T'(\operatorname{tg}\vartheta - f)dx + \\ + P(\operatorname{tg}\vartheta - f) - C(1+\operatorname{tg}^2\vartheta)dx] \cos\vartheta \delta S_i = 0. \quad (6)$$

Запишем условие равновесия всей системы (призмы смещения), выразив возможное перемещение каждого отсека δS_i через возможное перемещение всей призмы δS :

$$\delta S \cos\vartheta = \delta S_i,$$

Кроме того, учтем следующие соотношения:

$$P = \gamma(y - y')dx, \operatorname{tg}\vartheta = y',$$

где γ – объемный вес горных пород; y , y' – функции линий откоса и поверхности скольжения соответственно; y' – производная функции поверхности скольжения. Таким образом, имеем условие равновесия призмы смещения

$$[\gamma(y - y')(y' - f) - C(1+y'^2) + \\ + E'(1+f)y']dx \cos\vartheta \delta S = 0. \quad (7)$$

Преобразуем условие равновесия (7) к виду

$$[\gamma(y - y')(y' - f) - C(1+y'^2) + \\ + (T' + fE')y']dx + (E_i - E_{i+1}) - f(T_i - T_{i+1}) = 0, \quad (8)$$

где T_i , E_i , T_{i+1} , E_{i+1} – внешние касательные и нормальные реакции на вертикальных гранях призмы смещения, соответственно, слева и справа.

Если в уравнении (7) положить $E' = T' = 0$, то получим функционал Ю. И. Соловьева [5], выведенный, как указывает Ю. И. Соловьев, из предположения гипотетического грунта Н. М. Герсеванова. Данный функционал на предмет геометрии поверхности скольжения

¹ Система координат – прямоугольная (направления: x – направо; y – вверх).

был последован А. Г. Дорфманом [1]. Однако известно, что гипотетический грунт предусматривает отсутствие только касательных межблочных реакций (общая реакция – горизонтальная). Выясним физический смысл функционала Ю. И. Соловьева

$$\sum \frac{(\gamma \sin \vartheta_i \cos \vartheta_i - f h \cos^2 \vartheta_i - C) dI}{\cos \vartheta_i} =$$

$$= \sum \frac{(t - f \sigma_i - C) dI}{\cos \vartheta_i}.$$

здесь t, σ_i – касательное и нормальное напряжение на площадке скольжения; h – высота отсека.

Как видим, функционал Ю. И. Соловьева представляет собой сумму горизонтальных составляющих сил, проекции которых на площадке скольжения отсеков равны алгебраической сумме проекций внешних сил на ту же площадку. В общем случае данное условие равновесия физического смысла не имеет. Такой результат является следствием неучета работы межблочных реакций. Выясним, в каком случае это оправдано. Потребуем в выражении (8) выполнения условий $\int T' y' dx = 0, \int E' y' dx = 0$, тогда, согласно лемме Дю-Буа-Реймонда [4], при отсутствии внешних касательных и нормальных составляющих реакций, будем иметь $y' = \text{const}$.

Таким образом, для того чтобы межблочные реакции на возможном перемещении всей призмы не совершали работу, то есть их можно было бы не учитывать при расчете (идеальные межблочные связи, $\sum \delta A'_i = 0$), необходимо выполнение двух условий: 1) $T_0 = E_0 = T_i = E_i = 0$; 2) $y' = \text{const}$ (поверхность скольжения – плоскость). Пусть поверхность скольжения предопределенна геологическим строением массива (тектонические нарушения, трещины большого протяжения и т. д.), тогда при выполнении данных условий породы призмы смещения будут находиться в состоянии однородного гравитационного сжатия. С другой стороны, при выполнении только второго условия межблочные реакции работу совершают также не будут. Они выйдут из-под знака интеграла и будут считаться внешними, действующими на призму смещения (или ее часть) по вертикальным граням крайних отсеков.

Зададимся вопросом: как должны распределяться между собой касательная и нормальная составляющие межблоковой реакции, чтобы при перемещении отсека они совершали экстремальную работу? Таким образом, имеем задачу линейного программирования:

$$E'(1 + f \tan \vartheta_i) dx + T'(\tan \vartheta_i - f) dx \rightarrow \text{extr.}$$

Градиент функции в этом случае имеет координаты $\overline{\text{grad}} = \{1 + f \tan \vartheta_i, (\tan \vartheta_i - f)\}$, поэтому экстремальную работу на перемещении реакция будет производить при следующем условии (рис. 2):

$$\frac{\partial T'}{\partial E} = \frac{\tan \vartheta_i - f}{1 + f \tan \vartheta_i} = \tan(\vartheta_i - \varphi). \quad (9)$$

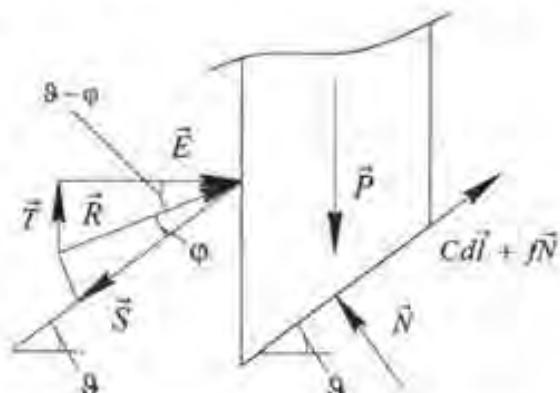


Рис. 2. Направление межблоковой реакции

Решаем совместно уравнения (6) и (9) относительно производных функций межблочных реакций:

$$T' = \frac{\gamma(\bar{y} - y)(y' - f) - C(1 + y'^2)(y' - f)}{(1 + f^2)(1 + y'^2)}. \quad (10)$$

$$E' = \frac{\gamma(\bar{y} - y)(y' - f)(1 + f y') - C(1 + y'^2)(1 + f y')}{(1 + f^2)(1 + y'^2)}, \quad (11)$$

Подставляем полученные соотношения (10) и (11) в уравнение (8), и после преобразований необходимо и достаточное условие равновесия призмы смещения представляется в виде

$$\int \left[\frac{\gamma(\bar{y} - y)(y' - f) - C(1 + y'^2)}{1 + y'^2} \right] dx +$$

$$+ (E_0 - E_0) - f(T_0 - T_0) = 0. \quad (12)$$

Отметим, что касательная составляющая межблоковой реакции (10) не может превышать величины кулоновского сопротивления сдвигу. Функционал, реализующий предельное равновесие по боковым поверхностям откосов, исследован автором в диссертации [2].

Выясним физический смысл функционала (12).

$$\sum (\gamma \sin \theta, \cos \theta, -f \gamma \cos^2 \theta, -C) dI \cos \theta = \\ = \sum (\tau - f \sigma, -C) dI \cos \theta,$$

Таким образом, необходимым и достаточным условием равновесия призмы смещения или ее части является нуль-вектор алгебраической суммы проекций внешних сил, действующих по площадке скольжения каждого откоса на горизонтальную ось. Необходимо заметить:

1. Несмотря на то что межблоковые силы в явном виде не входят в условие равновесия (12), не означает, что они отсутствуют и не совершают работу. Если бы они не совершали работу, то в качестве условия равновесия мы имели бы функционал Ю. И. Соловьева.

2. Условие равновесия (12) не означает, что откосы находятся в состоянии одноосного сжатия.

3. Несмотря на то что уравнение (12) имеет размерность силы, его смыслом является работа внешних и внутренних сил на возможном перемещении.

Пусть имеется ненагруженный откос несвязных пород. Кроме того, предположим, что поверхность скольжения пересекает линию откоса, то есть на концах интервала выполняется условие $\bar{y} = y = 0$. В этом случае, согласно лемме Лагранжа [4], из уравнения (12) будем иметь $y' = f$ во всех точках. То есть

поверхность скольжения представляет собой плоскость, наклоненную к горизонту под углом φ .

Анализируя уравнение (6), замечаем, что при условии $0 \leq \theta \leq \varphi$ работа касательной составляющей межблоковой реакции становится положительной, что невозможно. Поэтому на этом участке реакция горизонтальна (рис. 3). В этом случае производная межблоковой реакции определяется формулой

$$E' = \frac{\gamma(\bar{y} - y)(y' - f) - C(1 + y'^2)}{(1 + y')},$$

а условие равновесия призмы (или ее части) примет вид

$$\int \left[\frac{\gamma(\bar{y} - y)(y' - f) - C(1 + y'^2)}{1 + y'} \right] dx + (E_0 - E_s) = 0. \quad (13)$$

Функция поверхности скольжения, делящая экстремум функционалу (13), достаточно подробно исследована автором в работе [2].

Рассмотрим отрицательный участок поверхности скольжения ($\theta \leq 0$). Можно предположить, что распределение межблоковых реакций на этом участке будет аналогичным случаю ($\theta > \varphi$) (см. рис. 3). Тогда при условии $\theta \leq -(\pi/2) - \varphi$ (если такое вообще возможно), нормальная межблоковая реакция становится отрицательной, то есть появляются растягивающие напряжения, что невозможно. Поэтому на этом участке нормальная составляющая реакции должна отсутствовать (см. рис. 3).

С другой стороны, на пассивном участке ($\theta \leq 0$) касательная составляющая межблоковой реакции отсутствует ввиду увеличения угла наклона поверхности скольжения по мере

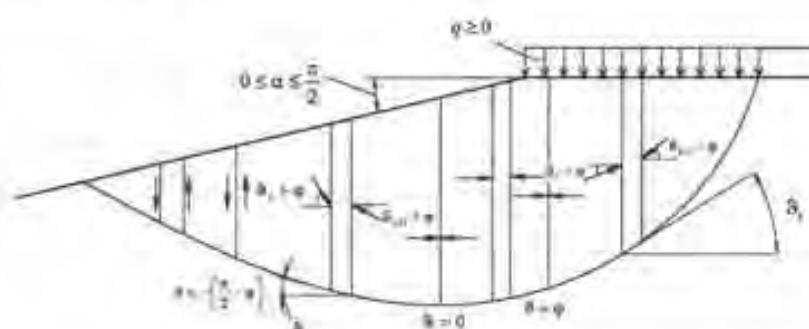


Рис. 3. Предположительное распределение межблоковых реакций

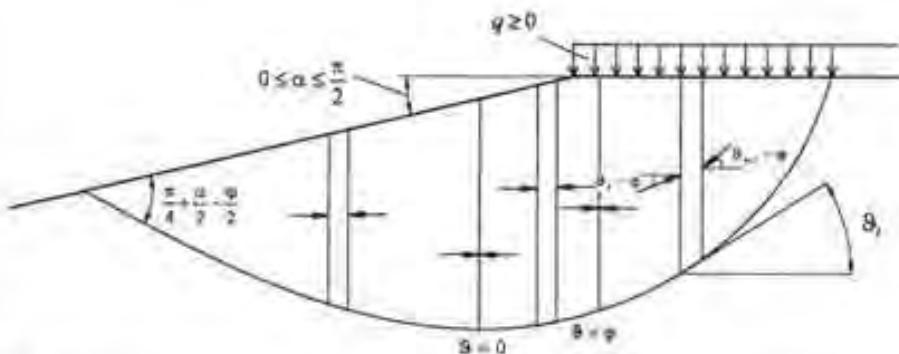


Рис. 4. Распределение реакций на различных участках поверхности скольжения

—ближения к откосу. Таким образом, на массивном участке межблоковая реакция также горизонтальна (рис. 4), а геометрия поверхности скольжения определяется минимизацией функционала (13). Как показано в работе [2], угол выхода поверхности скольжения в откос (угол между откосом и поверхностью скольжения в точке их пересечения) для функционала (13) определяется по формуле $\varepsilon = (\pi/4) + (\alpha/2) - (\phi/2)$, а для сыпучих пород поверхность скольжения совпадает с откосом (см. рис. 4). Положив при расчете оснований сооружений $\alpha = 0$, получим $\varepsilon = (\pi/4) - (\phi/2)$, что совпадает с известным решением статики сыпучих сред (см. рис. 4).

Таким образом, на отрезке поверхности скольжения ($\theta \leq \phi$) межблоковая реакция горизонтальна, геометрия поверхности скольжения и условие равновесия описываются уравнением (13). На отрезке ($\theta > \phi$) межблоковая реакция распределена в соответствии с уравнением (9), а геометрия поверхности скольжения и условие равновесия определяются условием (12) (см. рис. 4).

Рассмотрим одну из простейших задач по определению геометрии потенциальной поверхности скольжения в вертикальном однородном (изотропном) откосе, который в общем случае является составной частью плоского откоса, и нагруженного основания. Согласно условию равновесия (12), для определения геометрии поверхности скольжения необходимо решить следующую вариационную задачу:

$$\int \frac{[\gamma(\bar{y}-y)(y'-f)-C(1+y'^2)]}{1+y'^2} dx \rightarrow \text{extr.} \quad (14)$$

Строго говоря, решением этой задачи (для любой формы откоса) является прямая, накло-

ненная к горизонту под углом $(\pi/4) + (\phi/2)$ и доставляющая ей абсолютный экстремум. Однако заметим, что это противоречит постановке задачи. Как было показано выше, в случае прямолинейной поверхности скольжения межблоковые реакции работу не совершают, то есть данное решение не имеет смысла. Помимо этого, прямая, в общем случае, не будет удовлетворять граничным условиям.

Определимся с областью допустимых значений разыскиваемой функции. Очевидно, что при отсутствии внешних сил по вертикальным граням крайнего отсека и внешней нагрузки на поверхности его положение определяется уравнением

$$\frac{\gamma(\bar{y}-y)(y'-f)-C(1+y'^2)}{1+y'^2} = 0.$$

Выражая из данного уравнения ординату y и определяя ее экстремум, получим тем самым граничное условие для разыскиваемой кривой скольжения

$$\begin{aligned} y'(x_0) &= f + \sqrt{1+f^2} = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right); \\ \bar{y} - y_0 &= \frac{2C}{\gamma} \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right). \end{aligned} \quad (15)$$

Принимаем для вертикального откоса $\bar{y} = H$, вторым граничным условием, например, можно принять $y(0) = 0$, то есть разыскиваем потенциальную поверхность скольжения для вертикального откоса высотой H .

Отметим, что если приложить внешнюю нагрузку, то угол наклона поверхности скольжения (15) останется неизменным, а высота трещины отрыва будет изменяться в зависимости от знака нагрузки.

Уравнение Л. Эйлера для функционала (14) в этом случае имеет вид [4]

$$F - y' F_{y'} = C_1,$$

где F – подынтегральное выражение; F – частная производная подынтегрального выражения по y' ; C_1 – произвольная постоянная.

Составляем уравнение Л. Эйлера и используем граничное условие (15), имеем дифференциальное уравнение первого порядка

$$y = H - \frac{C}{\gamma} \frac{(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}}{2y'^2 - 3fy'^2 - f}. \quad (16)$$

На рис. 5 приведены поверхности скольжения, построенные по результатам решения уравнения (16) для различных углов внутреннего трения $H = 5$ м, $\gamma = 1$ т/м³, $C = 1$ т/м³.

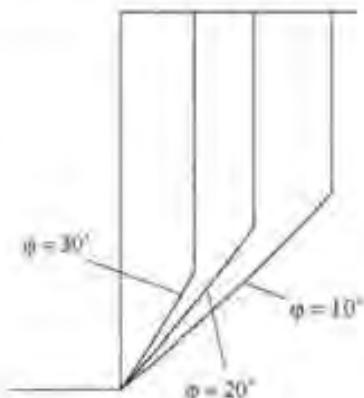


Рис. 5. Поверхности скольжения в вертикальном откосе

Поместим начало системы координат в точку пересечения поверхности скольжения и вертикальным откосом. Тогда дифференциальное уравнение, определяющее линию поверхности скольжения (активный участок) под наклонным откосом, будет иметь вид

$$kx + H - y = \frac{C}{\gamma} \frac{(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}}{2y'^2 - (k+3f)y'^2 + 2fy' + k - f}. \quad (17)$$

Замечаем, что, положив в выражении (17) $k = 0$, получим уравнение (16).

Левая часть уравнения (17) определяет высоту по вертикали от линии откоса до поверхности скольжения. Определим максимальное значение данной высоты. Для этого перейдем к пределу

$$h_m = \lim_{y' \rightarrow \infty} \frac{C}{\gamma} \frac{(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}}{2y'^2 - (k+3f)y'^2 + 2fy' + k - f} = \frac{C(1+k^2)}{\gamma(k-f)} = \frac{C}{\gamma} \frac{\cos \phi}{\cos \alpha \sin(\alpha - \phi)}. \quad (18)$$

Таким образом, предельная глубина заполнения поверхности скольжения, определяемая формулой (18), совпадает с таковой же по методу предельного напряженного состояния (обобщенная задача Ренкина).

Рассмотрим теперь задачу об изломе поверхности скольжения в анизотропных откосах (массивах). Под анизотропией в общем случае будем понимать систему поверхностей ослабления, с характеристиками паспорта прочности C' и $f' = \operatorname{tg}\phi'$, как правило, меньшими показателей прочности массива C и ϕ . Пусть в массиве имеются плоские поверхности ослабления, падающие в сторону выработанного пространства под углом β к оси x . Необходимо определить условие в точке пересечения этих поверхностей с криволинейной частью поверхности скольжения, построенной для изотропной части массива. Формализация поставленной задачи, с использованием уравнения (12) приводит к разрывной вариационной задаче второго рода:

$$\begin{aligned} & \int \frac{\gamma(y - v)(y' - f) - C(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}}{1+y'^2} dx + \\ & + \int \frac{\gamma(y - \operatorname{tg}\beta x - b)(\operatorname{tg}\beta - f') - C'(\operatorname{tg}\beta)^2}{1+\operatorname{tg}^2\beta} dx \rightarrow \text{ext}, \end{aligned} \quad (19)$$

где b – постоянная.

Условие в точке излома поверхности скольжения имеет вид [3]

$$F_1 + (\Phi' - y') F_{1y'} = F_2 + (\Phi' - y') F_{2y'}, \quad (20)$$

где F_1, F_2 – подынтегральные выражения слагаемых (19); $F_{1y'}, F_{2y'}$ – частные производные подынтегральных выражений по производной функции поверхности скольжения; Φ' – производная функция, по которой перемещается точка разрыва (19).

Условие (20) записывается в виде

$$\frac{\operatorname{tg}\psi - \operatorname{tg}\phi}{1+\operatorname{tg}^2\psi} - \frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\phi'}{1+\operatorname{tg}^2\beta} +$$

$$-(\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\psi) \frac{1 + 2\operatorname{tg}\phi \operatorname{tg}\psi - \operatorname{tg}^2\psi}{(1 + \operatorname{tg}^2\psi)^2} = \frac{C - C'}{\gamma h} \quad (21)$$

ψ – угол наклона поверхности скольжения к оси x (к горизонту) в точке преломления; h – толщина точки излома (расстояние по вертикали от поверхности откоса до точки излома).

Уравнение (21) определяет условие в точке стыка криволинейной части поверхности скольжения с поверхностью ослабления. В частном случае неизвестной величиной в уравнении (21) является угол ψ . Абсолютная величина разности углов ψ и β определит угол излома поверхности скольжения. Заметим, что в случае равенства механических характеристик массива и поверхности ослабления из уравнения (21) получим $\psi = \beta$, то есть излом отсутствует.

Рассмотрим задачу о преломлении поверхности скольжения вследствие ее перехода в литологический слой с иными механическими характеристиками. Аналогом поставленной задачи является задача о преломлении луча света на границе сред с разными оптическими плотностями в постановке принципа Ферма. Примем ψ – угол наклона поверхности скольжения к оси x до преломления; β – угол наклона контакта литологических слоев к оси x ; ω – угол наклона поверхности скольжения к оси x после преломления; C^* , ϕ^* – механические характеристики литологического слоя, в который переходит поверхность скольжения. Используя выражения (12) и (20), получим уравнение

$$\begin{aligned} & \frac{\operatorname{tg}\psi - \operatorname{tg}\phi}{1 + \operatorname{tg}^2\psi} - \frac{\operatorname{tg}\omega - \operatorname{tg}\phi^*}{1 + \operatorname{tg}^2\omega} + \\ & + (\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\psi) \frac{1 + 2\operatorname{tg}\phi \operatorname{tg}\psi - \operatorname{tg}^2\psi}{(1 + \operatorname{tg}^2\psi)^2} - \\ & - (\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\omega) \frac{1 + 2\operatorname{tg}\phi^* \operatorname{tg}\omega - \operatorname{tg}^2\omega}{(1 + \operatorname{tg}^2\omega)^2} = \frac{C - C^*}{\gamma h} \end{aligned} \quad (22)$$

Анализируя условие (22), замечаем, что в случае $C = C^*$, $\phi = \phi^*$ преломление поверхности скольжения не происходит, то есть $\psi = \omega$. Кроме того, очевидно, что поверхность скольжения не может после преломления вернуться в первоначальный литологический слой, то есть предельным значением угла ϕ является угол β . В этом случае скольжение произойдет по поверхности параллельной или совпадающей с контактом (зависит от прочностных характеристик контакта). Положив в уравнении (22) $\psi = \beta$, получим условие (21). Условие (22) подразумевает одинаковый объемный вес литологических слоев, в противном случае уравнение незначительно усложняется.

Аналогично выводятся условия преломления для пассивного участка поверхности скольжения ($\psi \leq \phi$). В этом случае необходимо использовать функционал (13).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорфман А. Г. Вариационный метод исследования устойчивости откосов / А. Г. Дорфман // Вопросы геотехники. Днепропетровск, 1965. С. 17-25. (Сб. тр. / ДИИТ. Вып. 9).
2. Жабко А. В. Исследование закономерностей, определяющих геометрию поверхности скольжения в откосах и расчетные характеристики, в изотропных горных массивах: дис... канд. техн. наук / А. В. Жабко; УГГУ. Екатеринбург, 2009. 152 с.
3. Краснов М. Л., Макаренко Г. И., Киселев А. И. Вариационное исчисление. М.: Наука, 1973. 192 с.
4. Лаврентьев М. А., Люстерник Л. А. Курс вариационного исчисления. 2-е изд. М.: Гоэ. изда. технико-теоретической литературы, 1950. 296 с.
5. Соловьев Ю. И. Устойчивость откосов из гипотетического грунта / Ю. И. Соловьев // Вопросы инженерной геологии, оснований и фундаментов. М., 1962. С. 83-97. (Труды / НИИЖТ. Вып. 28).
6. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для втузов / С. М. Тарг. 12 изд., стер. М.: Высшая школа, 2002. 416 с.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМЫ БУРОВЫХ МАШИН УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

А. П. Комиссаров, Г. В. Прокопович

В статье рассмотрены особенности процесса передачи и преобразования энергии удара в работу деформирования и разрушения горной породы в импульсных системах буровых машин ударного действия.

Ключевые слова: ударное бурение, импульсная система, КПД.

The article describes some features of the process of transmission and transformation of impact energy to the process of deformation and destruction of rock in impulse systems of percussion drilling machines.

Key words: percussion drilling, impulse system, efficiency coefficient.

Особенностью рабочего процесса буровых машин ударного действия является волновой характер передачи энергии удара от ударника в породу. При этом в зависимости от динамических характеристик элементов ударных систем (рис. 1) изменяется степень прохождения и отражения ударных волн (или волны деформации) при контактном взаимодействии элементов и, соответственно, КПД буровой машины.

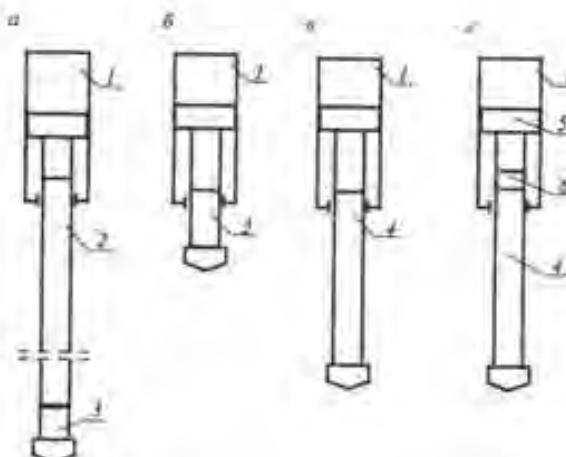


Рис. 1. Схемы импульсных систем:

- а – буровой станок ударного бурения с выносным ударным механизмом; б – погруженный ударник;
- в – перфоратор; г – перфоратор со свободной ударной системой (патент 2223378);
- 1 – ударный механизм; 2 – буровой стак;
- 3 – породоразрушающий инструмент; 4 – бур;
- 5 – поршень-ударник; 6 – блок

Основными динамическими характеристиками элемента ударной системы являются следующие параметры:

- скорость распространения волны деформации в материале элемента $a_{\text{вн}}$,
- волновое сопротивление элемента $R_{\text{вн}} = a_{\text{вн}} \rho_{\text{вн}}$, где $\rho_{\text{вн}}$ – плотность материала элемента;
- динамический модуль упругости элемента $E_{\text{вн}} = a_{\text{вн}}^2 \rho_{\text{вн}}$,

– ударная жесткость элемента $C_{\text{вн}} = R_{\text{вн}} S_{\text{вн}}$, где $S_{\text{вн}}$ – площадь проекции контактной поверхности элемента при ударном воздействии на направление силы удара.

В работе выполнена оценка КПД на примере буровой машины с погруженным ударником как наиболее распространенного типа буровых машин ударного действия.

Потери энергии удара в данной системе определяются потерями энергии в отраженной волне при внедрении инструмента в породу. Потерями энергии удара при соударении ударника с инструментом, а также при прохождении волн деформации по инструменту можно пренебречь [4].

При внедрении инструмента в породу значения мгновенных сил в отраженной от породы волне деформации $F_{\text{отр}}$ и в контакте «инструмент – порода» $F_{\text{конт}}$ составят:

$$F_{\text{отр}} = \frac{F_{\text{вн}} (C_{\text{вн}} - C_{\text{конт}})}{C_{\text{вн}} + C_{\text{конт}}} \quad (1)$$

$$F_i = \frac{F_{\text{imp}} 2C_a}{C_{\text{in}} + C_a}, \quad (2)$$

где F_i – усилие в волне деформации, проходящей через инструмент; C_{in} и C_a – ударные жесткости соответственно инструмента и породы.

Принимаем $F_i = F_{\text{imp}}$, где F_{imp} – амплитуда импульса прямоугольной формы.

Величина КПД для рассматриваемой импульсной системы

$$\eta = \frac{\int F_i dh}{A_{\text{in}}},$$

где h – глубина внедрения инструмента; A_{in} – энергия удара (кинематическая энергия ударного импульса).

В статье выполнена оценка КПД импульсных систем для двух характерных видов инструмента – лезвийного («острого») и штыревого с цилиндрическими штырями («ступного»).

На рис. 2 приведена схема взаимодействия лезвийного и штыревого инструментов с породой. При внедрении в породу лезвийного инструмента площадь контактной поверхности лезвий и, соответственно, ударная жесткость породы изменяются от нуля до максимального значения C_{max} , соответствующего максимальной глубине внедрения инструмента.

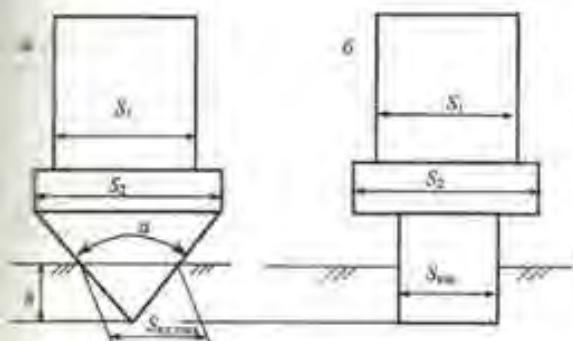


Рис. 2. Схемы взаимодействия инструментов с породой:

а – с кинематической формой лезвия;

б – с цилиндрическими вставками;

S_1, S_2 – поперечные сечения инструмента;

S_{sum} – суммарная площадь сечений вставок;

S_{in} – проекция площади контакта на горизонтальную плоскость;

h – глубина внедрения инструмента;

α – угол заострения лезвия.

При внедрении штыревого инструмента с цилиндрическими вставками площадь контактной поверхности инструментов и ударная жесткость породы имеют постоянные значения и при $S_{\text{in}} = S_{\text{sum}}$, $C_{\text{in}} = C_{\text{sum}}$.

На рис. 3 приведены зависимости относительных значений амплитуды отраженного импульса $F_{\text{imp}}/F_{\text{imp}}$ и усилия на контакте «инструмент – порода» F_i/F_{imp} от относительной ударной жесткости породы $C_{\text{sum}} = C_a/C_{\text{in}}$. Сумма величин $F_{\text{imp}}/F_{\text{imp}}$ и F_i/F_{imp} , образующих полную систему, равна единице.

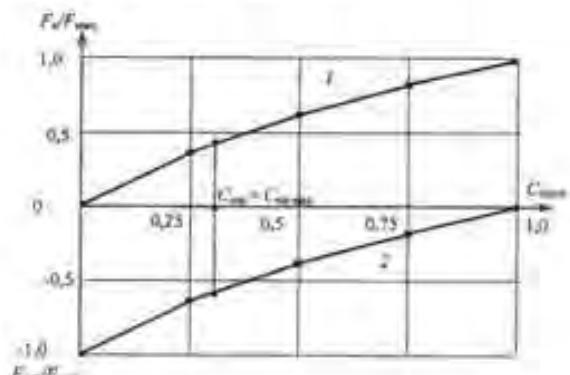


Рис. 3. Зависимости относительных сил на контакте инструмента с породой (1) и в отраженной волне деформации (2) от относительной ударной жесткости породы

Из рис. 3 следует, что при прочих равных условиях (при одинаковой глубине внедрения инструментов) величина силы и работы силы на контакте «инструмент – порода» для штыревого инструмента значительно больше (при мерно в два раза) средней величины силы и работы силы для лезвийного инструмента.

На основе разработанной математической модели процесса взаимодействия инструмента с породой при ударном бурении получены зависимости для определения КПД импульсной системы с лезвийным инструментом:

$$\eta_s = \frac{4C_{\text{in}} C_{\text{sum}}}{(C_{\text{in}} + C_{\text{sum}})^2}$$

и со штыревым инструментом

$$\eta_w = \frac{4C_{\text{in}} C_{\text{sum}}}{(C_{\text{in}} + C_{\text{sum}})^2}$$

где C_{sum} – среднее значение ударной жесткости породы за время удара при лезвийном инструменте.

Выводы

1. Степень передачи энергии удара в породу и эффективность процесса бурения определяются динамическими параметрами элементов ударной системы, конструкцией породоразрушающего инструмента и типом шпинделя.

2. При бурении штыревым инструментом с цилиндрическим патрубком достигается существенное повышение КПД импульсной системы по сравнению с лезвийным инструментом за счет постоянства ударной жесткости породы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров Е. В., Соколовский В. Б. Принципиальная теория и расчеты ударных систем. М.: Наука, 1969.

2. Алинов О. Д., Минжасон В. К., Еремянц В. Э. Удар. Распространение волн деформации в ударных системах. М.: Наука, 1985.

3. Бойков В. В. Коэффициент полезного действия удара при перфораторном бурении шпуров // Горное оборудование и электромеханика. 2006. № 3. С. 14-16.

4. Бойков В. В. Результаты машинных экспериментов по определению эффективности ударно-поворотного бурения шпуров // Горные машины и автоматика. 2004. № 7.

5. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / К. И. Ишаков, М. С. Варяг, В. И. Дусека, В. Д. Андреев. М.: Недра, 1974. 408 с.

6. Результаты исследований перфоратора со сдвоенной ударной системой / Д. А. Юнгмайстер, А. Я. Бурак, В. А. Пивнев, Ю. В. Сульников // Горное оборудование и электромеханика. 2006. № 3. С. 17-20.

УДК 622.232

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРЕХОПОРНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ШАГАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ЭКСКАВАТОРА С ОДНОЦИЛИНДРОВЫМ ПРИВОДОМ СТОРОН МЕХАНИЗМА

Н. М. Суслов

В статье рассмотрены результаты кинематического анализа гидравлического механизма шагания при рабочем ходе экскаватора. Приведены системы уравнений, позволяющие определять скорости и ускорения звеньев механизма шагания при рабочем ходе.

Ключевые слова: экскаватор, механизм шагания, параметры механизма шагания.

Some results of kinematic analysis of hydraulic mechanism during working cycle of the excavator are considered in the article. Systems of equations are presented, allowing to determine velocity and acceleration of chains of the walking mechanism during the machine running.

Key words: excavator, walking mechanism, parameters of the walking mechanism.

Схема механизма шагания представлена на рис. 1.

Основу расчета составляет аналитический метод замкнутого контура, при котором выбранная система векторов рассматривается как геометрический многоугольник с нулевой суммой. В зависимости от варианта работы механизма шагания, его кинематическая схема представляется в виде одного из известных

кулисных механизмов, движение которого определяется давлением жидкости в гидроцилиндре. Эквивалентная кинематическая схема механизма представлена на рис. 2.

Первый замкнутый контур

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BO} + \overrightarrow{OA} = 0. \quad (1)$$

Второй замкнутый векторный контур

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BD} + \overrightarrow{DA} = 0.$$

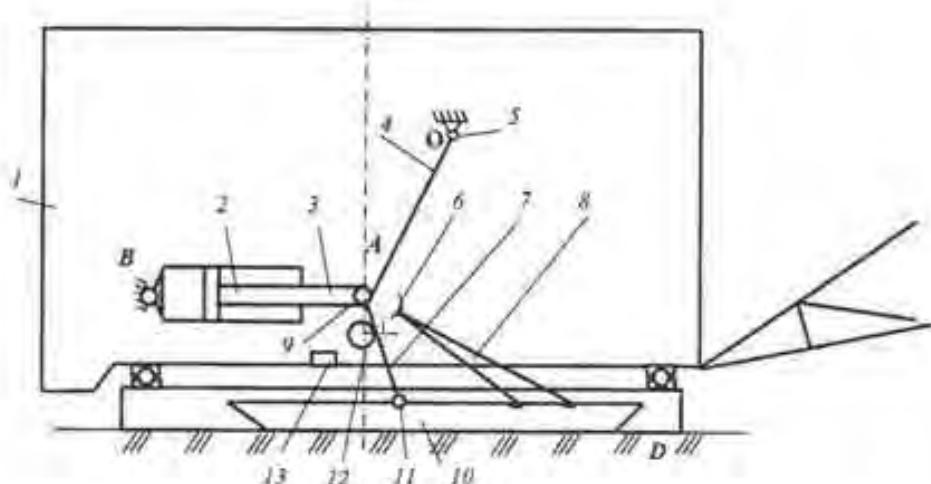


Рис. 1. Схема механизма шагания с двумя гидроцилиндрами.

1 - платформа; 2 - силовой гидроцилиндр; 3 - плунжер; 4, 7 - распорные рычаги; 5, 9, 11 - шарниры; 6, 12, 13 - упоры; 8 - ограничитель; 10 - базовая

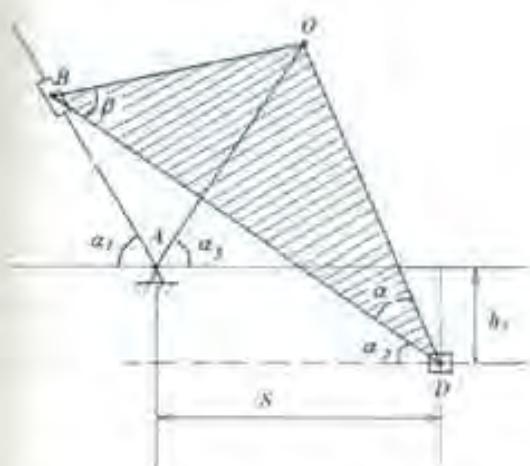


Рис. 2. Эквивалентная кинематическая схема

Проектируя эти векторные уравнения на оси координат, получим:

$$\begin{cases} -S_1 \cos \alpha_1 + BO \cos(\beta - \alpha_1) - OA \cos \alpha_1 = 0, \\ S_1 \sin \alpha_1 + BO \sin(\beta - \alpha_1) - OA \sin \alpha_1 = 0, \\ -S_1 \cos \alpha_1 + BD \cos \alpha_2 - S_1 = 0, \\ S_1 \sin \alpha_1 - BD \sin \alpha_2 + h_1 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Геометрические размеры, а значит, и углы α и β являются заданными, их можно варьировать при кинематических и силовых расчетах. Углы наклона звеньев α_1 , α_2 , α_3 и расстояние S определяются из системы уравнений (2).

Задаваясь перемещением штока относительно корпуса гидроцилиндра, можно установить все соответствующие значения неизвестных величин:

$$\begin{cases} \alpha_1 = \arcsin \frac{h_1}{r_1} - \delta; \quad S = BD \cos \alpha_2 - S_1 \cos \alpha_1, \\ \alpha_2 = \beta - \arccos \left(\frac{S_1^2 + BO^2 - OA^2}{2BO S_1} \right) + \alpha_1, \\ \alpha_3 = \arctg \frac{BO \sin(\beta - \alpha_2) + S_1}{BO \cos(\beta - \alpha_2) - S_1}. \end{cases} \quad (3)$$

Угловые скорости звеньев механизма можно определить непосредственным дифференцированием по времени уравнений (3). Вместе с тем очевидно, что после дифференцирования уравнений (2) в результате получается система линейных уравнений относительно $\dot{\alpha}_1$, $\dot{\alpha}_2$, $\dot{\alpha}_3$, \dot{S} :

$$\begin{cases} -S_1 \cos \alpha_1 + S_1 \sin \alpha_1 \dot{\alpha}_1 - BO \sin(\beta - \alpha_1) (-\dot{\alpha}_1) + \\ + OA \sin \alpha_1 \dot{\alpha}_1 = 0, \\ S_1 \sin \alpha_1 + S_1 \cos \alpha_1 \dot{\alpha}_1 - BO \cos(\beta - \alpha_1) (-\dot{\alpha}_1) + \\ + OA \cos \alpha_1 \dot{\alpha}_1 = 0, \\ -S_1 \cos \alpha_1 + S_1 \sin \alpha_1 \dot{\alpha}_2 - BD \sin \alpha_2 \dot{\alpha}_2 - S_1 = 0, \\ S_1 \sin \alpha_1 + S_1 \cos \alpha_1 \dot{\alpha}_2 - BD \cos \alpha_2 \dot{\alpha}_2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Данные уравнения можно представить в виде уравнений относительно аналогов скоростей:

$$\begin{cases} S_1 \sin \alpha_1 \left(\frac{\omega_1}{V_i} \right) + BO \sin(\beta - \alpha_2) \left(\frac{\omega_2}{V_i} \right) + \\ + OA \sin \alpha_3 \left(\frac{\omega_3}{V_i} \right) = \cos \alpha_1, \\ S_1 \cos \alpha_1 \left(\frac{\omega_1}{V_i} \right) - BO \cos(\beta - \alpha_2) \left(\frac{\omega_2}{V_i} \right) - \\ - OA \cos \alpha_3 \left(\frac{\omega_3}{V_i} \right) = -\sin \alpha_1, \\ S_1 \sin \alpha_1 \left(\frac{\omega_1}{V_i} \right) - BD \sin \alpha_2 \left(\frac{\omega_2}{V_i} \right) - \left(\frac{V_o}{V_i} \right) = \cos \alpha_1, \\ S_1 \cos \alpha_1 \left(\frac{\omega_1}{V_i} \right) - BD \cos \alpha_2 \left(\frac{\omega_2}{V_i} \right) = -\sin \alpha_1. \end{cases} \quad (5)$$

Уравнения (5) содержат три неизвестных аналога скоростей.

$$\omega_1' = \frac{\omega_1}{V_i}; \quad \omega_2' = \frac{\omega_2}{V_i}; \quad \omega_3' = \frac{\omega_3}{V_i}.$$

Для указанных аналогов скоростей можно записать систему линейных неоднородных уравнений:

$$\begin{cases} S_1 \sin \alpha_1 \cdot \omega_1' + BO \sin(\beta - \alpha_2) \omega_2' + \\ + OA \sin \alpha_3 \cdot \omega_3' = \cos \alpha_1, \\ S_1 \cos \alpha_1 \cdot \omega_1' - BO \cos(\beta - \alpha_2) \omega_2' - \\ - OA \cos \alpha_3 \cdot \omega_3' = -\sin \alpha_1, \\ S_1 \cos \alpha_1 \cdot \omega_1' - BD \cos \alpha_2 \cdot \omega_2' + \\ + 0 \cdot \omega_3' = -\sin \alpha_1. \end{cases} \quad (6)$$

Полученные уравнения записываем в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ d & g & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1' \\ \omega_2' \\ \omega_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d/S_1 \\ -a/S_1 \\ -a/S_1 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где $a = S_1 \sin \alpha_1$; $b = BO \sin(\beta - \alpha_2)$; $c = OA \sin \alpha_3$; $d = S_1 \cos \alpha_1$; $e = -BO \cos(\beta - \alpha_2)$; $f = -OA \cos \alpha_3$; $g = -BD \cos \alpha_2$.

Главный определитель этой системы уравнений:

$$\Delta_s = dg \cdot c + b \cdot fd - dec - fga.$$

Дополнительные определители:

$$\begin{cases} \Delta_1 = \frac{1}{S_1} (a \cdot e \cdot c - a \cdot g \cdot c - a \cdot b \cdot f - d \cdot f \cdot g), \\ \Delta_2 = \frac{f}{S_1} (d^2 + a^2) = f \cdot S_1, \\ \Delta_3 = \frac{1}{S_1} [-e(a^2 + d^2) + g(a^2 + d^2)] = S_1(g - e). \end{cases}$$

Решение системы:

$$\omega_1' = \frac{\Delta_1}{\Delta_s}; \quad \omega_2' = \frac{\Delta_2}{\Delta_s}; \quad \omega_3' = \frac{\Delta_3}{\Delta_s}.$$

Аналогично составлены уравнения для определения ускорений точек и угловых ускорений звеньев механизма шпигания. Из уравнений (5) дифференцированием находим:

$$\begin{aligned} & -\ddot{S}_1 \cos \alpha_1 + \dot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1 + \ddot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 + \\ & + S_1 \cos \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1' + \dot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \\ & - BO \cos(\beta - \alpha_2)(+\dot{\alpha}_1') - BO \sin(\beta - \alpha_2)(-\ddot{\alpha}_1) + \\ & + OA \cos \alpha_3 \cdot \ddot{\alpha}_1' + OA \sin \alpha_3 \cdot \ddot{\alpha}_1 = 0, \\ & \ddot{S}_1 \sin \alpha_1 + \dot{S}_1 \cos \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1 + \ddot{S}_1 \cos \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \\ & - S_1 \sin \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1' + S_1 \cos \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \\ & - BO \sin(\beta - \alpha_2)(+\dot{\alpha}_1') + BO \cos(\beta - \alpha_2)(-\ddot{\alpha}_1) + \\ & + OA \sin \alpha_3 \cdot \dot{\alpha}_1' - OA \cos \alpha_3 \cdot \ddot{\alpha}_1 = 0, \\ & -\ddot{S}_1 \cos \alpha_1 + \dot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1 + \ddot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 + \\ & + S_1 \cos \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1' + \dot{S}_1 \sin \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \\ & - BD \cos \alpha_2 \cdot \dot{\alpha}_1' - BD \sin \alpha_2 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \ddot{S}_1 = 0, \\ & \ddot{S}_1 \sin \alpha_1 + \dot{S}_1 \cos \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1 + \ddot{S}_1 \cos \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 - \\ & - S_1 \sin \alpha_1 \cdot \dot{\alpha}_1' + S_1 \cos \alpha_1 \cdot \ddot{\alpha}_1 + \\ & + BD \sin \alpha_2 \cdot \dot{\alpha}_1' - BD \cos \alpha_2 \cdot \ddot{\alpha}_1 = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

В этих уравнениях выделяем линейную часть, не вводя аналоги ускорений:

$$\begin{aligned} & S_1 \sin \alpha_1 \ddot{\epsilon}_1 + BO \sin(\beta - \alpha_2) \ddot{\epsilon}_1 + OA \sin \alpha_3 \ddot{\epsilon}_1 = \\ & = \cos \alpha_1 - 2 \sin \alpha_1 V_i \omega_1 - S_1 \cos \alpha_1 \omega_1^2 + \\ & + BO \cos(\beta - \alpha_2) \omega_1 - OA \cos \alpha_3 \omega_3^1, \\ & S_1 \cos \alpha_1 \ddot{\epsilon}_1 - BO \cos(\beta - \alpha_2) \ddot{\epsilon}_1 - OA \cos \alpha_3 \ddot{\epsilon}_1 = \\ & = -\sin \alpha_1 - 2 \cos \alpha_1 V_i \omega_1 + S_1 \sin \alpha_1 \omega_1^2 + \\ & + BO \sin(\beta - \alpha_2) \omega_1^2 - OA \sin \alpha_3 \omega_3^1, \\ & S_1 \sin \alpha_1 \ddot{\epsilon}_1 - BD \sin \alpha_2 \ddot{\epsilon}_1 - \ddot{S}_1 = \\ & = a_1 \cos \alpha_1 - 2 \sin \alpha_1 V_i \omega_1 - S_1 \cos \alpha_1 \omega_1^2 + BD \cos \alpha_2 \omega_2^1, \\ & S_1 \cos \alpha_1 \ddot{\epsilon}_1 - BD \cos \alpha_2 \ddot{\epsilon}_1 - 0 \cdot \ddot{S}_1 = \\ & = -a_1 \sin \alpha_1 - 2 \cos \alpha_1 V_i \omega_1 + S_1 \sin \alpha_1 \omega_1^2 - BD \sin \alpha_2 \omega_2^1, \end{aligned} \quad (9)$$

В системе (9) неизвестными величинами являются ускорения ε_x , ε_y , ε_z , которые определяются аналогично решению системы (6).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литцен С. А., Суслов Н. М. Аналisis кинематических параметров механизма шагания экскаватора // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сборник докладов Международной научно-технической конференции. Члены памяти В. Р. Кубачека. Екатеринбург: УГГА, 2004. С. 57-61.

2. Суслов Н. М., Комисаров А. П. Выбор параметров рычажно-гидравлических механизмов // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во МГТУ, 2002. № 3. С. 206-208.

УДК 622.44

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРАМИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ШАХТ, РУДНИКОВ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ

В. Ф. Копачёв

Проведен анализ режимов эксплуатации вентиляторных установок главного проветривания рудников Уральского промышленного района, угольных шахт, а также тоннелей Московского метрополитена. Предложен оценочный критерий для определения эффективности действующих систем вентиляции. Определены задачи для построения эффективных систем проветривания горных выработок.

Ключевые слова: вентиляторные установки, режимы работы, проветривание.

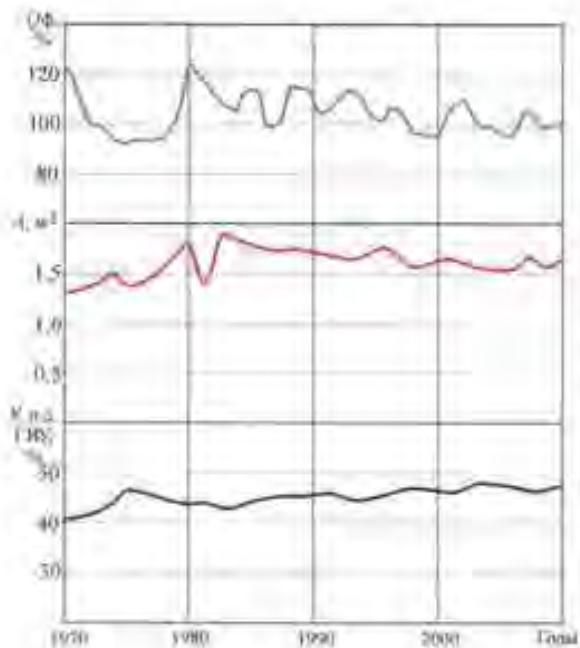
The analysis is carried out of modes of operation of main ventilation installations at mines of the Ural industrial region, at coal mines and tunnels of the Moscow Metro. Assessment criteria is suggested for determining efficiency of existing ventilation systems. Tasks are defined for establishing of effective systems of ventilation of mine workings.

Keywords: fan installation, operation modes, airing.

Вентиляция является основным технологическим звеном обеспечения безопасных санитарно-гигиенических условий пребывания людей в подземных выработках. Правильное проектирование ее параметров и поддержание их на необходимом уровне при эксплуатации горного предприятия – основа обеспечения ее производственной мощности и безопасности ведения горных работ. Изменения, произошедшие в течение последних десятилетий в горнотехнических условиях разработки месторождений полезных ископаемых, обусловили значительные изменения и в шахтных вентиляционных системах. Увеличились разветвленность сети горных выработок, длина отдельных вентиляционных ветвей и их аэродинамическое сопротивление, общий проветриваемый объем шахты.

Основным элементом шахтной вентиляционной системы является вентилятор главного проветривания. Высокое качество аэродинамических схем вентиляторов и достаточно хорошее их конструктивное воплощение должны обеспечивать высокие значения эксплуатационной эффективности главных вентиляторных установок (ГВУ). Однако, рассматривая действительные режимы эксплуатации вентиляторов главного проветривания ряда шахт и рудников Уральского промышленного района за период с 1970 по 2010 гг., можно установить следующее.

Условия проветривания (см. рисунок) шахт и рудников, определяемые эквивалентным отверстием шахты A , в период до 1983 года улучшались. В дальнейшем они оставались практически без изменения на уровне



Параметры вентиляции рудников цветной и черной металлургии Урала за период 1970–2010 гг.

эквивалентного отверстия, равного 1,8 м² на одну вентиляторную установку. Принимая во внимание увеличение темпа ведения горных работ и увеличения общей потребности рудников в свежем воздухе, можно утверждать, что данный показатель свидетельствует об усложнении условий проветривания, особенно крупнейших рудников. Этот параметр также говорит о повышении потерь энергии, затрачиваемой на преодоление сопротивлений шахтной вентиляционной сети.

В то время как условия проветривания усложняются и затраты электроэнергии на проветривание неуклонно возрастают, большинство ГВУ работает с КПД менее 0,6 (см. рисунок). Это характерно не только для установок данного промрайона, но и для всех действующих установок стран СНГ [2]. Средний статический КПД обследованных вентиляторных установок в период с 1971 по 1975 годы имел тенденцию к увеличению и возрос с 40 до 48 %, что было связано с заменой устаревших незакономичных конструкций вентиляторов типа ВУП, ВУПД, ВОК, ВОКД, В, ОВД, ВЦО на высокозакономичные конструкции вентиляторов типа ВОД, ВЦ и ВЦД. Начиная с 1975 года значимого повышения экономичности действующих вентиляторов не

происходило. Средний КПД, подсчитанный по всей массе вентиляторов в течение всего периода, начиная с 1975 г., не превышает 50 %, хотя заявленное значение КПД вентиляторов последних конструкций достигает 86 %. Данный факт свидетельствует об исчерпании возможности повышения КПД установок за счет изменения конструкции вентилятора, гидравлический КПД которого достиг максимального значения для данного типа конструкции, и дальнейшее совершенствование данного типа вентиляторов практически завершено.

Несмотря на высокие значения потерь в поверхностном комплексе, обеспеченность шахт свежим воздухом, определяемая параметром Q_f , начиная с 1980 года практически превышает 100 % (см. рисунок). Это связано с введением в эксплуатацию в этот период крупных мощных высокозакономичных центробежных вентиляторов, пришедших на смену устаревшим осевым вентиляторным установкам, которые были уже не в состоянии обеспечить увеличивающиеся потребности рудников в свежем воздухе. Необходимо отметить, что высокие значения показателя обеспечения шахт свежим воздухом достигаются путем увеличения мощности оборудования, а не повышением эффективности его эксплуатации посредством снижения потерь воздуха.

Как видно из приведенного анализа, существенного улучшения параметров работы ГВУ с начала 80-х годов не происходит. Вероятная причина такого положения эксплуатации заключается в исчерпании возможных вариантов известных способов повышения эффективности установок и обусловлена несоответствием характеристик вентиляторов необходимым параметрам вентиляционных сетей.

Аналогичная ситуация просматривается в анализе параметров проектных и действительных вентиляционных режимов и параметров вентиляции установок главного проветривания угольных шахт (см. таблицу) [3].

Проектные вентиляционные режимы за все предшествующие периоды имеют значительно более высокие параметры по сравнению с фактическими. Так, за приведенный период фактические максимальные значения давления и подачи вентиляторных установок главного проветривания увеличились с 608 до 790 ДаPa и с 300 до 420 м³/с, т. е. на 30 и 40 %

Динамика общешахтных вентиляционных режимов угольных шахт

Наименование параметров	Фактические параметры						Проектные параметры					
	1967	1975	1982	1995	2000	2005	1967	1975	1982	1995	2000	2005
Максимальная подача, м ³ /с	300	415	390	380	395	420	450	540	620	620	620	610
Минимальная подача, м ³ /с	25	2	2	3	3	4	1,3	9	4	9	10	12
Средняя подача, м ³ /с	48,6	74,0	81,0	84	86	96	115	145	172	180	200	190
Максимальное давление, даСа	608	725	785	790	750	780	660	850	1000	1000	1000	1000
Среднее давление, даСа	169	228	221	225	230	235	260	280	307	310	320	310
Минимальное давление, даСа	10	8	8	10	8	10	12	25	40	60	80	70

соответственно, в то время как их проектные значения увеличились на 38 и 52 % соответственно. Аналогичную картину имеют показатели средних проектных и фактических значений вентиляционных режимов.

Рост вентиляционных параметров шахтных вентиляторов в 70-е годы связан с централизацией шахтного фонда, объединением вентиляционных систем нескольких шахт в шину, реконструкцией с увеличением мощности действующих и вводом в строй новых крупных шахт, отрабатывающих пласты на глубоких горизонтах. Стабилизация вентиляционных режимов начиная с 1975 г. свидетельствует о том, что этот процесс на современном уровне развития отрасли практически завершился. Кроме того, в настоящее время проектирование вентиляции шахт имеет существенные особенности, оказывавшие прямое влияние на вентиляционные режимы. Так, если в 60-е годы среди вентиляционных систем преобладали одновентиляторные, то к 80-м годам примерно 70 % шахт имели многовентиляторные системы. Прежде всего, это связано с широким распространением центрально-фланговой, фланговой, а в отдельных случаях и секционной схем проветривания шахт.

Одновентиляторные вентиляционные системы характеризуются большим аэродинамическим сопротивлением движению воздуха в шахте, ограниченными подачами воздуха, большими внешними подсосами.

Одним из основных факторов, влияющих на вентиляционные режимы шахт, наряду с применением многовентиляторных систем является увеличение площади поперечного

сечения горных выработок. Если в период до 1975 г. площадь сечения составляла примерно 6-8 м², то в настоящее время она возросла до 10-13 м².

Необходимо учитывать особые режимы работы вентиляторов метрополитенов, размеры и параметры которых соотносятся с вентиляторами главного проветривания рудников. Рассмотрим результаты аэrodинамических испытаний вентиляторов ВОМ-18, которые были проведены на вентиляционных шахтах Московского метрополитена [5]. Анализ полученных материалов показывает, что вентиляторы ВОМ-18, установленные на вентиляционных шахтах участка Московского метрополитена, работают в зонах, существенно отличающихся от расчетных и заданных в техническом задании на разработку их аэrodинамической схемы. Подавляющее большинство режимов при одиночной работе вентиляторов характеризуются статическим давлением до 300 Па, при совместной работе – до 400 Па. Так, из 294 зафиксированных режимов при совместной и одиночной работе вентиляторов статическое давление 0-100 Па наблюдалось в 93 случаях, 100-200 Па – в 89 случаях, 200-300 Па – в 42 случаях, 300-400 Па – в 51 случае и только 19 режимов при совместной работе имели статическое давление в диапазоне 400-500 Па. Имея максимальный статический КПД на уровне 0,73, средние значения эксплуатационного КПД для прямого и реверсивного режимов обследованных вентиляторов составили 0,198 и 0,142. Такие низкие технико-экономические показатели являются результатом несоответствия аэrodинамических качеств применяемых вентиля-

торов требованиям вентиляционной сети метрополитена. Обладая сравнительно большой массой и мощностью привода, вентиляторы типа ВОМ реализуют режимы работы с малыми значениями P . Приводные двигатели вентиляторов при расчетных углах установки лопаток рабочих колес загружены только на 30–70 %. В некоторых случаях желаемая полная загрузка двигателей достигнута поворотом лопаток рабочих колес на углы, превышающие 45°. Увеличение, таким образом, потребляемой мощности дополнительно приводит к снижению аэродинамических качеств вентиляторов и ухудшению их технико-экономических показателей.

С целью единого методического подхода к оценке состояния комплекса проветривания рядом разработчиков было предложено ввести понятие об обобщенных показателях качества шахтных вентиляционных систем [4]. Такими показателями являются: лепрессия вентиляционной системы P ; аэродинамическое сопротивление, преодолеваемое вентилятором, R ; коэффициент полезного использования воздуха K ; КПД вентиляторов, работающих на вентиляционную систему, η ; коэффициент полезного действия рудничной вентиляционной системы K ; удельный расход энергии на проветривание шахты E ; относительная полеза вентилятора B ; загруженность вентиляционной системы воздухом Z .

Совокупность всех предельных значений указанных показателей следует рассматривать как современные требования к шахтным вентиляционным системам. Соответствие всего комплекса показателей качества шахтной вентиляционной системы установленным требованиям означает, что возможности вентиляции данной шахты полностью удовлетворяют ее техническим условиям. Отклонение отдельных фактических значений показателей от требуемых служит основанием для принятия решения о необходимости совершенствования вентиляции шахт или реконструкции вентиляционной системы и определения вида этой реконструкции.

При отклонении от требуемого значения коэффициента полезного использования воздуха K , необходимо принять меры, направленные на уменьшение внешних утечек воздуха, внутренних утечек воздуха или тех и других

одновременно. Отклонение коэффициента полезного действия шахтной вентиляционной системы K от требуемого значения свидетельствует о больших внешних утечках воздуха, значительном аэродинамическом сопротивлении каналов вентиляторов и недопустимо низком КПД вентиляторов, работающих на данную вентиляционную систему. Перечисленные выше факторы могут влиять на показатель K , как каждый в отдельности, так и все в совокупности.

Большое значение показателя загруженности шахты воздухом Z , свидетельствует о предельном состоянии шахтной вентиляционной системы в отношении возможности увеличения подачи воздуха в шахту. В этом случае практически невозможно увеличить подачу воздуха в шахту путем регулирования режима работы ВГП, а необходимо уменьшить аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети.

Относительно малое значение показателя Z , свидетельствует о возможности увеличения подачи воздуха в шахту за счет регулирования режима работы вентилятора главного проветривания или его замены на более мощный. В этом случае нельзя достичь требуемого эффекта только путем уменьшения аэродинамического сопротивления шахтной вентиляционной сети.

Установленные требования к шахтным вентиляционным системам позволяют всесторонне и методически единобразно оценивать фактическое состояние вентиляции шахт и определять технически достижимый прогрессивный уровень вентиляционного обеспечения шахт.

Понижение фактической экономичности установок в процессе эксплуатации заключено в особенностях их работы:

- переменный характер вентиляционных сетей и режимов вентиляции;
- обеспечение ГВУ, представляющим собой ограниченный параметрический ряд, перекрытия поля шахтных вентиляционных режимов с учетом дискретности по отдельным шахтам.

Вентиляционные системы шахт, основными параметрами которых являются расход воздуха и лепрессия, представляют собой соединенные сложным образом сотни горных выработок. Создание в подземных выработках

формальных атмосферных условий возможно при учете комплекса множества различных факторов. Следовательно, необходимый расход воздуха для проветривания шахты и требная депрессия зависят от множества гидро-геологических условий, производственно-технических параметров, организационных факторов и являются случайными величинами многих переменных. Таковыми являются и параметры вентиляционных режимов шахтных ГВУ, причем, как показали исследования, слабо зависимыми, распределения которых хорошо аппроксимируются законом – бета-распределением [1].

Поскольку в производстве находится ограниченное количество типоразмеров установок строго определенными областями экономической эксплуатации, а параметры шахтных вентиляционных режимов являются случайными величинами, то они не совпадают с предельными параметрами ГВУ. Анализ глубины изменения расчетных вентиляционных режимов и необходимой глубины регулирования показал, что они имеют различные распределения статистической вероятности. Поэтому для обеспечения экономичной работы вентиляторной установки, даже при неизменном режиме, ее необходимо регулировать. Таким образом, глубина регулирования вентиляторной установки должна превышать глубину изменения вентиляционного режима.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что основная задача совершенст-

вования вентиляционных систем горных предприятий заключается в разработке теоретических основ проектирования, научном обосновании технических решений, создании высокодавливющих вентиляторных установок, поскольку в настоящее время отсутствуют вентиляторы подобного типа на требуемые вентиляционные режимы, а также в разработке нового поколения вентиляторов главного проветривания с учетом изменения проектных вентиляционных режимов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кабак Г. А., Король Е. П. Динамика вентиляционных режимов шахтных вентиляторных установок главного проветривания // Шахтные турбомашини: сб. ст. Донецк: ИГМиТК им. М. М. Федорова, 1972. С. 37–42.
2. Ковалевская В. И. и др. Эксплуатация шахтных вентиляторов. М.: Недра, 1983. 334 с.
3. Макаров В. Н., Волжев С. А., Макаров Н. В. Анализ газоотводящих вентиляционных режимов угольных шахт // Материалы Уральской горнопромышленной лягды. Екатеринбург, 2009. С. 188–191.
4. Петров Н. Н. Методы оценки эффективности шахтных вентиляторных установок // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1975. С. 38–46.
5. Унаров С. А. Оптимизация режимов эксплуатации вентиляторов главного проветривания метрополитенов // Метро и тоннели, 2004, № 5. С. 23–26.

УДК 622.73:681.5.013

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ДРОБЛЕНИЯ

Г. П. Дылдин

В статье рассматривается технологический комплекс по производству щебня с замкнутым циклом дробления. Приведен алгоритм управления замкнутым циклом дробления на основе измерения виброскорости колебаний корпуса дробилки мелкого дробления и коррекции производительности грохотов поверхочного грохочения, работающих в замкнутом цикле с дробилькой мелкого дробления, по надрешетному продукту.

Ключевые слова: дробление, грохочение, виброскорость, алгоритм.

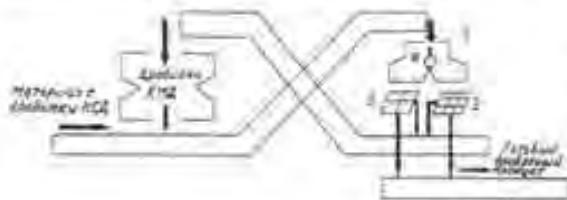
The article deals with technological complex for production of crushed stone in a closed-cycle of crushing. An algorithm is given for control of a closed cycle of crushing on the basis of measurement of vibrations velocity

of a tertiary crusher body and correction of performance of screens of testing screening, operating in a closed circuit with a tertiary crusher, on oversize product.

Key words: crushing, screening, vibration velocity, algorithm.

В настоящее время в промышленности строительных материалов наиболее дефицитными и дорогостоящими являются мелкие фракции щебня, поэтому для многих дробильно-сортировочных заводов максимальная производительность по мелким фракциям является критерием в выборе оптимального режима работы оборудования.

В широко распространенной в горной промышленности технологической схеме комплекса дробления по производству щебня материал из щековой дробилки первичного дробления поступает в конусную дробилку среднего дробления КСД. продукт дробления последней, смешиваясь с продуктами дробления конусной дробилки мелкого дробления КМД, конвейером поступает через распределительное устройство 1 на два параллельно работающих грохота поверочного грохочения 2 и 3. Надрешетный продукт грохотов конвейером подается на повторное додробление и загружает дробилку КМД, образуя замкнутый цикл в последней стадии дробления. Подрешетный продукт грохотов является конечным продуктом комплекса дробления и с помощью конвейера уходит в отделение сортировки. Функциональная схема замкнутого цикла дробления представлена на рисунке.



Функциональная схема замкнутого цикла дробления

Основными требованиями к последней стадии дробления, где установлена конусная дробилка мелкого дробления, являются: получение продуктов заданной крупности или заданного содержания различных по крупности фракций материала.

Для реализации критерия максимальной производительности комплекса по мелким

фракциям необходимо наиболее полно загрузить дробилку КМД, так как она является основным производителем мелких фракций.

Производительность дробилки КМД определяется количеством подаваемого в нее материала или ее пропускной способностью:

$$Q_s = \begin{cases} Q_1 & \text{при } Q_1 \leq Q_{\text{сп}}; \\ Q_{\text{сп}} & \text{при } Q_1 > Q_{\text{сп}}, \end{cases}$$

где Q_s – производительность дробилки; Q_1 – количество материала, подаваемого в дробилку; $Q_{\text{сп}}$ – пропускная способность дробилки КМД.

Пропускная способность дробилки зависит от крупности исходного материала. При отсутствии автоматического управления процессом загрузки материала в дробилку количество подаваемого в нее исходного материала надают из условий наибольшей его крупности, чтобы предотвратить завал дробилки. При этом производительность дробилки зачастую оказывается в 1,5-2,0 раза меньше среднего значения пропускной способности.

Колебания прочности дробимого материала вызывают изменения мощности, потребляемой на дробление. При дроблении прочных материалов количество подаваемого в дробилку материала необходимо ограничить в зависимости от нагрузки двигателя привода дробилки. Управление загрузкой материала в дробилки, имеющие амортизационную систему, должно осуществляться с учетом усилий, создаваемых в дробящем пространстве дробилки. В случае дробления прочных материалов в дробящем пространстве возникает усиление дробления, превышающее усилие нажатия пружин, что приводит к увеличению разгрузочной щели и снижению эффективности процесса дробления. Усилия, возникающие при дроблении материала, вызывают колебания корпуса дробилки с частотой от 0,5 до 300 Гц. Колебания корпуса дробилки с частотой 0,5-2,5 Гц вызваны качанием подвижного органа дробилки, а колебания с частотой выше 8 Гц – усилениями, возникающими в дробящем пространстве при дроблении материала.

Крупность и прочность дробимого материала характеризуют виброскорость и амплитуду колебаний корпуса дробилки с частотой 3-200 Гц. Измерить колебания с такой частотой можно датчиком вибраций с диапазоном изменения вибрации 3-200 Гц [1].

Виброскорость колебаний корпуса дробилки, зависящая от прочности и крупности материала дробления, определяется также и количеством материала, подаваемого в дробилку. Поэтому в качестве параметра, характеризующего степень загрузки дробилки КМД, можно принять косвенную величину – виброскорость колебаний корпуса дробилки. Естественно виброскорость, можно косвенно определять свойства подаваемого на дробление материала.

Существуют определенные значения виброскорости, при которых производительность дробилки соответствует максимальной для данной прочности и крупности материала. Если поддерживать значение виброскорости на уровне, при котором производительность дробилки близка к ее пропускной способности, путем изменения количества материала, подаваемого в дробилку, то режим работы ее будет соответствовать оптимальному.

Для поддержания оптимальной загрузки дробилки мелкого дробления осуществляется коррекция заданной производительности грохотов поворочного грохочения, работающих в решете с дробилкой КМД, по надрешетному продукту на основе измерения виброскорости колебаний корпуса дробилки мелкого дробления.

Алгоритм управления замкнутым циклом дробления можно представить системой уравнений:

$$W_1(t) = B + U(t); \quad U(t) = K \int E(t) dt;$$

$$E(t) = \begin{cases} V_1(t) - V_2(t) & \text{при } nT \leq t \leq (n+\gamma)T; \\ 0 & \text{при } (n+\gamma)T < t < (n+1)T; \end{cases}$$

$$V_1(t) = k_{\text{вес}} WS(t),$$

где $W_1(t)$ – сигнал, пропорциональный заданной массе материала на конвейере, транспортирующем надрешетный продукт грохочения, B – сигнал задания производительности грохотов по надрешетному продукту; $U(t)$ – сигнал коррекции задания B ; $E(t)$ – амплитуда дискретного сигнала; $V_1(t)$ и $V_2(t)$ – сигналы, пропорциональные заданной и действительной загрузке дробилки КМД; T – период дискретности сигнала; n – номер импульса; γ – скважность дискретного сигнала; $WS(t)$ – виброскорость колебаний корпуса дробилки; $k_{\text{вес}}$ – коэффициент пропорциональности вибропреобразователя; k – передаточный коэффициент интегратора сигнала отклонения $V_1(t)$ от $V_2(t)$.

Управление в замкнутом цикле дробления режимом работы грохотов поворочного грохочения для регулирования граностава конечного продукта комплекса дробления путем изменения эквивалентного размера отверстий просеивающей поверхности грохочения [2] и коррекции задания производительности грохотов по надрешетному продукту на основе измерения виброскорости колебаний корпуса дробилки мелкого дробления реализуется при наличии в распределительном устройстве 1 поворотного шибера Ш, распределяющего классифицируемый материал между двумя параллельно работающими грохотами 2 и 3 с разными размерами отверстий просеивающих поверхностей (см. рисунок).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боронин В. А., Марасанов В. М., Дылдин Г. П. Система автоматического регулирования режима работы дробилки // Автоматическое управление технологическими процессами в горной промышленности: межвуз. науч. темат. сб. Свердловск, 1987. С. 104-107.

2. Способ регулирования процесса классификации сыпучего материала по крупности: А. с. 1253670 СССР, МКИ В07 Г(40) / В. М. Марасанов, Г. П. Дылдин / СССР/. № 3837521/22-03; Опубл. 30.08.86. Бюл. № 32. 48 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ СТРАТЕГИИ РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТОВ

Ю. В. Холдинков, Г. А. Боярских

В статье дан анализ состояния основного технологического оборудования предприятий машиностроительного и ремонтного профилей в России. Отмечен критический уровень старения и низкие темпы обновления основных фондов таких предприятий. Низкая эффективность действующих систем и технологий ремонта оборудования не снимают критичность его состояния.

В стадии перехода на более эффективные стратегии ремонта и реновации основных фондов для решения этой задачи предложены различные варианты модификации действующих систем ремонта на основе применения композитных материалов. В связи с этим рассмотрены технико-экономические предпосылки формирования новых стратегий ремонта.

Ключевые слова: оборудование, ремонт, реновация, композитные материалы.

The article analyzes the state of the main technological equipment of enterprises of machine-building and repair profile in Russia. A critical level of ageing and low tempo of renewal of fixed assets of such enterprises is revealed. Low efficiency of existing systems and technologies of repair equipment do not reduce the criticality of its state.

At the stage of transition to more effective strategies for repair and renovation of capital assets some various approaches to modification of existing systems of maintenance are proposed. To solve this problem it is suggested to use composite materials. In this regard, new prerequisites are considered to form new strategies for repair.

Key words: equipment, repair, renovation, composite materials.

По данным зарубежных экономистов, если в любом производстве находится более 50 % полностью амортизованных машин и оборудования, такое производство без экономического анализа признается деградировавшим и объявляется банкротом [3]. Именно в таком состоянии находится значительная часть промышленных производств России. Учитывая экономическую ситуацию в стране и масштабы необходимых инвестиций, обновить основные фонды в ближайшие годы не представляется возможным. Необходимо незамедлительно переходить, если это еще не сделано (а не сделано это на многих швейцарских малых и средних предприятиях), на современную стратегию ремонта, используя самые современные технологии и материалы, имеющиеся мировой опыт, особенно в части организаций ремонтов [2].

Оправданием «экономии» на организации эффективной системы ППР часто выступает утверждение, что за рубежом система ремон-

тов отсутствует. Это не соответствует действительности. Система обслуживания (в Европе, США, Канаде и др. странах) или система сохранения (в Японии, Южной Корее и др. азиатских странах) – непременный атрибут современного развитого производства. Порядок и виды ремонтных работ разрабатываются заводами-изготовителями оборудования и прописаны в инструкциях по эксплуатации, неукоснительно выполняемых на производственных предприятиях. Другой особенностью ремонтов в этих странах является то обстоятельство, что ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. Как текущий, так и капитальный ремонт выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на новые, изготовленные фирмами-производителями. При этом пришедшие в негодность детали и узлы не восстанавливаются.

В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать

на 20-25 % дороже, чем в составе собранного оборудования.

В России сложившаяся согласно требованиям ГОСТ 18322-78 система обслуживания оборудования представлена на рисунке. Она отличается от ремонтных технологий, принятых в зарубежных странах, направленностью на обеспечение работоспособности технологического оборудования путем регулярного проведения текущих и капитальных ремонтов. Подобная схема ремонтов объясняется системным нарушением нормативного коэффициента обновления основных фондов, приведшая к тому, что сейчас в эксплуатации находится более 60 % полностью амортизованных машин и оборудования, требующих восстановления и поддержания в работоспособном состоянии путем проведения сложных ремонтов. Ежегодный износ фондов в промышленности нашей страны составляет 5-7 % при восстановлении 1-1,5 %. Как отмечает вице-президент СУАЛ-холдинга А. В. Сысоев, если установить необходимую норму амортизации при реальной стоимости производственных фондов, то это обеспечило бы достаточно высокий уровень инвестиционного капитала для модернизации существующих фондов [4].

Поскольку существенного обновления основных производственных фондов не происходит, то работать по действующей системе ППР придется еще долго, и поэтому надо искать способы минимизации трудозатрат и финансовых потерь от простоев при проведении ремонтно-профилактических мероприятий, ликвидации последствий аварий, вызванных износом оборудования.

Все зависимости от принятой на предприятиях формы проведения ремонтно-профилактических работ (регламентированный ремонт, ремонт по наработке, ремонт по техническому состоянию и т. п.), методов ремонта (агрегатно-узловой, поточный, обслеженный и др.), экономическая эффективность ремонтных работ связана, прежде всего, со снижением таких показателей ремонтных нормативов, как продолжительность простоев и трудоемкость выполнения ремонта.

Указанная цель достигается индивидуальным комплексным подходом к ремонту оборудования путем использования различных видов композиционных материалов и технологий их

использования. В таблице приведены некоторые виды композитов и рекомендации по их использованию.

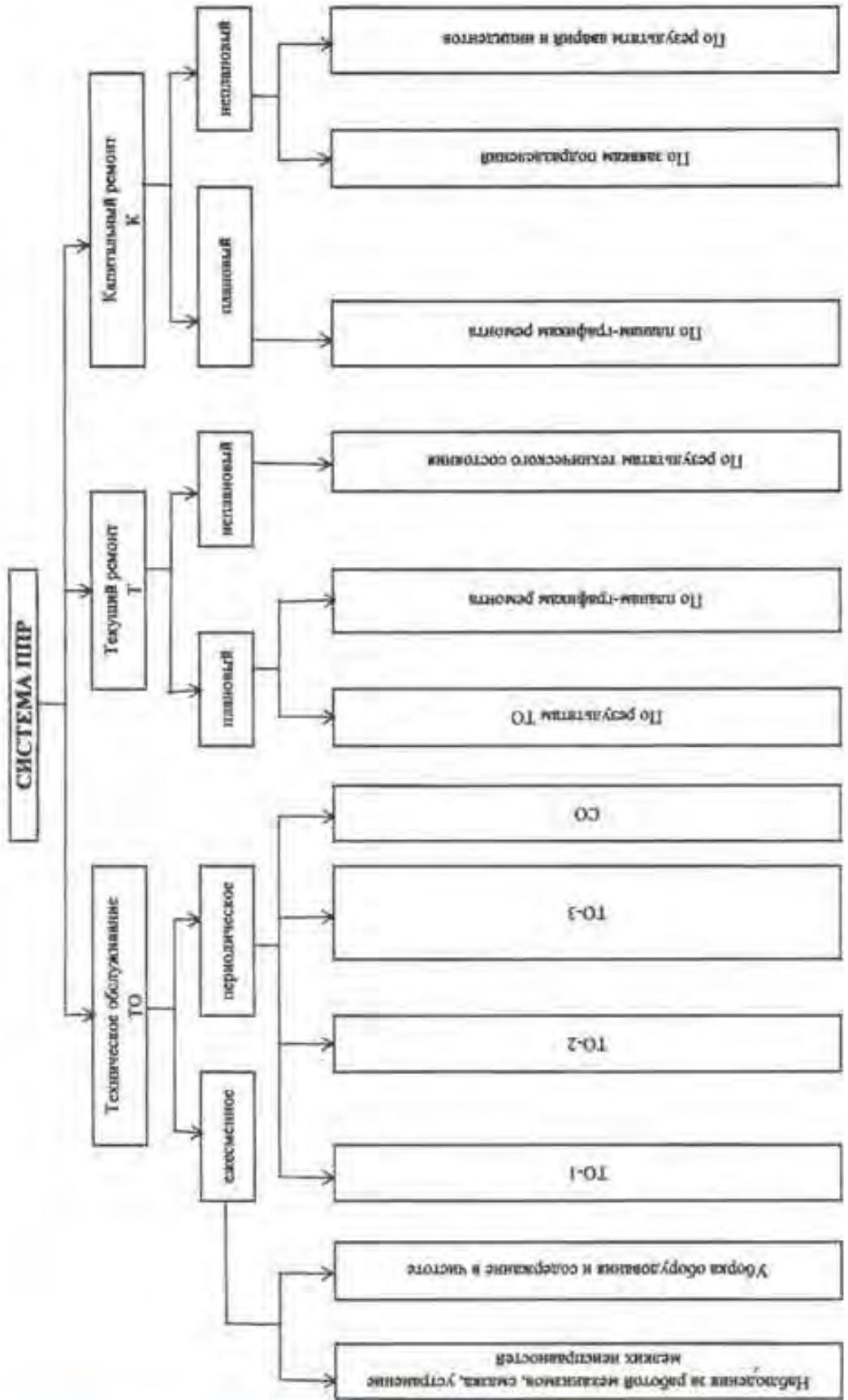
Из таблицы видно, что практически все производственные вопросы, возникающие при проведении ремонтов, можно решить применением композиционных материалов: от технического обслуживания, ремонта поврежденных элементов конструкции и отдельных деталей – до изготовления деталей и узлов оборудования полностью из композитов. При этом известно, что изделия из композитов, по сравнению с аналогами из металлов, имеют целый ряд преимуществ, а именно: меньшую массу, коррозионную и химическую стойкость, высокую удельную прочность, эргономичность и др., а технологии переработки композитов в готовые изделия отличаются универсальностью, существенно меньшим энергопотреблением и трудоемкостью и, что особенно важно при проведении ремонтно-восстановительных работ, широким диапазоном решаемых производственных задач [5].

Снижение времени простоя оборудования в ремонте, при применении композитов, достигается, прежде всего, поточной организацией процесса ведения работ, заключающейся в возможности совмещения по времени проведения различных видов ремонтных работ. Не требуется разработка ППР на огневые работы при ремонтах на опасных производственных объектах; применение технологии «стакан в стакан» позволяет не тратить время на ремонт каркаса емкостного оборудования, а за счет заранее изготовленного вкладыша решить проблемы восстановления работоспособности баков, ванн, мерников и т. д.

Трудоемкость ремонта с применением композитов существенно ниже аналогичных работ, выполняемых традиционными материалами и методами, за счет следующих факторов:

- меньшая масса изделий из композитов позволяет во многих случаях отказаться от применения грузоподъемных машин и механизмов, что снижает риски травмирования и повышает безопасность ведения ремонтных работ;

- футеровка по месту емкостного оборудования позволяет обойтись без демонтажа изношенного изделия, но при этом полностью восстановить его эксплуатационные свойства;



Система ПР

Обобщенная структура ремонтных циклов и рекомендуемых композиционных материалов

Виды ремонтов	Композиционные материалы			
	дисперсионно- (нано) наполненные	зернисто- наполненные	стеклопластик	
			«мокрое» ламинирование	конструкционные
Техническое обслуживание ТО	<ul style="list-style-type: none"> – Смазки, присадки, СОЖ – Пасты, мастики, шпатлевки, фильтры, праймеры – Ремонтные составы: «холодная сварка», абразивостойкие, антиадгезивы, износостойкие и др. 	<p>Шпатлевка (заделка) полимербетоном мелких дефектов поверхности, выявленных в процессе эксплуатации оборудования</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Ремонт по-вражденных участков футеровки – Латки на течи, очаги коррозии, синий 	<ul style="list-style-type: none"> – Установка экранов, защитных крышек, отражателей и т. п. – Установка муфт из препрега на поврежденные участки трубопроводов и воздуховодов
Закупочный ремонт Т	Ремонтные составы	<ul style="list-style-type: none"> – Восстановление поврежденных участков износа (абразиво)- термостойких футеровок – Ремонт и замена отдельных участков (изделий) из полимербетона 	<ul style="list-style-type: none"> – Изготовление (RTM, ручное ламинирование, SMC/ BMC, и др.) и замена отдельных деталей и элементов конструкции оборудования – Частичная замена и ремонт футеровки – Ремонт труб, воздуховодов, газоходов в объемах данного вида ремонта 	<ul style="list-style-type: none"> – Применение листового, профильного (уголок, труба, круг, тавр и т. п.) стеклопластика для восстановления изношенных узлов в объемах текущего ремонта – Использование муфт, рукавов из препрега для ремонта труб и воздуховодов
Капитальный ремонт К	<ul style="list-style-type: none"> – Ремонтные составы для восстановления поврежденных участков оборудования – Наноизомпайты с повышенными эксплуатационными параметрами 	<ul style="list-style-type: none"> – Полное восстановление изношенных и поврежденных участков строительных бетонных конструкций и сооружений – Нанесение полимербетона на оборудование для повышения его эксплуатационных параметров (износостойкость, теплостойкость, прочность и т. п.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Ремонт или замена футеровки – Замена поврежденных деталей и узлов оборудования на заранее изготовленные аналоги из композитов – Изготовление деталей и узлов оборудования из специальных видов композитов методами «мокрого» ламинирования 	<ul style="list-style-type: none"> – Применение всех видов конструкционного стеклопластика для ремонта оборудования в объеме капитального ремонта – Изготовление из конструкционного стеклопластика деталей и узлов ремонтируемого оборудования

— трудоемкость изготовления единичных ремонтных изделий из композитов намного меньше, чем из металлов, особенно когда речь идет об импортозамещении или деталях, снятых с производства;

— уникальные физико-химические и механические свойства композиционных материалов обеспечивают возможность создания композита со свойствами, максимально отвечающими конкретным условиям эксплуатации, применение нанокомпозитов с уникальными эксплуатационными свойствами позволяет эффективно решить вопросы ремонта, минимизируя трудозатраты там, где аналогичные проблемы с применением традиционных материалов и технологий решаются сложным поиском технических решений с привлечением дорогостоящего оборудования и уникальных металлических сплавов.

Кроме перечисленных факторов повышения экономической эффективности ремонтных работ в последние годы приоритетной стала проблема стоимости запасных частей, учитывая тот факт, что ремонт импортного оборудования иногда обходится дороже нового. Огромный диапазон различных технологий переработки композиционных материалов и готовое изделие позволяет оптимизировать затраты на изготовление любых партий (от единичных до массовых) ремонтных деталей и узлов.

Существенным эксплуатационным достоинством изделий из композитов или отремонтированных с применением композиционных материалов является их ремонтопригодность и возможность эффективного диагностирования состояния, включая методы визуального и инструментального контроля, в том числе дистанционного. Указанная возможность повышает надежность эксплуатации оборудования, снижает риск возникновения аварийных ситуаций, позволяет повысить коэффициент готовности оборудования в установленные межремонтные циклы.

И, наконец, важным аспектом данной статьи является вопрос промышленной безопасности при эксплуатации технологического оборудования, поскольку нарушение нормируемых показателей может быть причиной остановки производства и ремонта оборудования.

В систему промышленной безопасности входят: мероприятия по охране труда работников; исключение несчастных случаев и травматизма. В числе задач по охране труда и промышленной безопасности, эффективно решаемых с помощью композиционных материалов и изделий из них, являются: защита от шума и вибрации, выполнение требований по электро-безопасности, эргономичность и травмобезопасность машин и механизмов. Известно, что изделия из композитов обладают демпфирующими свойствами, гасят вибрацию, в том числе в резонансных режимах. Вибрация в звуковом диапазоне частот также эффективно поглощается композитами, а с принятием ряда конструктивных решений эта проблема вообще перестает существовать для деталей и узлов, выполненных из композиционных материалов.

Что касается обеспечения мер электро-безопасности, то на основании того факта, что стеклопластик — диэлектрик, соответственно, и оборудование из него предотвращает несанкционированный переход напряжения от электропроводящих частей оборудования на человека в случае их контакта. В то же время введением специальных наполнителей в композит или прокладкой электропроводящих шин эффективно отводится накапливаемое в массе рабочей среды, например, жидкости (бензин, нефть и т. д.) статическое электричество.

Для изделий во взрывобезопасном исполнении несомненным преимуществом композита является отсутствие искрообразования при контакте деталей из металла с композитом или композита с композитом.

Таким образом, рассмотренные предпосылки формирования основ стратегии ремонта технологического оборудования с применением композитов могут быть представлена следующим образом:

1. Причины, по которым целесообразно внедрение новых композиционных материалов и технологий при проведении ремонтных работ:

— большой ассортимент разнообразных композиционных материалов и технологий для проведения различных видов ремонтных работ, оптимизирующих ремонтный цикл, в стоимостном и качественном аспектах;

- снижение трудоемкости и времени на проведение ремонтных работ;
- обеспечение нормативных сроков безопасной эксплуатации оборудования;
- обеспечение безопасности ведения ремонтных работ при повышении их эффективности;
- регламентация работ по модернизации оборудования и продлению срока его службы на основе применения композитов.

2. Преимущества композиционных материалов, изделий из композитов и сопутствующих им технологий для ведения ремонтных работ:

– в мире накоплен большой положительный опыт изготовления и эксплуатации изделий из композиционных материалов, разработаны и апробированы технологии изготовления, на рынке представлены композиционные материалы различного производственно-технического назначения, позволяющие осуществлять все виды ремонтов по любым методам;

– изделия из композитов имеют ряд существенных эксплуатационных преимуществ перед аналогами из металлов, таких как: коррозионная стойкость, меньшая масса, удельная прочность и т. п.;

– композиционные материалы совместимы с большинством органических и неорганических ремонтных материалов, традиционно используемых при ведении ремонтных работ. Поэтому возможны варианты комбинирования различных материалов и технологий при проведении сложных ремонтов;

– возможность создания композитов с требуемыми рабочими характеристиками, а с применением нанокомпозитов – с характеристиками, превышающими лучшие аналоги из металлов;

– снижение трудоемкости ремонтных работ, времени простоя оборудования в ремонте и повышение безопасности ведения ремонтных работ;

– возможность вести не только ремонтно-профилактические работы, а одновременно модернизировать существующее технологическое оборудование, повысив его эксплуатационные параметры, надежность и эффективность.

3. Основные виды композитов с термо-реактивной матрицей и области их применения в ремонте [5]:

- дисперсионные (nano)-наполненные: мастики, шпатлевки, пасты, смазки и т. п. – текущее обслуживание, мелкий ремонт;
- герметико-наполненный: полимербетон для ремонта строительных конструкций, бассейнов, создания защитных покрытий;
- стеклонаполненные для футеровки оборудования, изготовления различных изделий и узлов (ремонтных комплектов), восстановления работоспособности изношенного оборудования при всех видах ремонта;
- углепластики для изготовления ответственных деталей, узлов машин и механизмов.

4. Проблемы внедрения композиционных материалов в практику проведения ремонтных работ:

– отсутствие нормативов и справочно-технической литературы на ремонтные операции с применением композиционных материалов;

– внедрение композитов в практику ремонтных работ требует формирования новой методологии управления надежностью технологического оборудования на всех стадиях его жизненного цикла путем мониторинга технического состояния, учитывающего особенности структуры, состава, технологии изготовления и условий эксплуатации изделий из композитов;

– дефицит специалистов в области технологий применения композитов для ремонта, отсутствие инфраструктуры изготовления запасных частей из композитов;

– психологический барьер; отсутствие стимулов перехода на новые материалы и технологии;

– в нормативно-технической документации заводов-изготовителей используются традиционные методы ремонта; процедура согласования изменений в которых громоздкая и длительная;

5. Пути реализации новой стратегии ремонта:

Анализ тенденций развития машиностроительного и ремонтного производства показывает необходимость создания специализированных производств и сервисных центров по изготовлению надежных и качественных ремонтных деталей и узлов из композиционных

материалов, обеспечивающих снижение себестоимости их изготовления за счет современных технологий и передового оборудования, стоимости ведения ремонтных работ за счет специализации и кооперации ремонтного производства, типизации, механизации и автоматизации технологических процессов и повышение надежности и безопасности эксплуатации оборудования, используя преимущества композитов, обладающих лучшими эксплуатационными свойствами, чем традиционные материалы.

Поэтому необходимо консолидировать усилия по развитию системы подготовки и переподготовки специалистов ремонтного производства, внедрению композиционных материалов в практику ведения ремонтных работ, разработке нормативно-технической базы, регламентирующей различные виды работ с композитами на всех стадиях проведения ремонтно-профилактических работ в контексте стратегической задачи развития и

модернизации производственного сектора экономики страны с целью повышения уровня жизни и обеспечения конкурентоспособности нашей продукции на мировом рынке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Азлыц Л. И., Холдинков Ю. В. О взаимосвязи и особенностях композиционных материалов // Композитный мир. 2009. № 2. С. 34-37.
2. Боярская Г. А. Теория старения и восстановления машин: научное издание. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 175 с.
3. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: справочник. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. 260 с.
4. Сысачев А. В. Промышленная политика государства на этапе формирования новой экономической стратегии // 10-й Российской экономический форум: тез. докт. Екатеринбург, 2005. С. 10-12.
5. Холдинков Ю. В. Перспективы развития производства композиционных материалов и изделий из них // Вестник машиностроения. 2009. № 8. С. 80-83.

УДК 621.928.622.273, 622.44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ФРИКЦИОННЫХ СЕПАРАТОРАХ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПАРУСНОСТЬЮ

В. Я. Потапов, С. А. Тимухин, В. В. Потапов, Я. И. Конев

Рассмотрен физический признак, используемый при обогащении асбеста, слюды, различная скорость витания в воздушной среде асbestового волокна, чешуек слюды и породы. Приведены формулы для определения скорости витания частиц в воздухе. Их тип зависит от физических характеристик разделенного материала и свойств воздушного потока. Рассмотрены математические закономерности поведения частиц минералов в циркулирующем потоке воздуха фрикционного сепаратора. Установлены зависимости между давлением воздушного потока и конструктивными параметрами фрикционного барабанно-полоточного сепаратора.

Ключевые слова: скорость витания, «парусность», физические характеристики, фрикционный сепаратор, аэродинамический эффект.

Some physical characteristics are considered which are used in concentration of asbestos, mica, as well as different speed of circulation of asbestos fibers, cells of mica and rock in the air. The formulas for determining the rate of circulation of particles in the air are presented. Their type depends on physical characteristics of separated minerals and characteristics of the air stream. Mathematical regularities are considered of mineral particles behavior in circulating air-stream of friction separator. Dependencies are determined between the air stream pressure and design parameters of a friction drum-shelf separator.

Key words: speed of circulating, «sailing characteristics», physical characteristics, friction separator, aerodynamic effect.

Одним из путей повышения эффективности производства является создание менее энергоемких разделятельных аппаратов на базе их технологий переработки полезных ископаемых.

Поэтому важно при разработке и проектировании аппаратов использовать их конструктивные особенности для качественного разделения горных пород по физическим характеристикам. Аппаратом для разделения таких руд является барабанно-полочный фрикционный сепаратор (БПФС).

Он представляет собой совокупность нескольких механических устройств, каждое из которых предназначено для разделения частиц обогащаемого материала по различным признакам (рис. 1).

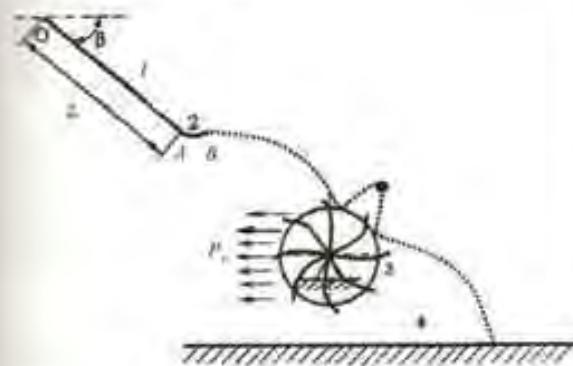


Рис. 1. Схема движения частицы в барабанно-полочном фрикционном сепараторе

Выделяют четыре фазы движения материала в сепараторе (см. рис. 1).

Первая – движение материала по наклонной полке, где происходит формирование потока перед вводом в камеру сепаратора. Вторая фаза – распределение сепарируемого материала по граничным друг с другом потокам с преобразованием в каждом однородных по форме и плотности частиц, происходящее в воздушной камере с момента отрыва частиц от нижней кромки наклонной полки. Третья фаза – разделение компонентов под действием потока воздуха, направленного по нормали к вектору скорости сепарируемых частиц. Четвертая фаза – поверхность вращающегося барабана, на торцевых поверхностях которого установлены радиальные выгнутые лопатки.

Наклонная плоскость (полка 1) подготовлена к разделению частицы с различными коэффициентами трения. Чем меньше коэффи-

циент трения частицы о плоскость, тем выше скорость частицы на выходе с плоскости. Направления скоростей всех частиц одинаковы, тем не менее модули скоростей различны, и, следовательно, создаются предпосылки для последующего разделения частиц с различным содержанием полезных компонентов (а значит, и с различными коэффициентами трения). Наклон плоскости должен обеспечивать движение частиц без остановки в середине пути, это накладывает определенные ограничения на угол β : для всего спектра коэффициентов трения этот угол должен быть не менее соответствующих значений углов трения. Значит, угол наклона полки должен быть больше самого большого из возможных значений углов трения для частиц обогащаемого материала с различным содержанием полезного компонента. В силу этого угол β должен иметь довольно большое значение, и если частица после окончания плоскости выйдет на участок свободного полета с малой скоростью, то полет этот начнется по относительно отвесной траектории, что при больших сопротивлениях воздуха приведет к движению по вертикали. Таким образом, наклонная плоскость должна заканчиваться трамплином в виде криволинейного участка поверхности для изменения направления скорости частицы.

Криволинейный трамплин 2 можно считать вторым этапом подготовки частиц с различными коэффициентами трения к разделению. Сила трения на этом участке меняется в зависимости от места нахождения частицы, так как в различных точках вогнутой траектории нормальное давление частицы на криволинейную поверхность различное. Поэтому если на первом этапе движение равноускоренное, то на втором подчиняется довольно сложному закону. Падение скорости на криволинейном участке, следовательно, нелинейно зависит от коэффициента трения. В результате при выходе частиц на участок свободного полета они имеют существенно различные скорости, а вылет частиц происходит по настальным траекториям. Таким образом, образуется веер разделения, благодаря которому возможно формирование продуктов частиц с различным содержанием полезного компонента.

Для частиц средней части веера разделения в барабанно-полочном сепараторе предус-

мотрена еще одна стадия разделения. Для этого установлен вращающийся барабан З, благодаря которому происходит разделение частиц с различными коэффициентами восстановления при ударе. Поскольку поверхность вращающегося барабана не является абсолютно гладкой, то в точке контакта на частицу кроме нормальной реакции действует еще и сила трения, направленная в сторону, противоположную относительной скорости частицы. В зависимости от направления этой силы отскок частицы может происходить как в сторону вращения барабана, так и в противоположную сторону.

Существенное влияние на процесс разделения оказывает и поток воздуха, циркулирующий вокруг вращающегося барабана с лопатками. Можно полагать при этом, что скорость циркулирущего потока убывает по мере удаления от поверхности барабана, а на поверхности барабана имеет скорость, близкую к скорости самой этой поверхности.

Процесс движения каждой частицы возможно описать математической моделью, включающей уравнения движения на каждом этапе разделения и дифференциальные уравнения движения частицы в циркулирующем потоке воздуха.

Для единства описания движения частицы на каждом этапе введем общую для всех элементов механической системы систему координат xOy , начало которой разместим в начале наклонной плоскости, ось « x » направим горизонтально, а ось « y » – вертикально вниз (рис. 2).

Свободный полет частицы начинается из точки B со скоростью V_0 направленной по

касательной к дуге окружности трамплина в данной точке. На частицу действует сила сопротивления циркулирующего потока, пропорциональная скорости частицы относительно потока. Коэффициент этой пропорциональности обозначим через μ , который зависит от аэродинамического сечения частицы, вязкости среды и скорости движения потока.

Задаваемыми параметрами барабана считаем: координаты его центра $C(a, b)$, радиус барабана R и его угловую скорость ω . Если частица при движении коснется поверхности барабана, то произойдет удар. Параметрами удара являются: k – коэффициент восстановления и λ – коэффициент трения при ударе.

Если сопротивление движению при свободном полете отсутствует, то частица движется с ускорением свободного падения g , направленным параллельно оси Oy , поэтому движение вдоль оси Ox равномерное. Согласно этому имеем:

$$\begin{cases} x = x_0 + V_{x_0} t \\ y = y_0 + V_{y_0} + 0.5gt^2 \end{cases}, \quad (1)$$

Следовательно, движение частицы происходит по траектории параболы

$$y = y_0 + \tan(\beta - \gamma)(x - x_0) + \frac{g(x - x_0)^2}{V_{x_0}^2 \cos^2(\beta - \gamma)}, \quad (2)$$

где β – угол наклона полки, град; γ – центральный угол криволинейного трамплина, град.

Циркулирующий поток в этом случае не оказывает на движение частицы никакого влияния, и частица движется по указанной параболе до тех пор, пока не встретится с поверхностью барабана или не упадет на горизонтальную плоскость ($y = c$). Вместе с тем, как показывают многочисленные исследования, поток воздуха, обтекающий подвижную частицу, создает силу сопротивления движению, направленную в сторону, противоположную скорости частицы V относительно потока.

Полагая движение воздуха вокруг вращающегося барабана ламинарным, т. е. пренебрегая возникновением мелких пульсирующих вихрей, примем движение потока слоистым по концентрическим окружностям с центром на оси вращения барабана (см. рис. 2). Силу сопротивления движению частицы при этом можно считать подчиняющейся закону Стокса:

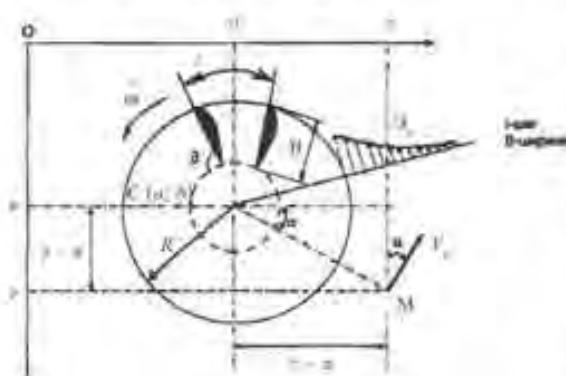


Рис. 2. К определению силы сопротивления на участке свободного полета

$$\bar{F}_x = -\mu \bar{V}_x, \quad (3)$$

μ – коэффициент пропорциональности.

Эффективность разделения минералов можно повысить за счет установки специальных лопаток на торцевых поверхностях вращающегося барабана, наклоненных к поверхности торцевых сторон, позволяющих использовать аэродинамический эффект для выделения минералов (асбест, слюда), обладающих эффектом «парусности» из средней части образованного всхара при сходе с плоскости.

Специфические свойства асбеста – волокнистое строение, слюды – мелкочешуйчатое строение, способность их расщепляться, первых на тончайшие волокна, вторых – на тонкие частицы, тем самым увеличивая поверхность – приобретая свойства «парусности» – избушивает основной метод разделения асбестовых руд и мелкочешуйчатых слюдосодержащих сланцев – сухой гравитационный [3].

В практике для их разделения используют гравитацию, основанную на различии гидродинамических свойств вскрытого и расщепленного асбеста, для слюды – образования большого количества пастничатых исхук.

Скорость витания зависит от физических свойств транспортируемых продуктов: их плотности, состояния поверхности (гладкая, рваная), размеров, формы и гетерогенного состава частиц, образования вихревообразных воздушных потоков в зоне разделения; взаимного трения и столкновения частиц между собой и со стенками аппарата, неравномерности распределения скоростей воздушных потоков в камере и т. д.

Отрицательное влияние отмеченных факторов может быть снижено, если создать благоприятные условия движения частиц при переходе из первой фазы во вторую. Для этого полка должна обладать свойствами, позволяющими достичь в переходной точке максимума разности горизонтальных составляющих скоростей движения разделляемых частиц. Положительное влияние на сепарацию оказывает также расслоение компонентов при перемещении по полке. Характер движения частиц данной руды по полке определяется их формой и коэффициентом трения, а также параметрами полки (углом наклона и материалом покрытия) [1, 2, 3].

Согласно теории аэродинамики осевых вентиляторов, для отделения парусных частиц оптимальная густота решетки лопаток (t_{opt}) может быть определена из уравнения [4]:

$$t_{opt} = \frac{h}{l_{opt}}, \quad (4)$$

где h – ширина хорды лопатки, м.

При $t_{opt} = 0,5$ оптимальный шаг

$$t_{opt} = \frac{h}{t_{opt}}.$$

С учетом этого целесообразное число лопаток БПФС:

$$Z = \frac{\pi d}{t_{opt}}, \quad (5)$$

где d – диаметр барабана, м.

Полученное значение Z округляется до ближайшего меньшего числа.

Для определения давления воздушного потока лопаточного сепаратора может быть использована зависимость [5], Па:

$$P_r = \frac{C_p b W^2 Z \cos \beta}{2 \pi r}, \quad (6)$$

где Z – число лопаток, ед.; p – плотность смеси, кг/м³; $\cos \beta$ – угол притекания потока, град. (const); C – коэффициент подъемной силы; r – радиус по концам лопаток, м; W – скорость притекания потока, текущего к лопаткам, м/с; η – гидравлический КПД БПФС – сепаратора ($\eta \leq 0,4-0,5$).

Установлено, что для отклонения парусных частиц крупностью класса -40+5 мм необходимо иметь непрерывную струю давлением 200 Па, для класса -5+0 мм – 80-100 Па.

В этом случае при прохождении материала частицы, обладающие парусным эффектом, будут отклоняться от первоначального положения в противоположную сторону от струи воздуха, создаваемой лопатками вращающегося барабана.

С учетом витания падающих частиц, силу сопротивления движению частицы в воздушном потоке, в соответствии с работой [3], можно считать зависящей от квадрата относительной скорости:

$$F_x = \psi d^2 \rho_s V_r^2, \quad (7)$$

где ψ – коэффициент сопротивления; d – диаметр частиц, м; ρ_s – плотность воздуха, кг/м³; V_r – скорость движения струи воздуха, м/с.

Коэффициент пропорциональности μ с учетом скорости потока V_s от вращающего барабана можно определить, сравнивая выражения (3) и (7). Отсюда получим:

$$\mu = \psi d^2 p_s \sqrt{(x - V_{s0})^2 + (y - V_{s0})^2} \quad (8)$$

Скорость потока при удалении от поверхности барабана убывает по экспоненциальному закону

$$V_s = \psi R e^{-v(r-a)}, \quad (9)$$

где v – коэффициент затухания скорости потока; r – расстояние от частицы до центра вращающегося барабана:

$$r = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}. \quad (10)$$

Обозначим через α угол, определяющий положение подвижной частицы M в спутующей системе координат.

Тогда

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{x - a}{r}, \\ \cos \alpha = \frac{y - b}{r} \end{cases} \quad (11)$$

Поэтому переносная скорость потока в точке M имеет следующие проекции:

$$\begin{cases} V_x = V_s \cos \alpha = \frac{V_s(x - a)}{r}, \\ V_y = V_s \sin \alpha = \frac{V_s(y - b)}{r} \end{cases} \quad (12)$$

Все эти соображения необходимы для составления дифференциальных уравнений движения частицы разделяемого материала в циркулирующем потоке. С учетом силы сопротивления согласно второму закону Ньютона имеем:

$$m \ddot{a}_y = \bar{G} + \bar{F}_s, \quad (13)$$

где m – масса частицы; \ddot{a}_y – ее ускорение; \bar{G} – сила тяжести.

Сила сопротивления, определяемая равенством (3), содержит относительную скорость частицы:

$$\bar{F}_s = \bar{F} - \bar{F}_s, \quad (14)$$

где $\bar{F} = (x, y)$ – абсолютная скорость частицы.

В проекциях на выбранные оси координат получим:

$$\begin{cases} m \ddot{x} = -\mu (\dot{x} - V_{s0}), \\ m \ddot{y} = mg - \mu (\dot{y} - V_{s0}), \end{cases} \quad (15)$$

Таким образом, после подстановок (12), (9) и (10) получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= -\frac{\mu \dot{x}}{m} + \frac{\mu \omega R (y - b)}{m \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}} \times \\ &\times \exp \left[-v \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2} - R \right]; \\ \ddot{y} &= g - \frac{\mu \dot{y}}{m} - \frac{\mu \omega R (x - a)}{m \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}} \times \\ &\times \exp \left[-v \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2} - R \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Полученные дифференциальные уравнения нелинейны и неразрешимы в квадратурах. Они поддаются лишь численному интегрированию. Для их решения возможно воспользоваться стандартной численной процедурой интегрирования – методом Рунге-Кutta с автоматическим выбором шага по заданной точности.

В таблице приведены результаты разделения асбестосодержащих продуктов (класса 3+0 мм) на БПФС с лопатками.

Приведенные в статье теоретические закономерности были использованы в математической модели БПФС при моделировании процесса движения частицы по зонам разделения.

Математическая модель процесса разделения сыпучих многокомпонентных материалов позволяет всесторонне исследовать процесс разделения частиц с учетом их физических свойств и служит для рассмотрения большого числа вариантов конструкции и оптимизации режимов работы аппарата при относительно небольших затратах, не прибегая к изготовлению макетов, опытных образцов.

Использование аэродинамического эффекта в БПФС позволит убрать воздухоподъемную систему, обеспечить максимальное извлечение свободного асбестового волокна из руды, сохранить природную длину и текстуру волокна, освободить асбестовое волокно от пыли, а также случайных посторонних включений.

Результаты разделения асбестосодержащих продуктов

Номер опыта	Вид покрытия	Продукт	Выход %	Содержание асбеста, %	Извлечение асбеста, %	Эффективность, %
Воздушный поток сформирован с торцов барабана и направлен к центру боковой поверхности						
1	Сталь	Концентрат	41,5	1,55	78,6	
		Хвосты	58,5	0,33	21,4	
		Итого	100	0,82	100	37,4
2	Резина	Концентрат	38,4	1,63	77,2	
		Хвосты	61,6	0,30	22,8	
		Итого	100	0,81	100	39,1
3	Асбест	Концентрат	24,6	2,45	72,7	
		Хвосты	75,4	0,30	27,3	
		Итого	100	0,83	100	48,5
4	—	Концентрат	25,5	2,42	73,4	
		Хвосты	74,5	0,30	26,6	
		Итого	100	0,83	100	48,3
5	—	Концентрат	29,7	2,12	74,9	
		Хвосты	70,3	0,30	25,1	
		Итого	100	0,84	100	45,6
6	—	Концентрат	33,9	1,89	76,4	
		Хвосты	61,1	0,30	23,6	
		Итого	100	0,82	100	42,9
Воздушный поток сформирован с помощью сопла и направлен в сторону вращения барабана						
7	Асбест	Концентрат	26,1	2,41	33,9	
		Хвосты	73,9	0,30	26,1	
		Итого	100	0,85	100	48,2

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Математическое моделирование разделения частиц в барабанно-полочном фрикционном сепараторе / С. А. Ляпцев, Е. Ф. Цапин, В. Я. Потапов, В. В. Иванов // Изв. вузов. Горный журнал. 1996. № 7. С. 147-150.

2. О коэффициентах трения минералов при обогащении слюдосодержащих единичек на полочном воздушном сепараторе / И. М. Кепин, Е. Ф. Ца-

пин, Е. П. Александрова // Изв. вузов. Горный журнал. 1983. № 1. С. 126-129.

3. Практики обогащения асбестовых груд / под ред. Ф. П. Софронова. М.: Недра, 1975. 224 с. / Авт.: М. А. Белов, Н. В. Дябин, Ю. Б. Консов и др.

4. Брусиловский И. В. Аэродинамика осевых вентиляторов. М.: Машиностроение. 1984. 240 с.

5. Тимухин С. А. Оптимизация параметров и процессов стационарных машин: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2006. С. 244.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСОВ ГЛАВНЫХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

В. Ф. Копачёв

Дан критерий функциональной эффективности комплексов проветривания на горных предприятиях с учетом основных особенностей, присущих сложным электромеханическим системам. Рассмотрены дестабилизирующие факторы, влияющие на работоспособность установок, и приведены параметры для определения наступления этапов структурных кризисов в вентиляторных установках. Рассмотрены особенности радиально-диаметральных вентиляторных систем, а также критерии для определения остаточного ресурса шахтных главных вентиляторных установок.

Ключевые слова: вентиляторные установки, структурные кризисы, сложные системы, надежность, остаточный ресурс.

A criterion for the functional efficiency of ventilation systems in mining enterprises is given, taking into account the main features inherent to complicated electromechanical systems. Destabilizing factors, affecting the efficiency of installations are considered and parameters for determining of stages approach of structural crises in ventilation installations are given. The features of radial diametral fan systems are discussed, as well as criteria for determining the residual resource of mine main ventilating installations.

Key words: fan installation, structural crises, complicated systems, reliability, residual life.

Уровень безопасности в комплексах главных вентиляторных установок (ГВУ) горной отрасли промышленности должен определяться недопустимостью гибели людей, загрязнения окружающей среды и значительных экономических издержек.

Комплексы горных предприятий представляют собой совокупность большого числа подкомплексов (подсистем), которые, в свою очередь, состоят из более простых подсистем и т. д., пока мы не получим элементы систем, которые в условиях данной задачи не подлежат расчленению на части, например, лопатка рабочего колеса вентилятора или коренной вал вентилятора. Элементы ГВУ находятся в постоянном взаимодействии друг с другом: коренной вал взаимодействует с рабочим колесом, рабочее колесо взаимодействует с воздушным потоком, воздушный поток воздействует на направляющий аппарат и элементы корпуса, те, в свою очередь, воздействуют на воздушный поток и т. д.

Такое большое количество разнородных элементов, составляющих комплекс ГВУ, объединены в определенную систему для достижения единой цели. Следовательно,

комплекс ГВУ горных предприятий представляются как сложные системы, поскольку они отвечают всем требованиям, предъявляемым к ним [4]. Степень их адекватности основным признакам сложных систем:

- обладание единством цели и обеспечение выработки оптимальных выходов из имеющегося множества входов;

- сложность функционирования комплексов ГВУ, заключающегося в том, что изменение одной ячейкой переменной влечет за собой изменение многих переменных величин (в том числе выходных) и, как правило, нелинейным образом;

- достаточно высокая степень интеграции.

Таким образом, может быть сделан важный вывод о том, что комплексы ГВУправомерно представлять как сложные системы. Это является основанием для востребования при их исследованиях системного подхода, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем, а также использование теории сложных систем как общей теоретической базы [1].

С учетом полного объема задач, стоящих перед комплексами ГВУ горных предприятий,

и представления их как сложные энергомеханические системы для оценки эффективности функционирования вентиляторной установки горного предприятия может быть предложен показатель, учитывающий как экономическую и энергетическую составляющие, так и надежность, и безопасность эксплуатации установок.

В общем случае такой показатель эффективности $K_{\text{общ}}$ может быть выражен: $K_{\text{общ}} = \prod_i K_i$, где K_i – коэффициент эффективности i -го показателя; n – общее число учитываемых показателей. К основным показателям следует отнести: технологическую, экономическую, энергетическую эффективности; комплексный показатель надежности функционирования установки и коэффициентресурса установки, определяемый как отношение времени ее фактической эксплуатации к нормативному показателю.

В процессе эксплуатации ГВУ происходит ухудшение ее технико-экономических показателей под воздействием внутренних и внешних дестабилизирующих факторов.

К внутренним дестабилизирующим факторам относятся:

- износ оборудования и старение материала основных узлов, приводящие к снижению производительности и надежности, увеличению потребления электроэнергии и затрат на поддержание их в требуемой кондиции;
- развитие фронта горных работ и связанное с ним увеличение производительности и давления вентилятора.

К внешним дестабилизирующим факторам относятся:

- коррозийность внешней среды;
- изменение тарифов на энергоносители;
- изменение технологических требований.

Анализ функционирования комплексов ГВУ под воздействием дестабилизирующих факторов при неизменной их структуре показывает, что при эксплуатации ГВУ, как сложной энергомеханической системы, проходят следующие три основных этапа:

- этап соответствия удельного расхода электроэнергии на 1 м³ подаваемого воздуха, производительности и надежности, а следовательно, и структура ГВУ отвечает технологическим требованиям;
- этап кризисного состояния, когда показатели удельного расхода энергии, производи-

тельности и надежности перестают удовлетворять технологическим требованиям;

– этап преодоления кризисного состояния (структурного кризиса), позволяющий за счет мероприятий по структурному изменению ГВУ как системы обеспечивать приемлемые технологические показатели.

Под структурным кризисом понимается такое состояние комплекса ГВУ, при котором скорость нарастания изменений, например, усталостных явлений в элементах установки, становится выше скорости реагирования, направленного на устранение этих изменений. Анализ развития процесса нарастания изменений (усталостных явлений в элементах вентилятора) показывает, что может существовать «критическая точка» или ступень развития системы, когда она перестает быть управляемой и далее разрушается. При этом потенциал ее развития становится нулевым. Такая «критическая точка» представляет собой наступление ближайшего этапа структурного кризиса ГВУ. Наступление кризиса определяется вновь объективными факторами, а его определяющей предпосылкой является нарастание сложности, например, расширение и усугубление усталостных явлений в элементах ГВУ, перевод систем контроля и управления установками на новый, более высокий и, следовательно, технологически сложный уровень и др. И поэтому, если не предпринимать никаких системных мер, технических и технологических, то наступление кризиса станет необратимым.

Продолжительность каждого из этапов, определяемая динамикой состояния ГВУ, может быть рассчитана в общем виде по векторному дифференциальному уравнению [5]: $\dot{x} = f(t, x, u, \zeta)$; $x \in E_u$; $U \in B$; $x(t_0) = x_0$, где U – внешние воздействия; ζ – дестабилизирующие воздействия; E_u – векторное пространство, B – множество допустимых решений; t – время.

Прогнозирование наступления соответствующего этапа кризисного состояния позволит обеспечить своевременную характеристику состояния системы без существенного снижения производительности и надежности работы ГВУ и увеличение затрат на подачу воздуха в подземные выработки. Важную роль в таких прогнозах могут сыграть экспериментальные

вания и расчет остаточного ресурса шахтных вентиляторов главного проветривания, работающих с превышением нормативных сроков эксплуатации.

Развитие и совершенствование методологии оценок общей и остаточной ресурсности комплексов ГВУ способствует своевременному прогнозированию наступления структурных кризисов этих сложных энергомеханических систем горного производства. Прямым следствием этого будут являться своевременные меры по их преодолению.

Анализ кризисных состояний и причин выхода из строя комплексов ГВУ следует вести по их базовым структурным единицам. Итогом такого анализа должно быть обоснование методологии установления общего ресурса и остаточной ресурсности ГВУ (для машин с истекшим нормативным сроком службы).

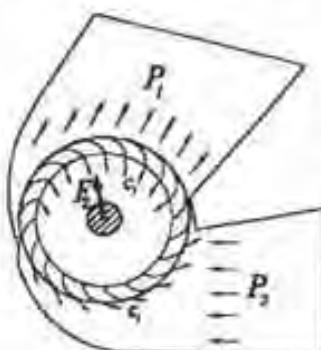
Основной базовой структурной единицей вентилятора является главный вал, и его разрушение означает замену всей машины, т. е. по сути дела состояние вала определяет технический ресурс вентилятора. На определенной стадии действия циклических нагрузок в сочетании с перегрузками в валах вентиляторов в местах, где циклические напряжения достигают больших значений (галтели, надрезы, участки шероховатости, места структурных дефектов металла и т. п.), могут возникать и прогрессивно развиваться трещины усталости, которые постепенно приводят к усталостному разрушению вала. На основании доказанных положений теории усталости можно сформулировать типовую схему процесса усталостного разрушения главного вала вентилятора:

- очаг усталостной трещины находится, как правило, на поверхности вала;
- конструкция главного вала является ступенчатой, имеет многочисленные галтели, переходы различного радиуса, широкие пазы, наличие следов резца на поверхности вала в результате механической обработки его, внутренняя структура вала засорена дефектами металлургического характера и т. д.;
- все перечисленные особенности конструкции главного вала представляют собой концентраторы напряжения, которые в процессе эксплуатации могут наслаждаться друг на друга и значительно усиливаться;

– усталостная трещина может возникнуть в любых сечениях главного вала, в которых действуют наибольшие моменты и где имеется концентратор напряжений, при этом запас статической прочности в данном сечении не играет роли.

В связи с возможной перспективой использования диаметрального принципа действия в вентиляторах главного проветривания смешанного (радиально-диаметрального) типа [3] возникает необходимость разработки соответствующих методов аэродинамического и прочностного расчетов их основных элементов. В части прочностных расчетов сказанное относится в первую очередь к главным валам диаметральных вентиляторов, характер нагружения которых значительно отличается от характера нагружения валов ближайших аналогов – радиальных вентиляторов, что обусловлено принципиальным различием физики рабочих процессов данных воздуходувных машин.

Рассматривая наиболее вероятную схему нагружения валов вентиляторов главного проветривания, использующих диаметральный принцип, можно установить следующее. В реверсивном режиме аэродинамическая схема ГВУ соответствует схеме радиального вентилятора, работающего без спирального корпуса. В таком режиме изменяются направления и значения поперечных аэродинамических сил, действующих на главный вал машины. Эти силы обусловлены действием реакций струй выходящего со скоростью c потока воздуха на лопати рабочего колеса (см. рисунок), а также разностью давлений P_1 и P_2 со стороны всасывания и нагнетания вентилятора соответственно. Суммарная аэродинамическая



Аэродинамическая составляющая поперечной силы в радиально-диаметральном вентиляторе

силы F_x , действующая на вал, определяется из геометрического сложения вышеуказанных сил. Как видно из рисунка, выбор компоновочной схемы вентиляторной установки обеспечивает необходимое направление действия аэродинамической силы. В остальном воздействие на вал соответствует схемам нагружения радиальных машин, и поэтому определение нагрузок и прочностные расчеты следует выполнять по принятой для данных машин методике с учетом соответствующей компенсации поперечных сил.

Анализ нагрузок, действующих на вал динамического вентилятора, показал, что также, как и у радиальных машин, они могут быть разделены на две принципиально отличающиеся группы: меняющие свое положение относительно определенного волокна вращающегося вала (т. е. не вращающиеся в пространстве синхронно с частотой вращения) и вращающиеся в пространстве синхронно с частотой вращения вала.

К первой группе следует отнести нагрузки, обусловленные силой тяжести элементов ротора и поперечными аэродинамическими силами, а ко второй – неуравновешенное усилие от приводной муфты и центробежные силы от заводского и эксплуатационного дисбаланса. Осевыми усилиями, а также моментом от перекоса рабочего колеса при этом можно пренебречь ввиду их незначительной для схемы вала динамической машины величины.

Следует помнить, что правильный выбор компоновочной схемы установки позволяет снизить суммарный изгибающий момент на валу вентилятора в рабочем режиме.

Дальнейшие расчеты валов на прочность и выносимость (определение изгибающих и крутящих моментов в сечениях, напряжений в сечениях и запасов прочности, динамического коэффициента, учитывающего увеличение прогиба при приближении к резонансной частоте, приведенных и растягивающих напряжений нагрузочного цикла, а также расчетного числа циклов работы вала до его разрушения) следует выполнять по известной методике для

радиальных машин [2], имея в виду, что степень асимметричности нагрузочного цикла главных валов диаметральных машин будет при этом ниже.

С учетом вышеприведенного можно сделать следующие выводы. Комплексы ГВУ являются сложными системами с взаимосвязанными структурами, обеспечивающими необходимую безопасность ведения горных работ. Посредством показателя эффективности K_f можно достаточно объективно оценивать сложную систему ГВУ как единое целое, следовательно, он может быть объективным системным показателем при оценке различных комплексов ГВУ с единых технико-экономических позиций. На долговечность и безопасность работы комплексов ГВУ влияют внешние и внутренние дестабилизирующие факторы. Методология определения общего фактического и остаточного ресурса вентиляторов главного проветривания может быть основана на расчете усталостной прочности основных узлов главной вентиляторной установки, что имеет достаточное теоретическое обоснование. Учет особенностей работы радиально-диаметральных установок главного проветривания позволяет снизить нагрузки, возникающие в валах вентиляторов, и более обоснованно подходить к определению ресурсов установок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дебков И. К., Северцов Н. А. Основные процессы эксплуатации сложных систем. М.: Высшая школа, 1976. 406 с.
2. Коноваловская В. И., Бабак Г. А., Пак В. В. Шахтные центробежные вентиляторы. М.: Недра, 1976. 320 с.
3. Тимухин С. А., Колачев В. Ф. О создании поверхностных комплексов центробежных главных вентиляторных установок без обводных каналов и переключающих ляд // Известия вузов. Горный журнал. 1997. № 7-8. С. 143-146.
4. Шаракшин А. С., Желетов И. Г., Иеницкий В. А. Сложные системы. М.: Высшая школа, 1977. 247 с.
5. Эйре Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М.: Мир, 1971. 296 с.

УСЛОВИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПОРНЫХ БАШМАКОВ ТРЕХОПОРНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ШАГАНИЯ ЭКСКАВАТОРА

Н. М. Суслов

В статье рассмотрены особенности работы гидравлического шагающего механизма при перемещении опорных башмаков. Представлены аналитические выражения для определения скоростей штоков гидроцилиндров в рассмотренном цикле процесса шагания.

Ключевые слова: механизм шагания, шагающий экскаватор, режимы работы.

The article describes the features of hydraulic walking mechanism in moving the supporting shoes. Analytical expressions are given for determining the speed of hydro-cylinder rods in considered cycle of walking.

Key words: walking mechanism, walking excavator, modes of operation.

Перемещение опорных башмаков включает подъем их подъемными цилиндрами, передвижение по ходу движения экскаватора тяговыми цилиндрами, опускание башмаков до поверхности шагания.

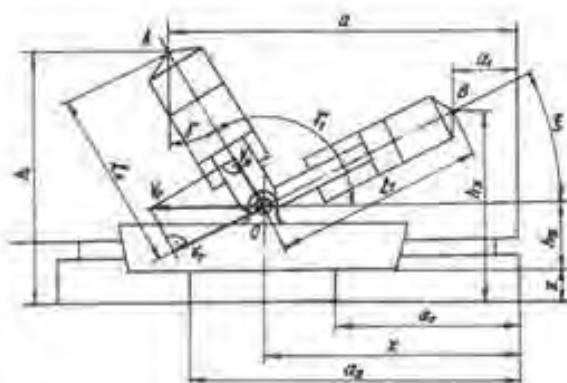
Гидравлические схемы механизмов шагания существующих мощных экскаваторов, как известно, предусматривают последовательное выполнение перечисленных операций.

На практике по условиям работы нет необходимости производить подъем опорных башмаков на величину полного хода плунжеров подъемных цилиндров, тем более что это приводит к увеличению продолжительности цикла шагания. Кроме того, последовательная работа подъемных и тяговых цилиндров при переводе опорных башмаков создает небезопасные условия труда обслуживающего персонала.

Целесообразно осуществлять перевод опорных башмаков в такой последовательности: по окончании шага подъем опорных башмаков над поверхностью шагания на заданную величину z ; а затем их перемещение по ходу движения экскаватора (выброс) при одновременной работе подъемных и тяговых цилиндров. Все это сократит продолжительность перемещения опорных башмаков и цикла передвижения драглайна, а главное, создаст возможность автоматизации процесса перемещения опорных башмаков, обеспечит безопасность работы обслуживающего персонала. Задача заключается в определении скоростей перемещения плунжеров подъемных цилин-

дов V_1 и штоков тяговых цилиндров V_2 при поступательном перемещении опорных башмаков при заданной скорости их поступательного движения V , а также соотношения этих скоростей и расходов жидкости подъемными и тяговыми цилиндрами.

Скорости плунжеров подъемных и штоков тяговых цилиндров найдем из расчетной схемы (см. рисунок).



Расчетная схема

Для штоков тяговых цилиндров можно записать:

$$l = \frac{x - a}{\cos \xi} \quad (1)$$

где l – расстояние между точкой крепления тягового цилиндра и осью шарниров опорных башмаков; ξ – угол наклона тяговых цилиндров; a – расстояние от точки крепления тяговых цилиндров до задней кромки опорной

базы экскаватора; x – расстояние между осью шарниров опорных башмаков и задней кромкой опорной базы экскаватора параллельно поверхности передвижения, изменяющееся от значения a_0 до значения a_1 :

$$a_0 = l_{\text{max}} \cdot \cos \xi_{\text{max}} + a_1;$$

$$\cos \xi_{\text{max}} = \left[1 - \left(\frac{h_1 - h_2 - z}{l_{\text{max}}} \right) \right]^{0.5},$$

$$a_1 = l_{\text{min}} \cdot \cos \xi_{\text{min}} + a_1;$$

$$\cos \xi_{\text{min}} = \left[1 - \left(\frac{h_1 - h_2 - z}{l_{\text{min}}} \right) \right]^{0.5},$$

где ξ_{max} , ξ_{min} – максимальный и минимальный углы наклона тяговых цилиндров; l_{max} , l_{min} – максимальное и минимальное расстояние между точкой подвески тяговых цилиндров и осью шарниров опорных башмаков.

Подставив полученные выражения в уравнение (1), запишем:

$$l_s = [(x - a)^2 + (h_1 - h_2 - z)^2]^{0.5}.$$

После преобразования получим:

$$l_s = [x^2 - 2a_1 x + b_1]^0.5,$$

где $b_1 = a_1^2 + (h_1 - h_2 - z)^2$.

Так как $x = a_0 + V_s t$,

где t – время перемещения опорных башмаков; a_0 – расстояние от оси шарниров опорных башмаков до задней кромки опорной базы экскаватора на начало перемещения башмаков, то после подстановки получим:

$$l_s = [V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s]^{0.5},$$

где $k_s = 2(a_0 V_s - a_1^2)$,

$$n_s = a_1^2 - 2a_0 \cdot a_1 + a_1^2 + (h_1 - h_2 - z)^2.$$

Искомая скорость перемещения штоков тяговых цилиндров определимся:

$$V_s = \frac{dl_s}{dt} = \frac{2V_s^2 \cdot t + k_s}{2(V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s)}^{0.5}. \quad (2)$$

Для плунжеров подъемных цилиндров можно записать:

$$L_s = \frac{a - x}{\cos \gamma_s},$$

где a – расстояние между точкой подвески подъемного цилиндра и задней кромкой опорной базы; L_s – расстояние между точкой крепле-

ния подъемного цилиндра и осью шарниров опорных башмаков.

Выразив $\cos \gamma_s$ через геометрические параметры механизма шагания, будем иметь:

$$l_s = (x^2 - 2 \cdot a \cdot x + b_s)^{0.5},$$

где $b_s = a^2 + (h_1 - h_2 - z)^2$.

Заменяя x его значением, получим:

$$l_s = (V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s)^{0.5},$$

где $k_s = 2V_s^2(a_0 - a)$,

$$n_s = a_0^2 - 2 \cdot a \cdot a_0 + a^2 + (h_1 - h_2 - z)^2.$$

Искомая скорость перемещения плунжеров подъемных цилиндров определяется:

$$V_s = \frac{dl_s}{dt} = \frac{2V_s^2 \cdot t + k_s}{2(V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s)}^{0.5}. \quad (3)$$

Определим соотношения скоростей плунжеров подъемных и штоков тяговых цилиндров при поступательном перемещении опорных башмаков с заданной скоростью.

При известном направлении скорости движения опорных башмаков V_s , построив планы скоростей, получим:

$$V_s = -V_c \cdot \cos \gamma_s,$$

$$V_s = V_s \cdot \cos \xi_s.$$

Выразив $\cos \gamma_s$ и $\cos \xi_s$ через геометрические параметры механизма шагания, получим:

$$\frac{V_s}{V_c} = \frac{(a - x)(x - a_1)^2 + (h_1 - h_2 - z)^2}{(x - a_1)(a - x)^2 + (h_1 - h_2 - z)^2}^{0.5}. \quad (4)$$

Для обеспечения заданных скоростей перемещения плунжеров подъемных цилиндров V_s и штоков тяговых цилиндров V_c требуемый расход жидкости этими цилиндрами определится:

$$Q_s = \frac{F_m (2 \cdot V_s^2 \cdot t + k_s)}{2(V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s)^{0.5} \eta}, \quad (5)$$

$$Q_c = \frac{F_m (2 \cdot V_c^2 \cdot t + k_s)}{2(V_s^2 \cdot t^2 + k_s \cdot t + n_s)^{0.5} \eta}, \quad (6)$$

где F_m – площадь поперечного сечения плунжера подъемного цилиндра за вычетом площади штока; F_m – площадь поршня тягового цилиндра; η – КПД гидросистемы.

Полученные выражения для скоростей перемещения выходных звеньев подъемных и тяговых цилиндров механизма шагания, их соотношения, а также расходов жидкости этими цилиндрами дают возможность устанавливать рациональные режимы работы механизма.

иззма шагания в этом периоде его работы, могут быть использованы при решении вопросов автоматизации процесса перемещения опорных башмаков.

Условия для осуществления автоматизации весьма благоприятны, так как механизм шагания в этот момент не взаимодействует с грунтом, действующие на механизм нагрузки вполне определены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базахонская М. В. К спекке конструкции движителя одноковшового экскаватора // Труды ВНИИстройдормаш. 1983. Вып. 97. С. 71-75.

2. Комиссаров А. П., Суслов Н. М. Параметрическая оптимизация рычажно-гидравлических механизмов // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во МГТУ, 2002. № 3. С. 206-208.

3. Суслов Н. М., Комиссаров А. П. Выбор параметров рычажно-гидравлических механизмов горных машин // Горные машины и автоматика. 2002. № 11. С. 23-25.

4. Суслов Н. М. Повышение эффективности шагающего ходового оборудования экскаватора // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГТУ, 2000. № 4. С. 85-86.

УДК 622. 41; 648

К ВОПРОСУ О ТРАКТОВКЕ И УТОЧНЕНИИ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУДНИЧНЫХ ТУРБОМАШИН

С. А. Тимухин

На основе анализа физических процессов в проточной части турбомашин, с точки зрения представления их рабочих характеристик, изложены соображения по уточнению этих характеристик. Предложено приподнять рабочие характеристики турбомашин в функции общей подачи машин с разделением её на две составляющие: гравитационную и циркуляционную. Уточнено определение параметров режимов холостого хода лопастных машин.

Ключевые слова: лопастные турбомашины; общая, транзитная и циркуляционная подачи турбомашин; режим холостого хода турбомашин.

Based on the analysis of physical processes in the flow of turbomachines, in terms of understanding of their performance characteristics, the author presented some explanations for these characteristics clarifying. It is suggested to give performance characteristics of turbo-machines in a function of the total supply of machine, with its separating on two components: the transit and circulation ones. Definition of parameters of idling of blade machines is clarified.

Key words: blade turbomachines, overall transit and circulation flow of turbomachines; idle speed of turbomachines.

Значимость достоверного представления и трактовки рабочих характеристик рудничных турбомашин для обоснования их рационального выбора и режимов эксплуатации трудно переоценить. Однако в технической литературе, посвященной турбомашинам, характеристики зачастую приводятся в достаточно произвольном виде (кривые КПД проходят через начало координат, исходящие участки кривых давления и КПД соединяются с

осью абсцисс и др.) в функции транзитной подачи машин без разделения общей подачи на две составляющие, неизбежно возникающие в лопастном колесе при его вращении в текущей среде.

Согласно вихревой теории взаимодействия твердого тела с потоком текучей среды в межлопаточных каналах рабочего колеса создаются циркуляционные течения, особенно значительные в режимах холостого хода ма-

шин (режимах закрытой задвижки), когда вся энергия, подведенная к их валу, за исключением потерь на дисковое трение, потерь на трение в сальниках и подшипниках расходуется на создание циркуляционных потоков в рабочем колесе и на увеличение теплосодержания перемещаемой текучей среды. Так, например, для насоса ЦНС-300-600 входная мощность (мощность на валу) в режиме холостого хода составляет 350 кВт, при номинальной – 700 кВт. Напор насоса, обусловленный циркуляционными течениями, составляет в этом режиме 650 м, при номинальном – 600 м.

На связь влияние циркуляционных потоков в рабочих колесах турбомашин на их рабочие характеристики до настоящего времени не обращалось должного внимания, что приводило на практике к соответствующим неточностям в трактовке зависимостей напора, мощности и КПД (и их производных), так как обычно считают, что они представляют собой характеристические кривые машины в функции ее общей подачи, не разделяемой на две составляющие: транзитную (Q_{tr}), численно равную расходу в сети, и циркуляционную (Q_c), обусловленную соответствующими внутренними течениями в рабочем колесе.

Так как на испытательных стендах при разработке и изготовлении турбомашин при определении их подачи замеряется только расход текучей среды в сети (в трубопроводах,

каналах и т. п., примыкающих к машинам), то при получении и трактовке рабочих характеристик турбомашин учитывается в настоящее время только транзитная часть общей подачи при полном не учете ее циркуляционной составляющей.

Неправомерность такого подхода следует, в том числе, и из основополагающего для турбомашин уравнения для определения входной мощности, записанного для режима холостого хода:

$$N_s = \frac{\rho \cdot g \cdot H_0 \cdot Q_0}{1000 \cdot \eta_0}, \quad (1)$$

где H_0 , Q_0 , η_0 – напор, подача и КПД турбомашины в режиме холостого хода (см. рис. 1); ρ – плотность текучей среды; g – ускорение земного притяжения.

Так как, согласно существующей трактовке рабочих характеристик лопастных машин, в этом выражении $Q_0 = 0$ и $\eta_0 = 0$, то с математической точки зрения возникает неопределенность, когда в результате подстановки в формулу (1) предельных значений аргументов она теряет смысл, т. е. переходит в выражение типа 0/0, по которому нельзя судить о том, существуют или нет искомые пределы, не говоря уже о нахождении их значений, если они существуют.

Не касаясь вопроса математического раскрытия этой неопределенности (формулы Тейлора или правила Лопитала), рассмотрим

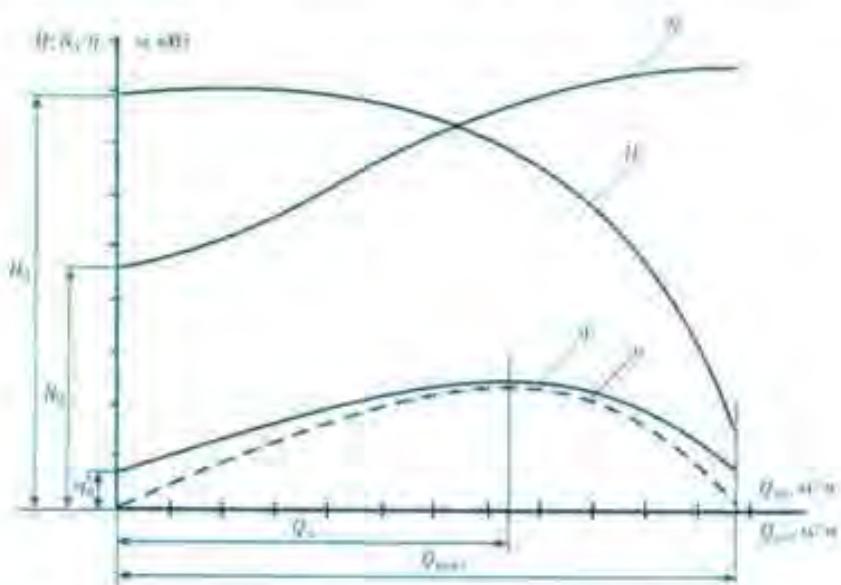


Рис. 1. Уточнение представления характеристических кривых турбомашин.

физику процессов, протекающих в проточной части лопастных машин, с точки зрения уточнения их рабочих характеристик.

Несмотря на имеющиеся в технической литературе сведения о том, что общий поток, проходящий через лопастное колесо турбомашины, состоит из транзитного и циркуляционного [2, 3] на практике при представлении рабочих характеристик турбомашин это не учитывается. В результате формулы для расчета режимных параметров турбомашин после подстановки в них минимальных предельных значений теряют смысл и их использование в полном диапазоне подач становится невозможным.

Подобный подход к трактовке рабочих характеристик турбомашин нам представляется неверным и требующим для себя соответствующих уточнений.

Согласно вихревой теории крыла самолета [1, 5], теоретический напор H_{t} лопастного колеса с числом лопаток Z в функции его циркуляции Γ ,

$$H_{\text{t}} = \frac{\omega}{2 \cdot \pi \cdot g} (\Gamma_2 - \Gamma_1) = \\ = \frac{\omega}{2 \cdot \pi \cdot g} Z \cdot \Gamma_s = \frac{\omega}{2 \cdot \pi \cdot g} \Gamma_s, \quad (2)$$

где ω – частота вращения колеса; Γ_1 и Γ_2 – циркуляции на входе и на выходе из колеса; Γ_s – циркуляция межлопасточного канала колеса.

Приняв $\omega = \text{const}$, выразим отношение $\omega/(2 \cdot \pi \cdot g)$ через K , где K – постоянный для конкретных условий коэффициент.

Следовательно, теоретический напор лопастного колеса

$$H_{\text{t}} = K \Gamma_s, \quad (3)$$

где $\Gamma_s = H_{\text{t}}/K$.

Задача определения подачи лопастного колеса, обусловленной циркуляционными течениями, встречается с еще не разрешенными трудностями. Для более наглядного представления характера движения потока в проточной части лопастной машины на рис. 2 *a*, *b*, по данным работы [3], приведены линии тока воды в относительном движении в режимах номинальной и нулевой транзитной подач лопастного колеса. Анализ рис. 2 показывает, что циркуляционные потоки в колесе в этих режимах имеют соответственно свое мини-

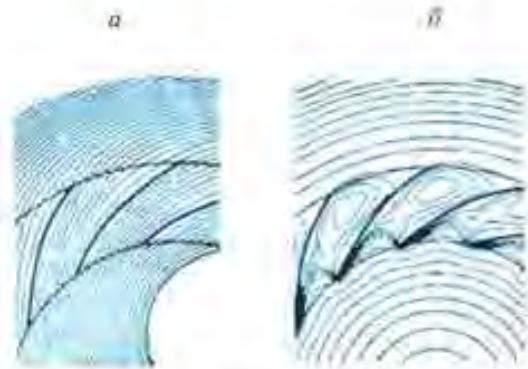


Рис. 2. Линии тока в рабочем колесе насоса в относительном движении:

a – при номинальной подаче; *b* – при нулевой подаче

мальное и максимальное значения. С учетом монотонности характеристик лопастных машин (здесь не рассматриваются помпажные режимы) логично предположить, что изменение уровня циркуляционных течений в лопастном колесе от минимальных до максимальных значений также носит монотонный характер.

На рис. 3 показано течение воздушного потока в лопаточном венце осевого вентилятора при его нулевой транзитной подаче (по данным работы [8]). Как следует из рис. 3, течение потока в этом режиме, так же как и у центробежных лопастных машин, носит явно выраженный циркуляционный характер.

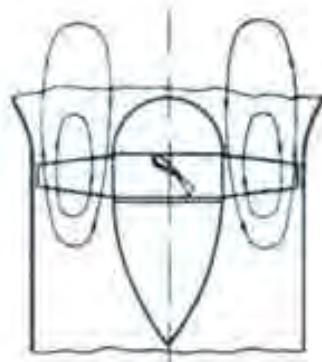


Рис. 3. Кольцевой вихрь при нулевой подаче осевого вентилятора

В фундаментальном труде [3] по лопастным машинам А. А. Ломакиним получено уравнение, связывающее циркуляцию лопастного колеса Γ_s с его подачей Q и частотой вращения ω :

$$\Gamma_{\omega} = a_1 Q + b_1 \omega, \quad (4)$$

где a_1 и b_1 – постоянные коэффициенты.

При выводе этого уравнения кроме нормальной составляющей скорости (расходной) на границах рассматриваемой области учитывалась также циркуляция скорости по контурам, расположенным внутри области. Отсюда логично полагать, что подача в уравнении (4) является общей подачей колеса (Q_{ω}), состоящей из транзитной ($Q_{\text{тп}}$) и циркуляционной ($Q_{\text{ц}}$) составляющих.

В соответствии с этим

$$\Gamma_{\omega} = a_1 (Q_{\text{тп}} + Q_{\text{ц}}) + b_1 \omega. \quad (5)$$

Для режима холостого хода лопастного колеса при $Q_{\text{тп}} = 0$

$$\Gamma_{\omega} = a_1 Q_{\omega} + b_1 \omega \quad (6)$$

где Γ_{ω} и Q_{ω} – циркуляция колеса и его циркуляционная подача в режиме холостого хода.

Из уравнений (5) и (6) может быть определено искомое значение параметра Q_{ω} . При этом значение $Q_{\text{тп}}$ замеряется, а Γ_{ω} – определяется по теоретической напорной характеристике колеса $H_{\omega} = f(Q_{\omega})$ и по формуле (3) для соответствующего режима его работы.

Наиболее просто определить значение Q_{ω} в режиме закрытой задвижки при $Q_{\text{тп}} = 0$, в котором

$$Q_{\omega} = \frac{1}{a_1} (\Gamma_{\omega} - b_1 \omega). \quad (7)$$

После определения значения величины Q_{ω} могут быть определены все параметры режима холостого хода лопастного колеса и всей машины в целом. При этом в формуле (1) не может возникнуть математической неопределенности, а использование всех формул для расчета режимных параметров машин станет возможным во всем диапазоне подач.

В соответствии с изложенным рабочие характеристики турбомашин следует приводить в функции общей подачи (Q_{ω}) с разделением ее на транзитную ($Q_{\text{тп}}$) и циркуляционную ($Q_{\text{ц}}$) составляющие. На рис. 1 приведено примерное представление характеристик, откуда видно, что принципиальное изменение их трактовки касается, главным образом, кривой КПД $\eta' = f(Q)$, отсекающей на оси ординат значение η'_c , соответствующее режиму закрытой задвижки, в нулевой работе в котором следует

отнести подъем и удержание, например, столба воды на высоте H_c [4, 6]. Хотя в этом режиме нет движения текущей среды во внешней сети, но всегда есть внутренние циркуляционные течения с подачей Q_{ω} .

При таком подходе значения КПД лопастного колеса и режиме его холостого хода

$$\eta' = \frac{p \cdot g \cdot H_c \cdot Q_{\omega}}{1000 \cdot N_{\omega}} \quad (8)$$

никогда не может быть равно нулю.

Что касается регулировочных графиков шахтных вентиляторов главного и местного проветривания (осевых и центробежных), то кривые давления и мощности на них следует представлять продолженными вправо вплоть до изолиний КПД, равных 0,2 – 0,3 (в настоящее время нижней границей, проводимых на графиках изолиний КПД, является значение 0,6). Как показано нами ранее [4], рабочие области вентиляторных установок не совпадают с аналогичными областями вентиляторов и смешены относительно последних вправо, в зону низких значений давлений, характерным для которой являются высокие значения КПД установки в целом и, следовательно, самые энергосберегающие режимы ее эксплуатации. Отсюда вытекает значимость представления на графиках участков характеристик вентиляторов, соответствующих изолиниям КПД в диапазоне значений 0,6 – 0,2 и самих этих изолиний. При этом следует иметь в виду, что исходящие участки кривых давления и КПД вентиляторов (равно как и других видов турбомашин) не могут пересекаться (или доходить до оси абсцисс), так как даже в случае идеальной сети (без потерь) вентилятор должен развивать статическое давление, численно равное динамическому противодавлению в сети, необходимое для перемещения по ней воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуковский Н. Е. Вихревая теория гребного винта. I, IV. М.: ГТТИ, 1949. С. 494–528.
2. Коноваленская В. И., Бабак Г. А., Пак В. В. Шахтные центробежные вентиляторы. М.: Недра, 1976. 320 с.
3. Лашакин А. А. Центробежные и осевые насосы. М.: Машиностроение, 1966. 364 с.
4. Оценка энергетической эффективности шахтной водоотливной установки с учетом фактора

времени / С. А. Тимулин, С. В. Белов и др. // Изв. УГГУ. Вып. 20. 2005. С. 74-77.

5. Самойлович Г. С. Гидравромеханика. М.: Машиностроение, 1980. 280 с.

6. Тимулин С. А., Заринов А. Х. Критерии энергетической эффективности комплексов главных вентиляторных и водоотливных установок // Изв. УГГУ. Вып. 22. 2007. С. 112-115.

7. Тимулин С. А. Обоснование рабочих областей главных вентиляторных установок // Изв. вузов. Горный журнал. 1996. № 7. С. 110-115.

8. Экк Б. Проектирование и эксплуатация центробежных и осевых вентиляторов. М.: Гостехиздат, 1959. 566 с.

УДК 622.74.001.57

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ КОМПЛЕКСА ПОВЕРОЧНОГО ГРОХОЧЕНИЯ

Г. П. Дышлин

В статье рассматривается процесс поверочного грохочения с распределением материала шибером между двумя грохотами с разными размерами отверстий просеивающих поверхностей. Приведен алгоритм управления комплексом поверочного грохочения, работающим в цикле с дробилькой мелкого дробления.

Ключевые слова: грохочение, распределение, шибер, угол поворота, алгоритм.

The article discusses the process of testing screening with distribution of material by gates between two screens having different size holes of sieve surfaces. An algorithm for management of the complex of testing screening is given, working in the recycle with a tertiary crusher.

Key words: screening, distribution, gate, angle, algorithm.

Грохочение – непрерывный процесс разделения сыпучих материалов по крупности на просеивающих поверхностях с калиброванными отверстиями, используемый главным образом в промышленном масштабе.

Материал, поступающий на грохочение, является исходным, остающимся на сите надрешетным (верхним) продуктом, проваливающимся через отверстия сита, – подрешетным (нижним) продуктом.

Размер d наибольших кусков подрешетного продукта, так же как и размер наименьших кусков надрешетного продукта, условно принимают равным размеру отверстий сита l , через которые просеивается материал, т. е. $d = l$. Соответственно, обозначают: подрешетный продукт $-l$ (минус l) или $-d$ (минус d); надрешетный продукт $+l$ (плюс l) или $+d$ (плюс d).

Для грохочения используются грохоты – агрегаты, имеющие одну или несколько рабо-

щих (просеивающих) поверхностей – сита, установленных в одном или нескольких коробах, в основном совершающих возвратно-поступательные, качательные или встрихивающие движения.

Оборудование для классификации материалов по крупности дробильно-сортировочных заводов по производству щебня, как правило, состоит из плоских вибрационных грохотов.

В технологической схеме обогащения или при подготовке полезных ископаемых к переработке выделяют следующие виды грохочения: самостоятельное, подготовительное и вспомогательное.

Вспомогательное грохочение применяют в сочетании с операциями дробления для выделения готового по крупности продукта перед дробилками и контроля крупности дробленого продукта. Первый вид грохочения

часто называют предварительным, а второй – контрольным, или поверочным (рис. 1) [1].



Рис. 1. Схема предварительного и поверочного грохочения при дроблении

На дробильно-сортировочных заводах по производству щебня основным требованием к последней стадии дробления, где устанавливается конусная дробилка мелкого дробления, является получение продуктов заданной крупности или заданного содержания различных по крупности фракций материала.

Существенное влияние при выборе способа управления процессом дробления оказывает наличие в технологической линии дробления классификации материала по крупности. Классифицирующий по крупности аппарат можно использовать как устройство управления процессом дробления, изменением режима работы, например, размера просеивающих отверстий сит. Это, в свою очередь, ведет к изменению производительности грохотов предварительного грохочения по надрешетному продукту и, следовательно, количества материала, подаваемого в дробилку мелкого дробления.

Регулирование режима работы грохотов поверочного грохочения, в рециклике с которыми работает дробилка мелкого дробления, позволяет одновременно регулировать загрузку

дробилки и гранулометрический состав готового продукта дробления. В соответствии с предложенным автором способом [2], такое регулирование осуществляется посредством шибера, распределяющего материал на грохота с разными размерами отверстий просеивающих поверхностей.

Рассмотрим функциональную схему распределения материала между грохотами, представленную на рис. 2.

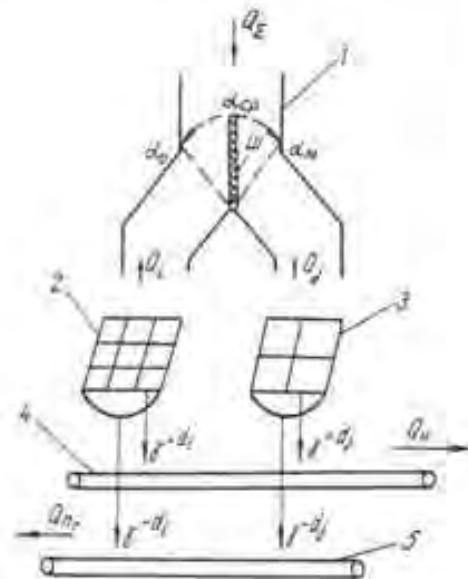


Рис. 2. Упрощенная функциональная схема распределения материала между грохотами

На рис. 2 обозначено:

1 – устройство распределения материала между грохотами;

2 – грохот с меньшими размерами отверстий просеивающей поверхности d_1 , мм;

3 – грохот с большими размерами отверстий просеивающей поверхности d_2 , мм;

4 – конвейер, транспортирующий надрешетный продукт грохотов на повторное дробление в дробилку мелкого дробления;

5 – конвейер, транспортирующий подрешетный продукт грохотов;

7 – шибер, распределяющий материал между грохотами;

α – угол поворота шибера от α_0 до α_{\max} ;

Q_x – суммарная производительность дробилок среднего и мелкого дробления, продукты дробления которых, перемешиваясь, поступают на поверочное грохочение, т/ч;

Q_i – производительность грохота i , т/ч;

Q – производительность грохота β , т/ч;

γ^+ и γ^- – выход классов $+d$ мм и $-d$ мм грохота β , %;

γ^+ и γ^- – выход классов $+d$ мм и $-d$ мм грохота β , %.

Суммарная производительность грохочения определяется производительностью дробилок среднего Q_s и мелкого Q_{s2} дробления, т/ч:

$$Q_s = Q_s + Q_{s2} = Q_s + Q_{s2}$$

Производительности грохотов Q_s и Q_{s2} зависят от производительности Q_Σ и угла поворота шибера α .

В свою очередь, алгоритм управления поворотом шибера можно представить выражением

$$\alpha_s(t) = k_1 [w_s(t) - w_s(t) - u(t)] + k_2 J(t),$$

где $J(t) = \int_0^t [w_s(t) - w_s(t) - u(t)] dt \leq J_{\max}$;

$$W_s(t) = k_3 Q_{s2}(t);$$

$$u(t) = \begin{cases} O & \text{при } N_s(t) \leq N_{\min} \wedge V_s(t) \leq V_{\min} \\ B & \text{при } N_s(t) > N_{\max} \vee V_s(t) > V_{\max} \end{cases}$$

В формулах обозначено:

$\alpha_s(t)$ – угол поворота шибера;

k_1, k_2 – коэффициенты пропорциональной и интегральной составляющих регулятора;

$w_s(t), w_s(t)$ – сигналы, пропорциональные заданной и действительной массе материала

на конвейере, транспортирующем надрешетный продукт грохочения;

$J(t), J_{\max}$ – текущее и максимальное значения интегральной составляющей сигнала регулирования регулятора поворота шибера;

$u(t), B$ – сигнал, характеризующий режим работы дробилки мелкого дробления и его значение (в случае перегрузки двигателя привода или превышения допустимого уровня материала в рабочем пространстве дробилки мелкого дробления);

$N_s(t), N_{\min}$ – действительная и допустимая нагрузки привода дробилки мелкого дробления;

$V_s(t), V_{\min}$ – действительный и допустимый уровни материала в дробилке мелкого дробления;

k_3 – передаточный коэффициент весоизмерителя на конвейере, транспортирующем надрешетный продукт грохочения;

$Q_{s2}(t)$ – производительность грохута по надрешетному продукту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев Е. Е., Тихонов О. Н. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. Санкт-Петербург, 2007. 439 с.

2. Способ регулирования процесса классификации сыпучего материала по крупности: А. с. 1253670 СССР. МКИ4 ВС7В1/40 / В. М. Мирасанов, Г. П. Дылдин. СССР. № 3837521/22-03. Заявлено 02.01.85; опубл. 30.08.86. Бюл. № 32. 48 с.

УДК 622.532

ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ШАХТНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С УЧЕТОМ ИХ ИЗБЫТОЧНОЙ НАПОРНОСТИ

С. А. Тимухин, С. В. Дмитриев, Л. В. Петровых

В статье дана комплексная оценка эксплуатационных затрат на техническое обслуживание шахтных центробежных насосов. Предложена оптимальная (по критерию затрат) стратегия технического обслуживания. Рассмотрены зависимости материальных затрат на ТО и Р от параметра избыточной напорности (H_{ex}) насосов. Предложены новые подходы для обоснования рациональной величины избыточной напорности.

Ключевые слова: шахтные центробежные насосы, стратегия технического обслуживания, избыточная напорность насосов.

The article provides a comprehensive assessment of operating costs for maintenance of shaft centrifugal pumps. The optimal (by the criterion of cost) strategy and technical servicing is suggested. Dependence of material costs on maintenance and repair from the parameter of excess pressure (P_{ex}) of pumps is considered. New approaches are suggested to substantiate a rational value of the pressure excess.

Keywords: mine centrifugal pumps; maintenance strategy; pumps excessive pressure.

Среди всего многообразия горных машин шахтные центробежные насосы имеют свои характерные отличительные особенности, проявляемые при организации их технического обслуживания и ремонта (ТО и Р). Связано это, главным образом, с необходимостью постоянного поддержания определенного запаса избыточной напорности насосов в процессе их эксплуатации. Эта необходимость ликвидируется колебанием частоты питающей сети, а отсюда и частоты вращения приводного двигателя, разъединение концов лопаток, особенно в условиях кислотной воды, гидроабразивного износа рабочих колес и др.

Многолетняя практика эксплуатации шахтных центробежных насосов в условиях абразивных и коррозийных сред показывает, что наиболее интенсивному износу подвергаются выходные участки лопаток и дисков рабочих колес, уплотнительные кольца и др. Все это неизбежно связано со снижением избыточной напорности насосов, приводящим во многих случаях к недопустимому снижению подачи насосов или к ее полному прекращению, что является отказом насосной установки. Очевидно, что чем большим будет запас избыточной напорности насоса H_{ex} , тем такие отказы будут наблюдаться реже, т. е. в таких случаях увеличивается наработка на отказ, межремонтные сроки, а следовательно, уменьшаются материальные затраты на техническое обслуживание и ремонты (ТО и Р) насосов. Но, с другой стороны, повышенная избыточная напорность насосов приводит к значительным непроизводительным расходам электроэнергии. Следовательно, необходима комплексная оценка эксплуатационных затрат с учетом всех основных их составляющих. Рассмотрим решение этой задачи в отношении затрат на ТО и Р насосов, что на первоначальном этапе означает выбор оптимальной (по критерию затрат) стратегии технического обслуживания.

С учетом специфики шахтных центробежных насосов и выбора наиболее простой стратегии, в основе которой лежит замена отказав-

шего элемента, математическое ожидание затрат на единицу наработки может быть определено по формуле [1]

$$\mathbb{E} = (C_s + C_r) \int_0^T \frac{f_i(y)}{y} dy, \quad (1)$$

где C_s – стоимость разборки, сборки, поиска отказа и т. п.; C_r – стоимость заменяемого элемента; $f_i(y)$ – функция плотности распределения наработки до отказа; T – наработка на отказ.

В случае, когда стратегия ТО и Р предусматривает восстановление отказавшего элемента:

$$\mathbb{E} = (C_s + C_w) \int_0^T \frac{f_i(y)}{y} dy, \quad (2)$$

где C_w – стоимость восстановления работоспособности отказавшего элемента.

Из сравнения (1) и (2) следует, что замена отказавшего элемента целесообразна по критерию затрат на единицу наработки только при условии $C_r < C_w$.

В случае, когда элемент восстанавливается при отказе или при достижении наработки T :

$$\mathbb{E} = (C_s + C_w) \int_0^T \frac{f_i(y)}{y} dy + (C_s + C_w)(1 - F_i(T)), \quad (3)$$

где C_w – стоимость восстановления отказавшего элемента; C_s – стоимость восстановления элемента при профилактическом обслуживании; $F_i(T)$ – вероятность отказа во времени T с учетом закона распределения.

Дифференцируя это уравнение по T , приравнивая к нулю производную и умножая на T^n после преобразований получим:

$$(C_s + C_w)(1 - F_i(T)) = (C_s + C_w)T \cdot f_i(T). \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует:

$$T = \frac{(C_s + C_w)(1 - F_i(T))}{(C_s + C_w)f_i(T)}, \quad (5)$$

С учетом того, что

$$\frac{f_i(T)}{(1 - F_i(T))} = \lambda_i(T), \quad (6)$$

где $\lambda_i(T)$ – интенсивность отказов, уравнение (5) запишем в виде:

$$T = \frac{(C_s + C_m)}{(C_s + C_m)} \cdot \frac{1}{\lambda_i(T)}. \quad (7)$$

В этом уравнении значение T по критерию затрат будет являться оптимальным.

В случае смешанной стратегии, когда отказавший элемент заменяется, а при профилактическом обслуживании восстанавливается, по аналогии с выражением (3) получим:

$$(C_s + C_m)(1 - F_i(T)) = (C_s + C_m)T \cdot f_i(T). \quad (8)$$

Отсюда

$$T = \frac{C_s + C_m}{C_s + C_m} \cdot \frac{1}{\lambda_i(T)}. \quad (9)$$

На основе изложенного, исходя из конкретных рассматриваемых условий шахтных водоотливных установок на первом этапе определяется вид стратегии, а на втором – периодичность операций ТО и Р после предварительного установления зависимостей $\lambda_i(T)$ и $T = f(H_{cd})$ на основе статистических данных по отказам.

Практика эксплуатации горных машин показывает, что наиболее экономичной является стратегия ТО и Р по фактическому состоянию машин, в частности центробежных насосов. В этом случае требуется определение периодичности проведения контроля технического состояния насосов на основе функции распределения наработок на отказ, что не всегда возможно. В таких случаях задача сводится к определению таких моментов времени $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ проведения проверок, которые минимизированы бы математическое ожидание полных затрат от отказов и от проведения самих проверок.

Математическое ожидание затрат в этом случае может быть найдено как

$$\mathbb{E} = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{X_k}^{X_{k+1}} [C_{op}(K+1) + C_{err}(X_{k+1} - t)dF(t)], \quad (10)$$

где C_{op} – затраты на проверку, C_{err} – потери от отказа; $K = 1, 2, \dots$ – число проверок.

Так как минимаксный метод рекомендует выбирать в качестве F наиболее неблагоприятное (в смысле затрат) распределение (если оно заранее известно), то, очевидно, что таким распределением может являться равновероятное на рассматриваемом отрезке времени $(0, T)$ распределение [2].

Для данного закона выражение (10) примет вид:

$$\mathbb{E} = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{X_k}^{X_{k+1}} [C_{op}(K+1) + C_{err}(X_{k+1} - t)] - \frac{dt}{T}, \quad (11)$$

$$\text{где } X_{k+1} - X_k + \frac{C_{op}}{C_{err}} = X_k - X_{k-1}.$$

Если выразить X_k через X_1 , то получим

$$X_k = K \cdot X_1 - \frac{K(K-1)C_{op}}{2C_{err}},$$

$$\text{где } X_1 = \frac{K-1}{2} \cdot \frac{C_{op}}{C_{err}}.$$

Это означает, что с точки зрения затрат целесообразно конечное число проверок.

Резюмируя изложенное, следует сказать, что предложенные здесь подходы и зависимости для определения материальных затрат на ТО и Р шахтных центробежных насосов могут быть использованы для комплексного обоснования величины избыточной напорности насосов по критерию затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боярских Г. А. Надежность и ремонт горных машин: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 1998. 340 с.
2. Технологические основы управления качеством машин / А. С. Васильев, А. М. Дальский и др. М.: Машиностроение, 2003. 255 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИХРЕИСТОЧНИКА НА УГОЛ РАСКРЫТИЯ МЕЖЛОПАТОЧНОГО КАНАЛА РАДИАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

В. Н. Макаров, Е. В. Леонтьев

В предложенной статье указаны преимущества применения вихревисточников, а также основные особенности их влияния на характер течения в межлопаточном канале рабочих колес газоотасывающих вентиляторов. Были установлены основные зависимости угла раскрытия эквивалентного диффузора от параметров, подачи вентилятора, влияния вихревисточника. В работе предложен математический метод расчета оптимального угла раскрытия эквивалентного диффузора, на основе которого могут быть спроектированы аэродинамические схемы.

Ключевые слова: газоотасывающий вентилятор, вихревисточник, вихревая камера, эквивалентный диффузор, пограничный слой, угол раскрытия межлопаточного канала, отрывное вихреобразование, аэrodинамическая нагруженность, круговая решетка профилей, циркуляция, межлопаточный канал, энергетические методы, критерии эффективности, аэродинамическая схема, радиально-вихревой вентилятор.

In this article the authors showed the advantages of eddy-source as well as the key features of their influence on the flow pattern in the inter-blade channel of impellers of gas-sucking off fans. The main dependence was established of the diffuser opening angle on the parameters, feed of the fan, influence of the eddy source. The paper presents a mathematical method for calculating the optimum angle of the equivalent diffuser, on the basis of which aerodynamic schemes may be designed.

Key words: gas sucking fan, eddy source, vortex chamber, equivalent diffuser, boundary layer, the opening angle of inter-blade channel, tear-off eddies, aero-dynamic loading, circular grating of profiles, circulation, interscapular channel, energy methods, performance criteria, aerodynamic scheme, radial-vortex fan.

Наиболее перспективным направлением повышения аэродинамической нагруженности и экономичности шахтных турбомашин на современном уровне развития данной научно-технической задачи является применение энергетических методов управления течением в их проточной части.

Эти методы при всем их многообразии обеспечивают выравнивание поля скоростей, увеличивают углы выхода потока из рабочего колеса, то есть аэродинамическую нагруженность и экономичность вентилятора, локализуют устранение зоны отрывного вихреобразования в проточной части рабочего колеса, тем самым способствуя повышению его КПД.

Компоновка газоотасывающих вентиляторов комбинированного проветривания, для которых аэродинамическая нагрузкенность является основным критерием функциональной эффективности, делает наиболее целесо-

образным применение в них интегрированных вихревисточников как для управления режимом течения в межлопаточных каналах рабочих колес, так и для увеличения угла выхода потока из него.

Образование вихревой дорожки Кармана на выходе из рабочего колеса газоотасывающего вентилятора характеризует одновременно степень энергетического взаимодействия круговой решетки профилей с потоком и уровень потерь энергии в процессе этого взаимодействия. С точки зрения теории Гельмгольца [1], вихревой след обусловлен не только вязкостью потока, но его формирование присуще и потенциальному течению идеального газа. Таким образом, результат воздействия высоконагруженных вихревисточников на течение в межлопаточном канале центробежного вентилятора имеет два принципиальных аспекта.

Управление циркуляционным обтеканием круговой решетки профилей способствует повышению ее аэродинамической нагруженности и устойчивости, управление пограничным слоем на поверхностях лопаток рабочего колеса и стенках межлопаточного канала способствует снижению потерь энергии и, как результат, повышению экономичности центробежного вентилятора. Необходимо подчеркнуть, что эти два процесса взаимосвязаны, поскольку газовоздушная шахтная смесь обладает вязкостью, и одной из основных задач при разработке энергетических методов управления течением в круговых решетках профилей является установление энергетических параметров управляющих устройств, при которых достигается устранение отрывного вихреобразования в межлопаточных каналах рабочего колеса, угла отставания потока на выходе из него и, как следствие, достижение циркуляции, то есть уровня энергетического взаимодействия реальной газовоздушной смеси, соответствующего потенциальному течению идеального газа. Дальнейшее увеличение энергетических характеристик сверх указанных значений обуславливает формирование суперциркуляционного режима течения, при котором уровень энергетического взаимодействия потока и круговой решетки профилей, а следовательно, и величина развиваемого давления превышают их теоретическое значение.

По характеру воздействия на пограничный слой, с точки зрения гидродинамической аналогии, высоконагруженный вихревисточник управляющего потока идентичен системе распределенных стоков. Указанные гидродинамические особенности, взаимодействуя с основным потоком в межлопаточном канале рабочего колеса, способствуют энергетическому насыщению его профиля скоростей, деформируя его в направлении к виду профиля скоростей потенциального течения идеального газа, тем самым повышая эффективность энергетического взаимодействия основного потока и вращающейся круговой решетки профилей.

Конструктивные особенности газоотсасывающих вентиляторов позволяют реализовывать в них активные методы управления течением в межлопаточных каналах рабочих

колес применением интегрированных вихревисточников с использованием высоконагруженного закрученного управляющего потока без применения дополнительных устройств подвода энергии, что существенно повышает эффективность их взаимодействия с основным потоком, при этом обеспечивая достаточную простоту и надежность конструктивного исполнения вихревых камер колес [2].

Полости профильных лопаток вращающегося колеса газоотсасывающего вентилятора, выполненных в хвостовой части в форме вихревых камер, можно рассматривать как устройство передачи энергии управляющему потоку, являющемуся в исходном состоянии частью основного потока, поскольку их совокупность представляет собой интегрированную внутрь рабочего колеса ступень компрессора, геометрические параметры которого обеспечивают требуемые энергетические характеристики управляющего потока вихревисточника.

Таким образом, проблема повышения аэродинамической нагруженности и эффективности энергопотребления газоотсасывающими вентиляторами применением вихревого управления обтеканием лопаток рабочих колес должна решаться путем разработки и использования новых рабочих колес центробежных вентиляторов с вихревыми устройствами [5].

Таким образом, применение предложенных технических решений, имеющих патентную защиту и учитывающих специфику конструкции и условий эксплуатации газоотсасывающих вентиляторов, позволяет поднять на качественно новый уровень их аэродинамическую нагруженность и экономичность, являющиеся основными критериями, характеризующими эффективность ВЦГ.

В отечественной и зарубежной литературе отсутствуют данные по исследованиям механизма взаимодействия вихревисточника с потоком во вращающемся межлопаточном канале рабочего колеса, определения его геометрических параметров и оптимальной диффузорности.

В межлопаточном канале рабочего колеса вентилятора, представляющем собой вращающийся диффузор, происходит процесс преобразования механической энергии в энергию потока воздуха, потенциальную и кинетическую.

В современных газоотсасывающих вентиляторах применяются рабочие колеса с загнутыми назад или S-образными лопатками. При сравнительно большей длине лопаток фактически образованный ими канал имеет малую относительную протяженность, в связи с чем характер течения в межлопаточных каналах таких колес определяется результатом взаимодействия процессов, свойственных как канальным течениям, так и обтеканию изолированных профилей.

Местная диффузорность, возникающая на поверхности лопатки во входном участке межлопаточного канала, вследствие отклонения параметров потока от их оптимальных значений, приводит к утолщению пограничного слоя из-за значительных положительных градиентов давления. Неустойчивый малозенергетический пограничный слой, испытывая одновременно противодавление, вызванное в общей диффузорностью межлопаточного канала, теряет скорость и отрывается от поверхности лопатки, образуя обширную зону отрывного вихреобразования.

Оптимальный угол раскрытия вращающегося диффузора в 1,5-2 раза меньше, чем неподвижного.

Значительное различие энергетических характеристик обусловлено особенностями течения в межлопаточных каналах рабочего колеса при его вращении. Поскольку течение потока в рабочем колесе вихревое, то использование среднего по расходу значения относительной скорости при расчете потерь энергии справедливо только при малых значениях окружной скорости колеса по отношению к относительной скорости потока. В абсолютном большинстве случаев окружная скорость вращения колеса сопоставима или превышает относительную скорость потока в межлопаточном канале, что требует учета поперечной циркуляции потока при введении понятия эквивалентного диффузора. Кроме того, окружная скорость нарушает кинематическое подобие течений, влияя на степень сжатия потока во вращающемся диффузоре, не будучи при этом зависима от геометрических параметров канала. Таким образом, при исследовании энергетических характеристик потока во вращающемся диффузоре по отношению к неподвижному, необходимо учитывать особен-

ности кинематики течения, обусловленные наличием поперечной циркуляции и дополнительного сжатия, вызванных окружной скоростью вращения.

Поток во вращающемся межлопаточном канале, имеющем на выходных участках лопаток вихревые камеры, кроме сил трения, давления и инерции, вызванной изменением центробежной силой величины и направления относительной скорости, находится под действием кориолисовой силы, а также обусловлен переносным движением и вихреисточником. Указанное силовое поле, влияя на характер течения потока, его кинематические параметры, изменяет как процесс энергетического взаимодействия рабочего колеса с потоком, так и процесс формирования потерь энергии в его межлопаточных каналах.

Таким образом, зависимость угла раскрытия эквивалентного диффузора от параметров и подачи вентилятора должна учитывать не только геометрию межлопаточного канала и кинематическую диффузорность потока (см. рисунок), его диффузорность, обусловленную рассогласованием углов входа лопаток β_1 и потока β , вращение рабочего колеса, но и энергетическое взаимодействие вихреисточника с потоком в межлопаточном канале.

Известные методы расчета угла раскрытия эквивалентного диффузора для уточнения геометрических параметров межлопаточного канала рабочего колеса при проектировании аэродинамических схем не учитывают влияние

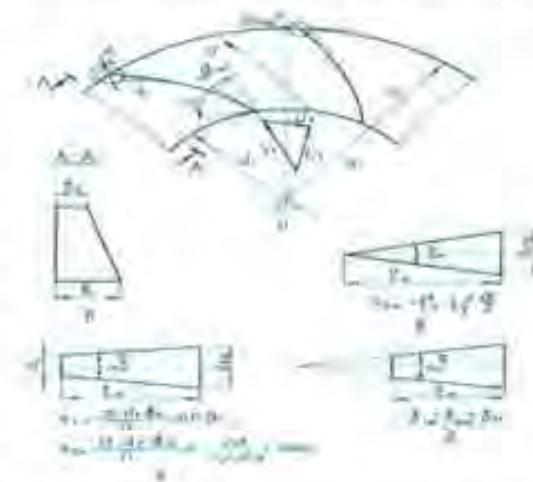


Схема перехода от межлопаточного канала рабочего колеса центробежного вентилятора с вихревой камерой (a) к эквивалентному диффузору с вихреисточником (b).

на величину угла раскрытия вращающегося эквивалентного диффузора вихревых камер [3].

С учетом результатов [4] по расчету энергетических характеристик вихревого источника, установленного на выходном участке профиля и оказывавшего влияние на кинематические параметры потока на выходе из межлопаточного канала рабочего колеса, формулу для расчета коэффициента влияния циркуляции вихревого источника на эффективную площадь выходного сечения межлопаточного канала рабочего колеса, диффузорности и кинематического угла раскрытия эквивалентного диффузора можно представить в виде:

$$K_1 = \frac{p_s \bar{h}_s}{c_p d_s c_s q}, \quad (1)$$

где $p_s = \Gamma_s / \pi D u$ – коэффициент циркуляции вихревого источника; c_p , c_s – приводной коэффициент расхода и циркуляции вихревого источника; D – диаметр рабочего колеса; q – коэффициент расхода вентилятора; u – окружная скорость вращения рабочего колеса вентилятора.

$$D_m = \frac{1 - \kappa_1 \sqrt{\bar{b}_1^2 \sin \beta_{10}}}{d_s b_1 \sin \beta_1}, \quad (2)$$

$$\gamma_m = 2 \operatorname{arctg} \frac{(1 - \kappa_1) \sqrt{\bar{b}_1 \sin \beta_{10}} - \sqrt{d_s b_1 \sin \beta_1}}{\sqrt{n_s l_s}}, \quad (3)$$

где n_s – количество лопаток рабочего колеса.

С учетом [3] угол раскрытия эквивалентного диффузора межлопаточного канала рабочего колеса с вихревой камерой можно представить в виде:

Углы раскрытия межлопаточного канала радиальных аэродинамических схем с классическими и S-образными лопатками

Аэродинамическая схема	Ц70-20	Ц72-15	Ц80-10	Ц90-16	Ц98-18	Ц120-18	Ц140-18	ОС-124 Польша
параметры								
D_c	1,18	1,19	1,28	1,22	1,25	1,23	1,39	1,20
γ_1	3,63	3,82	2,89	3,85	4,09	4,25	4,86	4,20
γ_e	5,99	5,93	5,69	6,06	5,99	6,76	6,64	6,28
γ_{1m}	6,31	6,21	6,35	6,29	6,31	6,63	6,81	5,84
γ_{em}	6,05	6,08	6,05	6,24	6,26	6,38	6,48	5,82
D_m	1,14	1,15	1,23	1,15	1,21	1,07	1,31	1,17

$$\begin{aligned} \gamma_m &= 2 \operatorname{arctg} \frac{\left| \operatorname{tg} \frac{\alpha_s}{2} \right|}{\sqrt{\pi}} + \\ &+ 2 \operatorname{arctg} \frac{(1 - \kappa_1) \sqrt{\bar{b}_1 \sin \beta_{10}} - \sqrt{d_s b_1 \sin \beta_1}}{\sqrt{n_s l_s}} + \\ &+ 2 \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\frac{\kappa_1 \pi d_s \sin \beta_{10} - 2 \kappa_1 \bar{b}_1 \sin \beta_{10}}{\pi n_s l_s}}}{l_s}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\kappa_1 = \frac{\omega}{v_1}$ – отношение угловой скорости вращения колеса к относительной скорости потока на входе в межлопаточный канал; κ_1 – относительная кривизна лопатки рабочего колеса вентилятора.

Согласно результатам исследований неподвижных диффузорных каналов [4], угол их раскрытия, при котором достигаются наименьшие потери энергии потока, $\gamma = 6^\circ$.

В таблице приведены данные расчета угла раскрытия межлопаточных каналов ряда аэродинамических схем с использованием в них вихревых камер с диаметром $d_s \leq 0,025$.

Сравнивая γ_{1m} с данными таблицы, можно сделать следующий вывод: кинематический угол раскрытия γ_{1m} , основанный на осреднении течения по импульсу потока в относительном движении, угол раскрытия эквивалентного вращающегося диффузора γ_m и угол раскрытия эквивалентного диффузора с вихревыми камерами γ_{em} соответствуют оптимальному углу раскрытия неподвижного диффузора.

Отклонение γ_{exp} с надежностью 0,97, согласно критерию Стьюдента, не превышает 5 %.

Учитывая сказанное, можно считать, что выражение (4) при подстановке в него $\gamma_{\text{exp}} = 6^\circ$ представляет собой уравнение существования радиально-вихревой аэродинамической схемы с высоким КПД.

С учетом предложенного математического метода расчета оптимального угла раскрытия эквивалентного диффузора спроектирована радиально-вихревая аэродинамическая схема ЦВ146-22 и разрабатывается конструкторская документация на прямоточный радиально-вихревой вентилятор местного проветривания ВРП-5 с аэродинамической нагруженностю, превышающей в 2,3 раза данный показатель вентилятора ВМЭ-5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ложкин И. Л. Применение результатов испытаний вращающихся круговых решеток к

аэродинамическому расчету колес центробежных вентиляторов // Промышленная аэродинамика. М.: Машиностроение, 1963, вып. 25, С. 121-183.

2. Макаров В. Н., Белов С. В., Горшков О. В. Модификация метода конформных преобразований для аэродинамического расчета вращающихся круговых решеток с S-образными профилями (статья) // Горный информационно-аналитический бюллетень / МГТУ. М., 2009, № 5, С. 394-398.

3. Макаров В. Н., Коначев В. Ф. Угол раскрытия межлонгитудного канала рабочего колеса центробежного вентилятора // Известия вузов. Горный журнал. Екатеринбург, 2007, № 1.

4. Макаров В. Н., Фомин В. И., Волков С. А. Повышение эффективности шахтных центробежных вентиляторов с S-образными лопatkами // Мат-лы Урал. горнопромышл. декады. Екатеринбург, 2008.

5. Рабочее колесо центробежного вентилятора: Патент № 2390658 / Н. В. Макаров, С. В. Белов, В. И. Фомин, В. Н. Макаров, С. А. Волков. № 2008112791/06. Заявл. 02.04.2008. Опубл. 27.05.2010. Бюл. № 15.

УДК 622.77.091: 622.567.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРИКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АСБЕСТОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

В. Я. Потапов, В. В. Погапов

Приведена усовершенствованная методика исследования фрикционных характеристик (коэффициентов трения и восстановления) при взаимодействии частиц с поверхностью разделения.

Приведены результаты исследования по определению характеристик асбеста и вмещающих пород.

Ключевые слова: методика, фрикционные характеристики, коэффициенты трения и восстановления асбеста и пород.

Improved technique is presented for investigation of friction characteristics (coefficients of friction and recovery) in interaction of particles with the surface of separation.

Results of studies are presented on determining asbestos characteristics and surrounding rocks.

Key words: technique, frictional characteristics, coefficients of friction and recovery of asbestos and rocks.

Ухудшение качества и условий добычи асbestовых руд обуславливает возрастание затрат на их переработку. Для сохранения объемов производства асбеста добывающие фабрики увеличивают количество перерабатываемой руды, что приводит к перегрузкам технологического оборудования и, как

следствие, снижению эффективности разделения и ухудшению качества асбестового волокна из-за многократного прохождения через дробильные аппараты.

Для снижения эксплуатационных затрат на обогащение асбестовых руд предлагаются аппараты, основанные на новых признаках

разделения. В качестве таких признаков предлагаются, прежде всего, кинетический коэффициент трения и упругость разделяемых частиц. Для обоснования конструкции аппаратов и выбора их параметров выполнены теоретические и экспериментальные исследования процесса разделения на полупромышленных моделях сепараторов с неподвижной и подвижной разделительными поверхностями. Получены положительные результаты по сепарации продуктов различных крупностей, которые свидетельствуют о возможности создания аппаратов для предварительного обогащения обработки промпродуктов.

Физические характеристики материала, связанные с упругостью и трением, определялись на основе экспериментов, выполненных на лабораторных установках. Описание этих установок и методика проведения испытаний приведены в работе [1].

Кинетический коэффициент трения определялся по известной методике на основе измерения угла наклона плоскости скольжения и времени прохождению частицей отрезка фиксированной длины.

Упругие свойства частиц характеризуются коэффициентом восстановления k , равным отношению нормальных составляющих скоростей частицы после и до удара (рис. 1):

$$k = \frac{U \cos \alpha}{V \cos \alpha}, \quad (1)$$

где V — скорость падения частицы; U — скорость отражения после взаимодействия с плоскостью.

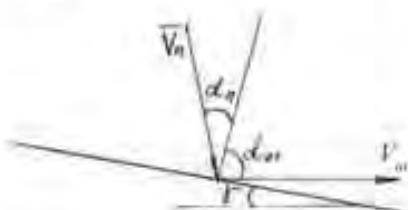


Рис. 1. Схема к определению коэффициента восстановления.

Методика проведения экспериментов по определению коэффициента восстановления скорости заключалась в сбрасывании частиц на наклонную плиту и измерении дальности отражения частиц при разных углах ее наклона.

Расчет коэффициента восстановления скорости производился на основе данных, полученных при максимальной дальности полета частиц, соответствующей направлению вектора скорости частицы после удара под углом 45° к горизонту. Для этих условий угол падения равен углу наклона плиты к горизонту $\alpha_0 = \gamma$, угол отражения $\alpha_{\text{о}} = 45^\circ - \gamma$.

Из схемы на рис. 1 следует:

$$V \cos \alpha_0 = V \cos \gamma; \quad (2)$$

$$U \cos \alpha_{\text{о}} = U \cos(45^\circ - \gamma); \quad (3)$$

$$V = \sqrt{2gh}; \quad (4)$$

$$U = \sqrt{l - g}. \quad (5)$$

где h — высота сбрасывания частиц; l_{max} — максимальная горизонтальная дальность полета частицы; g — ускорение силы тяжести.

Отсюда:

$$k = \frac{\sqrt{l - g} \cos(45^\circ - \gamma)}{\sqrt{2hg} \cos \gamma}. \quad (6)$$

В табл. 1 приведены величины коэффициентов восстановления и мгновенного трения, полученные на основе приведенных выше формул.

Как видно из табл. 1, полностью распущенное волокно асбеста не обладает упругими свойствами.

Для породных частиц полученные зависимости на первый взгляд нелогичны: частицы крупнее 1,2 мм имеют относительно низкие параметры упругости ($k = 0,38 - 0,44$), а при крупности 0,63-1,2 мм коэффициент восстановления резко увеличивается до 0,57.

Это объясняется тем, что при неправильной форме частиц касание их с плоскостью происходит первоначально в одной точке, площадь контакта практически не зависит от размера частиц и составляет доли мм^2 . Как показывают расчеты, при крупности частиц свыше 1 мм возникающие давления на контакте превышают сопротивление породы сжатию и упругое взаимодействие частицы и плоскости происходит как бы через слой сжатой породы, который играет роль амортизатора.

Коэффициент мгновенного трения λ представляет собой относительное снижение касательной составляющей скорости частицы после удара о плоскость [2] (например, при $\lambda = 0,7$

Таблица 1

Коэффициенты восстановления и мгновенного трения частиц асбестосодержащих продуктов

Вид частиц	Параметры			
	γ	f_n	k	λ
Породные частицы крупностью, мм				
-40	25	0,180	0,440	0,656
-40+35	24	0,147	0,397	0,690
-35+20	24	0,155	0,414	0,677
-20+12	25	0,134	0,318	0,702
-12+8	25	0,142	0,390	0,695
-8+6	25	0,180	0,440	0,656
-6+4	25	0,154	0,408	0,680
-4+2,5	25	0,155	0,414	0,677
-2,5+1,2	26	0,188	0,449	0,649
-1,2+0,63	27	0,280	0,569	0,637
Нераспушенные агрегаты асбеста	25	0,14	0,388	0,697
Частично распушенные агрегаты асбеста	30	0,05	0,249	0,884
Полностью распушение волокно	-	-	0	-

касательная составляющая скорости снижается на 70 %).

Коэффициент мгновенного трения определяется по формуле

$$\lambda = 1 - k \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} \quad (7)$$

Расчетные значения коэффициента λ приведены в табл. 1.

Очевидно, что этот коэффициент должен зависеть от угла падения частицы на плоскость, поскольку при больших углах падения (по касательной к плоскости) взаимодействие частицы с плоскостью незначительно сказывается на касательной составляющей скорости (рис. 2).

Если f_n — коэффициент трения скольжения породы о плоскость; t — время взаимодействия частицы с плоскостью; m — масса частицы, то

$$V_n - U_n = a_n t, \quad (8)$$

где a_n — среднее значение касательной составляющей ускорения частицы за время взаимодействия с плоскостью;

$$a_n = \frac{F_n}{m} = \frac{F_n f_n}{m} = \frac{ma_n f_n}{m} = a_n f_n; \quad (9)$$

a_n — среднее значение нормальной составляющей ускорения частицы за время взаимодействия с плоскостью:

$$a_n = \frac{V_n + U_n}{t} = \frac{V_n + k V_n}{t} = \frac{V_n(1+k)}{t} \quad (10)$$

$$V_n - U_n = V_n(1+k)f_n. \quad (11)$$

Отсюда

$$\lambda = \frac{V_n(1+k)f_n}{V_n} = (1+k)f_n \operatorname{ctg} \alpha_0. \quad (12)$$

Очевидно, значение λ не может превышать 1, поэтому окончательно имеем:

$$\lambda = \min \{1; (1+k)f_n \operatorname{ctg} \alpha_0\}. \quad (13)$$

По формуле (13) на основе данных табл. 2 можно определить значения коэффициента трения скольжения f_n .

Полученные значения коэффициентов трения несколько меньше коэффициентов кинетического трения скольжения, опреде-

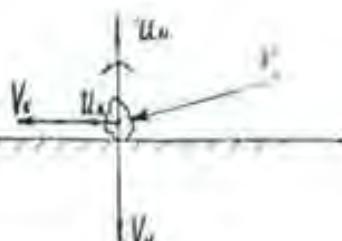


Рис. 2. Схема к расчету коэффициента мгновенного трения

На рисунке обозначено: V_n , U_n — составляющие скорости (нормальная и касательная) до удара; U_n , U_n — составляющие скорости (нормальная и касательная) после удара.

Расчетные значения коэффициентов трения скольжения

Вид частиц	Параметры			
	k	λ	α , град	$f_{\text{ср}}$
Породные частицы крупностью, мм				
-40	0,44	0,656	25	0,212
-40+35	0,397	0,69	24	0,23
-35+20	0,414	0,677	24	0,223
-20+12	0,381	0,702	25	0,238
-12+8	0,39	0,695	25	0,234
-8+6	0,44	0,656	25	0,213
-6+4	0,408	0,68	25	0,226
-4+2,5	0,414	0,677	25	0,224
-2,5+1,2	0,449	0,649	26	0,209
-1,2+0,63	0,569	0,637	27	0,207
Нерасщепленные агрегаты асбеста	0,338	0,697	25	0,243
Частично расщепленные агрегаты асбеста	0,249	0,884	30	0,408

денных экспериментально [1]. Объясняется это тем, что в момент удара частицы о плоскость реализуется частично механизм качения частиц (поворот вокруг точки касания – см. рис. 2).

Данные в табл. 1 и 2 могут служить исходными для моделирования взаимодействия частиц с плоскостью при любых значениях скоростей и углов.

Уточнение указанной методики проводится на основании теоретических исследований и численных экспериментов.

В частности, получена зависимость, определяющая дальность полета частины:

$$l_i = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\alpha_i, \quad (14)$$

где V_0 – начальная скорость частицы; α_i – угол наклона начальной скорости к горизонту.

При этом уравнения (1) можно записать в виде

$$k = \frac{V_0 \cos \beta_i}{V_0 \cos \alpha_i}, \quad (15)$$

где α_i – угол падения; β_i – угол отражения.

Расчетным путем установлено:

$$\operatorname{tg} \beta_i = \frac{1}{k} \operatorname{tg} \alpha_i - \lambda \left(1 + \frac{1}{k} \right), \quad (16)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = 2k^2 \cdot \frac{h_i}{l_i} + 2k \sqrt{\frac{h_i}{l_i}} \sqrt{k^2 \cdot \frac{h_i}{l_i} - \operatorname{tg} \alpha_i} - \operatorname{tg} \alpha_i, \quad (17)$$

В соответствии с предлагаемой методикой следует провести серию экспериментальных

исследований по определению дальности полета частицы после удара о заднюю плоскость с различным углом наклона.

Отметим, что, согласно формулам (14) и (16), дальность полета можно определить по формуле

$$l_i = \frac{2h_i \cos^2 \alpha_i \cdot k^2}{\cos^2 \beta_i} \sin(2\alpha_i + 2\beta_i). \quad (18)$$

Для одинаковых условий опыта λ и k постоянны, поэтому из уравнения (16) следует, что для каждого фиксированного значения угла α , угол отражения β не меняется. Отсюда следует, согласно уравнению (18), что отношение $h_i/l_i = \text{const}$ при $\alpha_i = \text{const}$. Таким образом, в каждой серии опытов следует для угла α взять среднее значение отношения h_i/l_i , а для определения коэффициента восстановления k и коэффициента трения при ударе λ будет получена система уравнений (16), (18), количество уравнений в которой равно числу проведенных испытаний для различных углов наклона плоскости.

Для удобства вычислений уравнение (18) путем тригонометрических преобразований приведено к виду:

$$k^2 \cdot \frac{4h_i}{l_i} \cos^2 \alpha_i (\operatorname{tg} \alpha_i + \operatorname{tg} \beta_i) (1 - \operatorname{tg} \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \beta_i) = 1, \quad (19)$$

в нем $\operatorname{tg} \beta$ заменено из уравнения (16). В результате такой записи уравнения коэффициенты λ и k определяются из переопределенной

системы величинных алгебраических уравнений одинакового вида (если, конечно, число различных значений углов наклона плоскости не менее трех). Приближенное решение системы уравнений возможно найти, минимизируя функционал, характеризующий отклонение значений левой части уравнения (19) от 1 для различных значений коэффициентов λ и k . В качестве такого функционала часто используется квадратичная невязка. Для рассматриваемого уравнения выбрана в качестве этой невязки функция

$$F(\lambda, k) = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{4h}{f_i} (k+1)k - \right. \\ \left. - \operatorname{tg}\alpha_i (\operatorname{tg}\alpha_i - k \cdot \lambda - \lambda) \right\} - \cos^2 \alpha_i, \quad (20)$$

где n – число испытаний для различных углов наклона плоскости α_i .

Таким образом, значения λ^* , k^* , составляющие минимум квадратичной невязки (20), являются искомыми значениями коэффициента трения скольжения частицы и ее коэффициента восстановления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коэффициенты трения частиц асбестосодержащих продуктов / Е. Ф. Цыпин, В. Я. Потапов, А. Е. Пеленин, В. В. Иванов, О. Ю. Слесарев // Научные труды ВНИИПроектасбест «Совершенствование технологии обогащения асбестовых руд». Асбест, 1990. С. 110-115.
2. Тимченко И. К. Основы механического разделения зерен щебня и гравия по упругости и трению // Строительные материалы. 1964. № 4. С. 17-19.

УДК 622.67

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКАНАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК В НАЗЕМНОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГАЙСКИЙ ГОК»

А. М. Плогников

Наземное расположение многоканатных подъемных машин требует новых подходов при проектировании наземных комплексов.

Ключевые слова: многоканатные подъемные машины, наземное расположение, «Гайский ГОК».

Surface location of multi-cable hoisting units require new approaches in designing of mine surface complexes.

Key words: multi-cable hoisting machines, surface location, «Gaisky GOK».

Гайское медноколчеданное месторождение расположено в восточной части Оренбургской области на территории Гайского района. Областной центр – г. Оренбург – находится в 300 км западнее г. Гай. В 35-50 км на юго-восток от месторождения расположены крупные промышленные города Орск и Новотроицк. Г. Гай связан железной дорогой со станцией Крутогоркино Южно-Уральской железной дороги и автомобильными асфальтированными дорогами с городами Орск, Новотроицк, Медногорск и с поселком Ириклинский, а также Башортостаном. Месторождение залегает в степной части Южного Урала, рассеченной широкими долинами, оврагами, и приурочено к водоразделу правобережных притоков реки Урал, Еланью и Колпачки. Река Урал протекает в 18 км к востоку от месторождения.

Добыча руды на подземном руднике (рис. 1) начата в 1960 г. Система разработки – этажно-камерная с закладкой выработанного



Рис. 1. Панорама промплощадки подземного рудника ОАО «Гайский ГОК»

пространства твердеющими смесями. Размеры камер: высота 80 м, ширина 20 м, длина камеры зависит от мощности рудного тела и меняется в пределах 30-60 м.

В соответствии с программой перспективного развития, Гайскому ГОКу предстоит увеличить объемы добычи руды подземным способом с нынешних 4,5 млн т до 7 млн т руды в год, с учетом руд периферийных месторождений (Домбаровская группа) – 8 млн т в год. Прирост добычи будет обеспечиваться за счет разработки глубоких и сверхглубоких горизонтов.

На подземном руднике сегодня пройдены следующие стволы шахт: «Южная вентиляционная № 1», «Южная вентиляционная № 2», «Закладочная», «Скиповая», «Клетевая», «Средняя вентиляционная», «Эксплуатационная», «Новая», «Северная вентиляционная». В связи с необходимостью перехода горных работ на глубокие горизонты и выходом на производительность 7 млн т/год потребовалась реконструкция практически всех пройденных

стволов а также строительство нового вентиляционного ствола «Северная вентиляционная-2».

Стволы шахт «Клетевая» и «Новая» планируется оснастить подъемными машинами в наземном исполнении.

Ствол ш. «Клетевая» предназначен для спуска-подъема людей и грузов, является воздухоподающим, до реконструкции оборудован клетевым подъемом с противовесом и подъемной машиной 2Ц5×2,4. Основные характеристики клетевого подъема ш. «Клетевая» до реконструкции приведены ниже:

Схема подъема	Клеть с противовесом
Тип подъема	Грузо-людейской
Клеть	Одноэтажная
Грузоподъемность	
клети $Q_{\text{кл}}$, кг	2080
Масса клети $Q_{\text{м}}$, кг	3700
Размеры в плане, мм	4000×1500
Количество людей	
в клети $n_{\text{кл}}$, чел.	26
Максимальная концевая	
нагрузка у ковша $Q_{\text{кон}}$, кг	5780

Масса противовеса $Q_{\text{пр}}$, кг	5800
Глубина нижнего горизонта H_1 , м	590
Высота копра до оси шкивов H_2 , м	20,000
Уровень приемной площадки H_3 , м	0,000
Высота подъема H_4 , м	590
Высота отвеса каната H_5 , м	610
Подъемная машина	2Ц5×2,4
Диаметр барабана D_6 , м	5
Тип редуктора	ЦО-22
Тип электродвигателя АКН2-18-36-16 УХЛ4	
Номинальная мощность P_7 , кВт	800
Синхронная частота вращения n , об/мин	375
Количество электродвигателей, шт.	1
Тип копрового щита	ШКК-4Б
Количество канатов, шт.	1

Реконструкция ствола ш. «Клетевая» предполагает углубку ствола до горизонта 1390 м. Углубка ствола повлекла за собой необходимость замены подъемной машины. Ввиду большой глубины ствола и его назначения как основного людского подъема выбор подъемной машины был произведен в пользу четырехканатной подъемной машины наземного ис-

полнения типа 4К3316 чешской фирмы INCO engineering s.r.o.

В объем реконструкции комплекса входили следующие основные работы:

- Углубка ствола до гор. 1390 м
- Армировка ствола в отметках от -610 до -390 м гор.
- Переармировка ствола в отделении противовеса в отметках от 0 до 610 м (размеры отделения противовеса не позволяли разместить противовес многоканатного подъема и подвесные устройства в соответствии с действующими нормами безопасности, требовалось расширение отделения противовеса, сечение ствола ш. «Клетевая» на рис. 2)
- Прокладка дополнительной трубы сжатого воздуха
- Демонтаж существующего копра
- Реконструкция воротниковской части ствола
- Строительство здания подъемной машины
- Строительство надшахтного здания с копром и канатной галереей

Как видно из вышеперечисленного, реконструкция предполагает большой объем строительных работ, но выбор в пользу наземного расположения многоканатной подъемной машины позволил значительно сократить время на проведение этих операций за счет

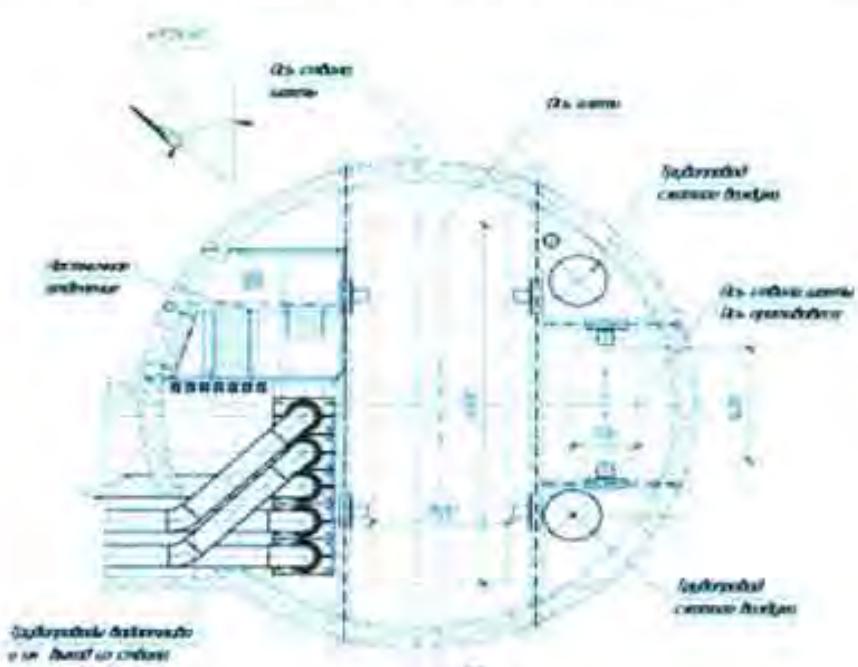


Рис. 2. Сечение ствола ш. «Клетевая»

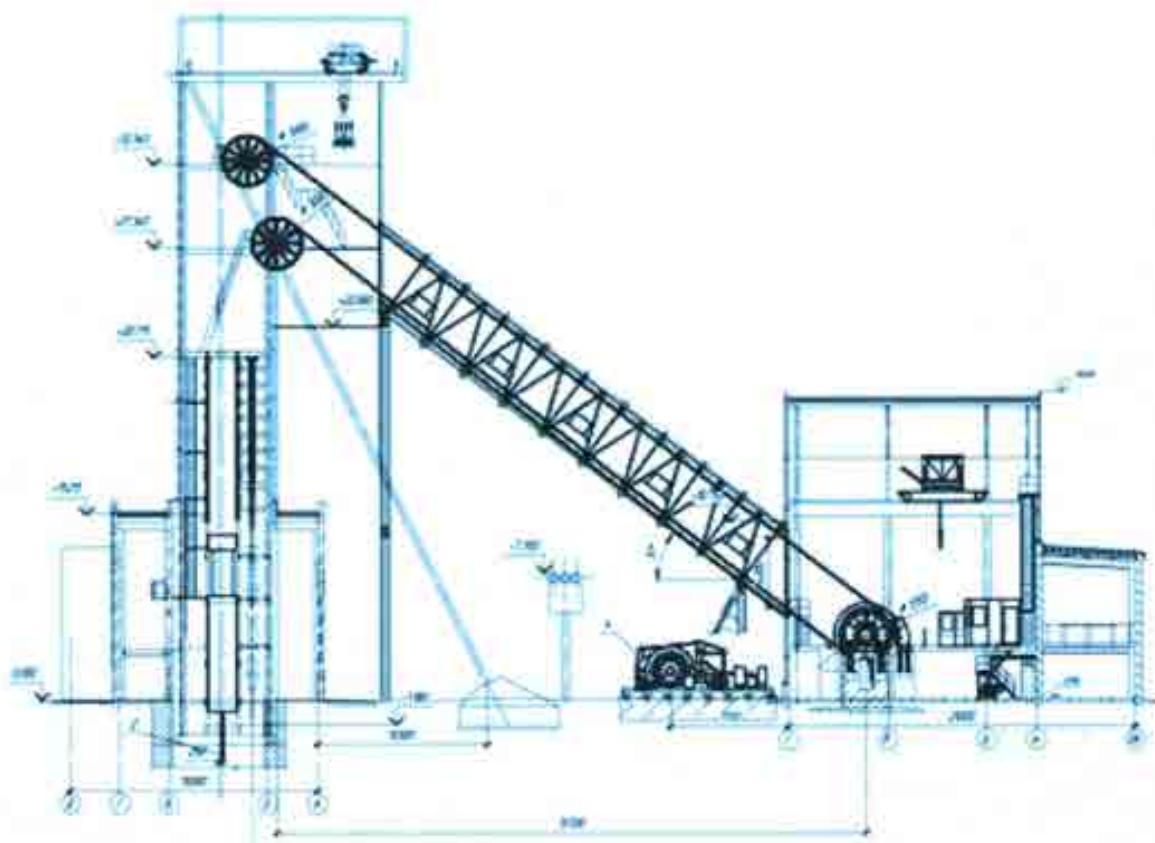


Рис. 3. Общий вид надшахтного комплекса ш. «Клетевая» после реконструкции

одновременного проведения данных работ. Так, например, все работы, связанные с углубкой ствола, а также его переоснащением, были проведены с использованием существовавшего копра, в то же время на площадке велись, работы по строительству здания подъемной машины, а также монтаж самой подъемной машины и вспомогательного оборудования. Таким образом, к моменту начала работ, связанных с монтажом металлоконструкции нового копра, предполагалось иметь уже законченное здание подъемной машины с полностью смонтированным в нем оборудованием. Такой подход давал возможность провести монтаж огромного количества сложного оборудования подъемной машины в кратчайшие сроки и с подобающим качеством. По окончании строительства копра оставалось только осуществить навеску подъемных сосудов и начать цикл испытаний и окончательной доводки оборудования. Но мировой экономический кризис внес свои корректиры: строительство было заморожено на год, и в

данний момент строительство копра и оснащение здания подъемной машины осуществляются одновременно.

Общий вид надшахтного комплекса представлен на рис. 3.

Как видно на рис. 3, надшахтный комплекс ш. «Клетевая» после реконструкции будет представлять собой единый комплекс сооружений и зданий: копер, надшахтное здание, канатную галерею, здание подъемной машины. Копер выполнен из металлоконструкции четырехстоечный, с укосиной, с tandemным расположением копровых шкивов. Здание подъемной машины выполнено в привычном виде, подъемная машина установлена на отметке +3,200 м; для облегчения работ, связанных с навеской канатов. Копер и надшахтное здание соединены между собой отапливаемой галереей, для исключения обмерзания канатов в зимний период эксплуатации.

Основные характеристики подъемной установки после реконструкции приведены ниже:

Схема подъема	Клеть с противовесом	Глубина нижнего горизонта H_1 , м	1390
Тип подъема	Людской	Высота установки шахтных H_2 , м	27,630
Клеть	Двухэтажная	Уровень прислонной площадки H_3 , м	32,630
Грузоподъемность клети Q_{1e} , кг	6000	Высота подъема H , м	1390
Масса клети Q_{2e} , кг	11000	Высота отвеса каната H_4 , м	610
Размеры в плане, мм	4500×1500	Подъемная машина	4K3316
Количество людей в клети n_{pe} , чел	60		INCO engineering s.r.o.
Масса противовеса Q_{pe} , кг	13500		

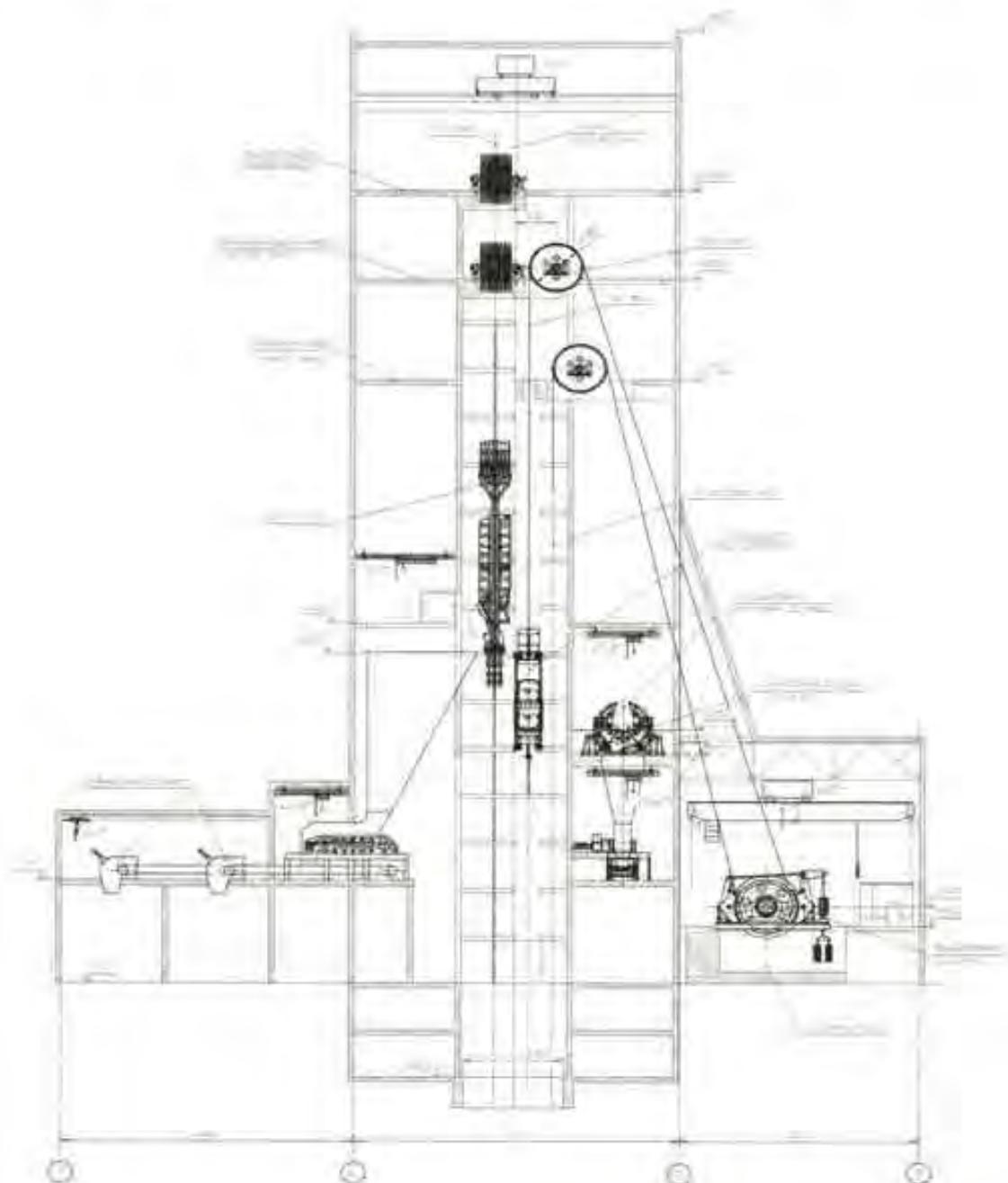


Рис. 4. Общий вид надшахтного комплекса ш. «Новая»

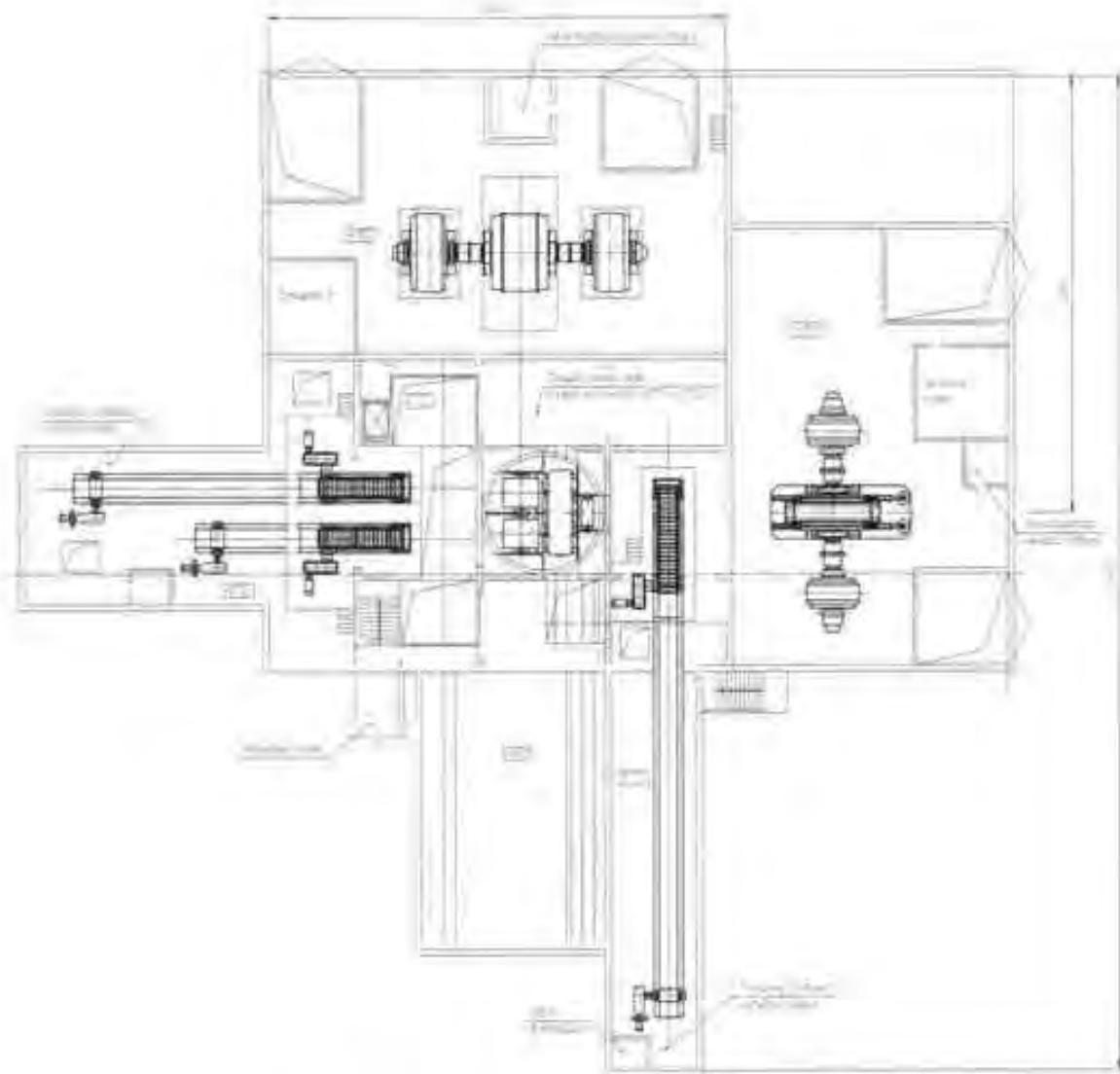


Рис. 5. План надшахтного комплекса ш. «Новая»

Диаметр барабана D_g , м	3,35
Тип электродвигателя	2Q 306-16Н6
Номинальная мощность P_n , кВт	800
Частота вращения n , об/мин	56
Количество электродвигателей, шт	1
Тип копрового шкива	INCO 3000
Диаметр шкива D_{sh} , м	3
Количество шкивов, шт.	2
Количество канатов, шт.	4

После реконструкции подземного рудника в качестве основного как рудовыдачного комплекса, так и основного людского подъема планируется использовать вновь строящийся надшахтный комплекс ш. «Новая». Надшахтный комплекс ш. «Новая» (рис. 4 и 5) представляет собой башенный копер с примыкающими к нему зданиями клетевой и скиповой подъемных машин. Технические характеристики подъемных установок приведены ниже:

	Основные характеристики	Скиповой подъем	Клетевой подъем
1	Схема подъема	Скип-скип	Клеть-противовес
2	Тип подъема	Грузовой многоканатный	Грузо-людской многоканатный
3	Сосуд	Скип нестандартный	Клеть нестандартная
3.1	Грузоподъемность сосуда Q_s , кг	50000	25000
3.2	Масса сосуда, кг	50000	25000
3.3	Вместимость скипа, м ³ (клети, чел)	23	88
4	Максимальная концевая нагрузка у коуша Q_{max} , кг	188000	50000
5	Глубина загрузки, м	1330	1390
6	Уровень разгрузки, м	28	20,500
7	Высота оси подъемной машины, м	6,5	6,5
8	Высота подъема H , м	1375,205	1410,500
9	Подъемная машина	8К 5032	4К 5018
9.1	Диаметр кантоведущего шкива, D_d , м	5	5
9.2	Максимальное натяжение головных канатов T_{head} , кН	240000	120000
9.3	Максимальная разность натяжения головных канатов T_{diff} , кН	52500	25000
9.4	Максимальная скорость, м/с	18	12
9.5	Расстояние между осями канатов, мм	300	300
9.6	Количество шкивов	8	4
10.1	Мощность электродвигателя P_e , кВт	5000	1000
10.2	Число оборотов n , об/мин	63	46
10.3	Количество электродвигателей, шт.	2	2
11	Головные канаты	50,5-Г-ВК-С-Н-Г-1670 ГОСТ 7668-80	50,5-ГЛ-В-С-Н-Г- 1860 ГОСТ 7668-80
11.1	Суммарное разрывное усилие каната Q_s , Н	1675000	1870000
11.2	Масса одного погонного метра каната q , кг/м	9,94	9,94
12	Уравновешивающие канаты	Плоские резинотросовые	Плоские резинотросовые
12.1	Количество, шт.	3	3
12.2	Масса одного погонного метра r , кг/м	24,9	12,45

Выбор наземного исполнения подъемных машин был обусловлен множеством факторов, основным из которых было обеспечение кратчайших сроков запуска в эксплуатацию подъемного комплекса.

Плюсы и минусы многоканатного подъема перед одноканатным обозначены уже сравнительно давно. Анализируя технические характеристики подъема до и после реконструкции, можно убедиться в преимуществах многоканатной системы. Возросшие концевые нагрузки, производительность и высота подъема, благодаря применению многоканатной

подъемной машины, не привели к увеличению установленной мощности подъема. В то же время наземное расположение подъемной машины не добавит трудностей обслуживающему персоналу, связанных с башенным расположением подъемной машины. Однако из-за необходимости держать канаты в отапливаемом помещении увеличиваются строительные объемы. Тем не менее применение многоканатных подъемных машин наземного исполнения всегда требует обоснования и рассмотрения возможности установки таких подъемных машин в каждом конкретном случае.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 378

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРОУРАЛЬСКОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА)

А. Н. Копылов, В. Е. Стровский

В статье обобщен и проанализирован опыт совершенствования управления образовательными учреждениями, обоснованы основные направления и предложен алгоритм реализации программы совершенствования управления непрерывным профессиональным образованием.

Ключевые слова: управление, совершенствование, направления, алгоритм, качество образования.

In the article some experience of improvement of educational institutions management is summarized and analyzed. The directions are substantiated and algorithm of the program realization is suggested on improvement of continuous professional education.

Key words: management, improvement, directions, algorithm, quality of education.

Результаты экспертного опроса и оценки управления непрерывным профессиональным образовательным процессом при подготовке специалистов в условиях многоуровневого профессионального центра на примере Североуральского образовательного центра, отра-

женные в табл. I, показали, что оно требует совершенствования.

В трудах отдельных авторов имеются конкретные практические рекомендации по моделированию систем управления в образовательных учреждениях. Например, М. Б. Ас-

Таблица I
Экспертная оценка управления непрерывным профессиональным образовательным процессом
при подготовке специалистов в условиях Свердловского образовательного центра (СОЦ)
(2010 г.), в баллах, где 5 – max оценка, а 1 – min оценка ($N = 31$; $n = 27$)¹

Направление оценки управления	Оценка в баллах
Оценка кадров	4,55
Оценка материально-технической и финансовой базы	4,40
Оценка санитарно-гигиенического состояния	4,35
Оценка удовлетворения изменяющихся образовательных потребностей населения	4,50
Оценка уровня инновационного потенциала педагогического коллектива	3,95
Оценка обеспеченности стратегии развития	4,15
Оценка уровня развития педагогического коллектива	4,25
Обобщенный показатель	4,30

¹ N – общее количество респондентов, n – количество полностью ответивших.

Таблица 2

Компоненты организационно-педагогической системы управления развитием профессионально-образовательного учреждения (ПОУ)

Компонент системы	Характеристика компонента
Методологические основы	Законы, принципы, цели, задачи
Технология управления	Методы, формы, стили, техники
Организационная структура	Линейная, линейно-функциональная, функциональная, матричная; организующий механизм
Функции управления развитием	Планирование, организация, руководство, контроль
Субъекты управления	Органы административного управления, директор, средний менеджмент, технический персонал
Объекты управления	Качество профессионального образования, ценностные основания управления, ресурсы, организационные структуры, результаты
Условия управления	Научно-методические, материально-технические, нормативно-правовые, кадровые, организационные и др.
Профессионально-личностная готовность педагогического коллектива (ПК)	Уровень целенаправленности деятельности ПК; уровень осознания ПК необходимости развития; уровень профессиональной квалификации кадров; социально-психологический климат в коллективе

таповым [1] исследованы концептуальные аспекты управления устойчивым развитием сельской общеобразовательной школы, а также разработана и апробирована модель управления устойчивым развитием общеобразовательных учреждений на селе. В табл. 2 представлены компоненты организационно-педагогической системы управления развитием профессионально-образовательного учреждения (ПОУ), рекомендуемые Есенковым Ю. В. [2].

Этот подход наиболее близок и интересен авторам, так как Ю. В. Есенков утверждает, что «...управление развитием профессиональ-

ного образовательного учреждения – это часть осуществляемой в нем управленческой деятельности». В работе данного автора предложена так называемая «инновационная модель организационно-педагогической системы управления развитием профессионального образовательного учреждения» (рис. 1).

Рассматриваемая инновационная модель организационно-педагогической системы управления развитием профессионального образовательного учреждения (ПОУ) включает в себя следующие блоки:

1 – методология (законы, принципы, цели, задачи);



Рис. 1. Инновационная модель организационно-педагогической системы управления развитием ПОУ

2 – технология (методы, формы, стили, техники);

3 – организационная структура (матричная, функциональная, линейно-функциональная, линейная);

4 – субъекты (органы административного управления, директор, среднее звено менеджмента, технический персонал);

5 – объекты (качество образования, ценностные основания, ресурсы, результаты управленческой деятельности);

6 – функции (планирование, организация, руководство, контроль);

7 – условия (научно-методические, материально-технические, социально-педагогические, нормативно-правовые, санитарно-гигиенические, эстетические, пространственные, временные);

8 – профессионально-личностная готовность педагогического коллектива (уровень целенаправленности деятельности, уровень осознания коллективом необходимости развития, уровень профессиональной квалификации кадров, социально-психологический климат).

В коллективной работе сибирских ученых отмечается, что инновационное развитие системы образования в Новосибирской области возможно при реализации экономического механизма управления, который предполагает приоритетное решение следующих задач:

– разработать, апробировать и внедрить эффективные технологии управления качеством образования, обеспечивающие его инвестиционную привлекательность;

– активно использовать апробированные и проектировать новые механизмы, включая нормативно-правовые, для эффективного использования бюджетных средств;

– разработать и внедрить систему экономической мотивации труда работников образования, связанную с применением ими в своей профессиональной практике принципов инновационного развития образования;

– осуществить перспективный экономический и программный анализ возможности многопрофильной подготовки кадров, готовых работать в новых условиях деятельности систем образования Новосибирской области на базе учреждений высшего образования» [3].

Возвращаясь к вопросу совершенствования управления применительно к непрерывно-

му образовательному процессу при подготовке специалистов, необходимо отметить следующее: правомерно рассмотрение оценки эффективности системы непрерывного образования «школа – колледж – вуз», исходя из эффектов, приобретаемых самим субъектом этой системы, т. е. обучающимся. Однако из обеспечение качества выпускника, без всякого сомнения, влияет и качество самого образовательного учреждения. Следовательно, рассмотрение эффективности системы «школа – колледж – вуз» будет неполным без учета параметров качества образовательного учреждения.

В ходе исследования авторами предложены следующие направления совершенствования управления непрерывным профессиональным образовательным процессом:

1. Разработать систему мотивации труда работников учреждений образования, связанную с качеством подготовки специалистов.

2. Спроектировать и апробировать нормативно-правовые механизмы эффективного использования бюджетных средств.

3. Разработать и внедрить технологию управления качеством образования.

4. Провести системный анализ возможностей подготовки кадров для работы в условиях инновационного развития образования.

Кроме того, авторы считают целесообразным предложить ряд общих мероприятий по совершенствованию управления непрерывным профессиональным образовательным процессом при подготовке специалистов в условиях многоуровневого профессионального центра (на примере Североуральского образовательного центра):

1. Расширение возможностей привлечения внебюджетных средств финансирования образовательной деятельности.

2. Расширение возможностей для различных видов дополнительного образования.

3. Расширение международных связей и активизация работы по учебным и научно-исследовательским грантам и др.

Алгоритм реализации программы совершенствования управления непрерывным профессиональным образованием представлен на рис. 2.

Таким образом, совершенствование управления непрерывным профессиональным образовательным процессом необходимо

Диагностика текущей ситуации:

- определение параметров оценки управления (индикаторы управления);
- выявление значений индикаторов управления;
- определение сильных и слабых сторон, возможностей и угроз ситуации

Реализация изменяющихся действий:

- разработка генеральной стратегии и оперативной тактики;
- реализация текущих операционных задач и т. п.;
- установление оперативного мониторинга внешней среды;
- корректировка стратегии;
- разработка моделей организационной реструктуризации на основе бизнес-моделирования;
- разработка моделей управленческой реструктуризации под скорректированную стратегию;
- реализация разработанной программы

Прогнозирование и планирование управленческой политики:

- определение приоритетов управленческой политики;
- освоение техники бюджетирования;
- разработка системы гибких бюджетов под новые организационные структуры;
- разработка системы мониторинга индикаторов управления;
- разработка операционной программы управления;
- прогнозирование и планирование стратегических и операционных программ;
- реализация стратегической и операционной программы

Рис. 2. Алгоритм реализации программы совершенствования управления непрерывным профессиональным образованием

рассматривать как часть осуществляющей в учреждении управленческой деятельности, в которой посредством планирования, организации, руководства и контроля процессов создания и освоения инноваций обеспечивается целенаправленность и организованность деятельности коллектива образовательного учреждения по получению качественно новых результатов образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аститов М. Б. Управление устойчивым развитием сельской школы в современных условиях (на материалах Краснодарского края): автореф. дис... канд. пед. наук. М., 2006. 22 с.
2. Есенеков Ю. В. Организационно-педагогическая система управления развития профессионального образовательного учреждения (на примере социально-психологического): автореф. дис... канд. пед. наук. Ульяновск, 2006. 23 с.
3. Концепция инновационного развития образования Новосибирской области 2006 // <http://www.websib.ru/develop/page.php?article=87>.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НАУКОЕМКИХ ОТРАСЛЕЙ

А. В. Душин

В статье дается краткий анализ текущей ситуации в геологической отрасли и обосновывается необходимость ее модернизации. Определены возможные перспективные направления развития отечественной геологической отрасли и минерально-сырьевой базы с учетом формирования нового технологического уклада.

Ключевые слова: геологическая отрасль, минерально-сырьевая база, технологический уклад, нанотехнологии.

The analysis of a current situation in geological branch is given, and necessity of its modernization is substantiated in the article. Possible perspective directions are determined of domestic geological branch and a mineral raw base development, taking into account formation of a new technological structure.

Key words: geological branch, mineral raw base, technological structure, nanotechnologies.

Рассматривая геологоразведочную отрасль в целом как составной элемент экономики России, следует отметить, что она находится в крайне плачевом состоянии даже в сравнении с другими отраслями экономики РФ. Можно назвать несколько фундаментальных причин. В силу специфики активной и испытательной частоты трансакций геологоразведка не интегрируется с добывающими компаниями, формирующими значительную часть доходной части бюджета РФ (это особенно отчетливо видно на примере подотрасли твердых полезных ископаемых). Как показывает анализ [6], добывающий сектор сохраняет подчиненный характер в цепочках создания добавленной стоимости вертикально-интегрированных компаний (ВИК), поэтому задача воспроизводства минерально-сырьевой базы (МСБ) не является приоритетной для менеджмента ВИК. В связи с этим, в результате реализации политики вытеснения государственных средств средствами недропользователей, в условиях прямого с элементами административного регулирования недропользования и неразвитости финансового рынка произошла фактическая ликвидация государственной геологической службы и значительная деградация геологической отрасли в целом [2]. В результате реализации государственной сырьевой политики 1990-2000-х гг. численность

государственного сектора геологической службы России к настоящему времени сократилась в сравнении с 1990 г. на 95,8 %. Общая численность персонала, занятого на ГРР, к началу 2008 г. составляла около 105-110 тыс. чел., что примерно в 4,5-5,0 раза меньше, чем в 1990 г. Объемы основных видов ГРР (бурение, подземные горные выработки, шурфы) начиная с кризисных 1990-х гг. и вплоть до 2008 г. остаются на уровне 10-20 % от 1990 г. При нынешних объемах региональных работ, основным исполнителем которых является государственная геологическая служба, потребуется около 170 лет, чтобы лонгитиды территории страны до уровня, отвечающего современным требованиям [7, 8]. Очевидно, что сложившаяся ситуация требует вмешательства. Государство, располагающее 1/7 частью суши и 1/4 частью нефтегазоносного шельфа планеты, должно иметь самодостаточную, хорошо оснащенную и высококвалифицированную государственную геологическую службу.

Естественно у представителей власти есть понимание важности минерально-сырьевого комплекса (МСК) и геологической отрасли для развития стран как в настоящем, так и в перспективе до 2030 г. Согласно утвержденной Правительством РФ Стратегии развития геологической отрасли до 2030 года (далее Стратегия) [10] «минерально-сырьевая база

является естественным конкурентным преимуществом народного хозяйства и промышленного сектора России, донором российской экономики, обеспечивающим ее развитие и переход на новый технологический уклад. Экономические и геополитические интересы России и в долгосрочной перспективе будут существенно зависеть от состояния МСБ, воспроизводство которой на современном технологическом уровне является центральной задачей геологической отрасли. Одним из приоритетных направлений оптимизации организационной структуры геологической отрасли согласно Стратегии является создание условий для диверсификации минерально-сырьевого обеспечения экономики страны за счет расширения российского присутствия на международном рынке геологических услуг. Для обеспечения реализации Стратегии геологическая отрасль России остро нуждается в модернизации.

Исследователи, рассматривающие природные (минеральные) ресурсы как позитивный фактор экономического роста, указывают на необходимость их эффективного использования и важность параллельного, возможно опережающего, развития смежных отраслей (связанных с технико-технологическими аспектами поиска и освоения), способствующего установлению максимально тесных связей между отраслями и в том числе между наукой, образованием и практикой.

К началу 90-х гг. Россия подошла с не завершенной индустриализацией, хотя имела хороший задел по ряду высокотехнологичных направлений, в том числе аэрокосмической, атомной и оборонной промышленности. Спустя 20 лет созданный задел в значительной мере морально устарел, а в экономике все эти годы шли процессы дениндустриализации и примитивизации промышленности, которые надо расценивать не иначе как разрушительное сокращение индустриальной, научной и кадровой базы, то есть фундамента для постиндустриальной стадии развития. В этой связи решением накопившихся проблем является модернизация геологической отрасли, заключающаяся в усовершенствовании и приведении в соответствие с современными и ожидаемыми требованиями всех сфер и сторон функционирования отрасли [9].

По мнению Р. Гринберга [1], «Россия имеет шанс выстоять в глобальной конкуренции, лишь одновременно развивая два укрупненных «интегральных» приоритетных направления, связанных с «новой» или «ново-важной» экономикой, с одной стороны, и «старой», сырьевой экономикой – с другой. Пропорции между ними должны целенаправленно регулироваться, исходя из долгосрочных интересов». При этом сырьевые отрасли нуждаются в существенной модернизации. Задача модернизации заключается не только в диверсификации, но и поэтапном удлинении технологических рядов по переработке продукции, а соответственно, и в увеличении добавленной стоимости. Инновационный сектор не должен и не может быть лишь своеобразной «пристройкой» к сырьевому. Структурная перестройка промышленности как составная часть ее модернизации должна быть направлена не на сжатие экспортного потенциала сохранившихся сырьевых отраслей, способных конкурировать как на внутреннем так и на внешнем рынках, даже если на первом этапе их продукция не будет достаточно глубоко переработана. Одним из приоритетов модернизации экономики являются повышение энергоэффективности и переход к рациональной модели потребления ресурсов: снижение потерь, повышение коэффициента извлечения запасов полезных ископаемых из недр, продление жизненного цикла разрабатываемых месторождений.

Всеми исследователями отмечаются значительные размеры МСБ как СССР, так и России. И в этом плане является ошибочным мнение, что созданного в СССР задела хватит на несколько десятилетий, в течение которых можно обойтись минимальным геологическим сектором. При этом забывается, что можно располагать огромным ресурсным потенциалом, но не иметь запасов, поскольку путь от ресурсного потенциала до запасов длинный и дорогой. Перевод потенциала в запасы – основная задача геологоразведки как отрасли, с которой начинается сфера материального производства. В этом плане процесс перехода осуществляется с помощью процедур геолого-экономической и технико-экономической оценки, основу которых составляет учет условий и технологий добычи и извлечения

минерального сырья. Геологоразведочная отрасль – это наукоемкая отрасль. Организация геологоразведочных работ по миру имеет свою национальную специфику, однако можно констатировать, что отрасль, создающая знания об источниках минерального сырья, характеризуется высокой долей научно-исследовательской деятельности. Сопоставление структуры персонала государственных геологических служб развитых стран (Канады, США) показывает, что 68-80 % штата составляют научные работники (геологи, геофизики, гидрогеологи, геохимики), 10-19 % – администрация, 10-13 % – прочие специалисты.

Геологоразведка – это отрасль, создающая сырьевую базу для передовой промышленности, в том числе для отраслей нового технологического уклада. Новые материалы требуют нового вида сырья, что, в свою очередь, определяет необходимость новых идей и новых технологических решений в поисках, добыче и извлечении минеральных ресурсов.

В большинстве случаев минеральные ресурсы продолжают рассматриваться как один из экзогенных факторов. Его действие определяется принципом убывающей отдачи, тогда как другие составляющие процесса экономического роста все больше трактуются как эндогенные и подчиненные принципу повышения отдачи. Однако с этой точкой зрения согласны далеко не все исследователи [3, 4, 12-14]. Напротив, если обратиться к опыту экономического развития США в конце XIX в., СССР и современной КНР, то экспансия в области производства минеральных ресурсов воплотила многие черты, присущие современным экономикам, основанным на активном использовании знаний. Среди этих черт – положительная обратная связь инвестиций в развитие знаний; позитивное значение открытий, сделанных в одной отрасли, для развития других отраслей; взаимодополняемость открытий, сделанных в частном и государственном секторах; а также рост отдачи от масштабов производства. Это означает, что только эффективное использование ресурсов ведет к экономическому росту. Исследователи, рассматривающие минеральные ресурсы как позитивный фактор экономического роста, указывают на необходимость их эффективного использования, подчеркивая важность парал-

ельного, возможно опережающего развития смежных отраслей, способствующего установлению максимально тесных связей между отраслями, в том числе между наукой, образованием и практикой.

В работе А. А. Мальцева [5] представлено содержание научно-технического прогресса с позиции теории технологических укладов, в том числе с характеристикой ключевых видов минерального сырья. В перспективе до 2040 г. в качестве технологий, определяющих ядро формирующегося нового технологического уклада, называют: наукоценологии, биотехнологии, энергосбережение. Анализ полезных ископаемых, результатом которого явился выбор ключевых для развития соответствующего технологического уклада видов минерального сырья, был построен на сравнении средних темпов роста потребления различных видов минерального сырья с темпами роста ВВП в ретроспективе. Аналогичный анализ для VI технологического уклада провести не удастся из-за понятным причинам.

Одно из ключевых направлений наукоценологий – это создание новых материалов, которое ставит своей задачей главным образом разработку монокристаллов с заданными характеристиками или производство монокристаллов по необходимым параметрам. Высокие требования к сырью и к технологиям нового технологического уклада неизбежно приведут к значительно более ранчательному использованию минерального сырья. Тенденции миниатюризации электроники и техники продолжаются, что приведет неизбежно к снижению материальноемкости, но отчасти будет компенсировано более широким распространением технических устройств в повседневной жизни. Усиление тенденций гуманизации и экологизации производства ужесточит требования к проектам освоения источников минерального сырья, вкупе с возрастанием дефицитности сырья и значительным удорожанием технологий освоения это приведет к поступательному росту сырьевых цен.

В XXI веке минерально-сырьевым ресурсам будет уделяться особо пристальное внимание: постиндустриальная стадия развития сделает наиболее востребованными новейшие сырьевые источники – редкоземельные элементы, цинканиоиды, многие неметалли-

ческие полезные ископаемые. Именно они будут предопределять технологический облик нового столетия. Поэтому уже сейчас следует закрепить эти сырьевые ресурсы за российской промышленностью. Российским производителям придется уходить с рынков серийной, простой техники в сегмент узкоспециализированной продукции, такой как нанотехнологии, биотехнологии, оптико-волоконная техника, которые относятся к шестому технологическому укладу, для которых необходимо развитие соответствующей минерально-сырьевой базы. В условиях, когда открытия «легких» месторождений уже не приходится ожидать, а старые находятся на грани полной выработки, поиски, разведка, добыча и создание соответствующей инфраструктуры в МСК требуют научного, инженерного и технологического обеспечения, ничуть не менее, а, может быть, и более совершенного, чем в high-tech-индустрии [5].

Государственная сырьевая политика для формирования нового технологического уклада должна учитывать реальные преимущества России, включающие сырьевой, географический, территориальный, экологический и промышленный факторы. Кроме того, важно понимать, что Россия не только мировой производитель и экспортёр природно-ресурсной продукции, но и крупный ее потребитель. В настоящее время Россия по-прежнему значительно отстает от основных промышленно развитых стран по уровню душевого потребления металлоизделий из черных металлов в 2-4 раза (154 кг/чел к 350-550 кг/чел в год) [11], потребление меди в расчете на одного человека не превышает 1,5-2 кг, тогда как в развитых странах этот показатель составляет 7-8 кг. Поэтому у МСК РФ есть значительные резервы для роста отечественного рынка. В 60-х годах прошлого столетия группа учёных под руководством Д. Л. Медовса статистически выявила взаимосвязь между ростом энергопотребления и экономическим ростом в различных странах. На важность этой взаимосвязи в 1975 году обращал внимание лауреат Нобелевской премии академик П. Л. Капица: «Если люди будут лишаться энергетических ресурсов, их благосостояние будет падать». Для России с ее суровым климатом и исключительно большими прост-

ранствами увеличение энергопотребления на душу населения, при одновременном росте его эффективности, – необходимое условие прогрессивного экономического развития.

В настоящее время по уровню разногласий сырьевой базы, как по добыче, так и по объемам разведанных запасов по целому ряду ключевых для нового технологического уклада видов минерального сырья, безоговорочным лидером является Китай. Экономический рост, который КНР демонстрирует на протяжении последних двух десятилетий, базируется на значительном ресурсном фундаменте, созданном в этой стране за последние годы. Кроме того, добывающими компаниями этой страны создаются добывающие мощности за рубежом, обеспечивающие внутренний спрос гарантированными поставками. К сожалению, приходится констатировать, что Россия утрачивает позиции в сфере наукоемких технологий как в технологическом, так и в ресурсном разрезе. Для обеспечения поступательного экономического роста в дальнейшем необходимо опираться на ускоренное развитие сырьевой базы для наукоемких отраслей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гринберг Р. Российская структурная политика: между неизбежностью и неизвестностью // Вопросы экономики. 2008. № 3. С. 56-63.
2. Душин А. В. Российская специфика воспроизводства минеральной сырьевой с позиций институционального подхода // Теория эволюции социально-экономических систем / под ред. акад. А. И. Татаркина, акад. В. И. Маевского; РАН, УрО, Ин-т экономики. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008. С. 420-430.
3. Дэвид П., Райт Г. Эффект роста отдачи и генезис изобилия ресурсов в Америке // Экономическая история: Ежегодник. 2000. М.: РОССПЭН, 2001. С. 609-655.
4. Колдовский Е. А. Геология: уроки великой войны // Промышленные ведомости. 2005. № 2.
5. Мальцев А. А. Минерально-сырьевой комплекс мировой экономики: теория и практика развития / под науч. ред. А. П. Косиццева; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2010. 256 с.
6. Модернизация российских предприятий в цепочках создания стоимости (на примере трубной и мебельной промышленности России) / С. Б. Авдашева, И. А. Будионов, В. В. Голикова, А. А. Яковлев // Экономический журнал ВШЭ. 2005. № 3. С. 361-377.

7. Орлов В. И. Геологоразведочная отрасль в условиях модернизации экономики // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 2. С. 3-6.
8. Орлов В. П. Современные проблемы государственной геологии // Выступление председателя Комитета Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды В. П. Орлова на VI Всероссийском съезде геодотов 27.10.2008 г.; Москва. Кремлевский дворец съездов.
9. Орлов В. П. Сырьевой сектор экономики в условиях модернизации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 1. С. 3-10.
10. Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1039-р.
11. Экономическая оценка железорудной базы Урала / В. И. Беляев, В. П. Пахомов, Г. Г. Черепанов, Б. А. Такташян, В. Л. Кищенко, В. В. Масленников. Препринт. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2004, 85 с.
12. Cain L. P., Paterson D. G. Biased Technical Change, Scale and Factor Substitution in American Industry, 1850-1919 // Journal of Economic History. Vol. 46. 1986. March.
13. Parker W. N. The Land: Minerals, Water, and Forests // American Economic Growth / Ed. by L. Davis et al. New York, 1972. P. 96.;
14. Wright G. The Origins of American Industrial Success, 1879-1940 // American Economic Review. Vol. 80. 1990. September. P. 655-660;

УДК 622.2.013:504.05

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ «НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ» И АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ю. О. Славиковская

Рассмотрены наиболее перспективные направления создания природоохранных технологий при открытой и подземной разработке рудных месторождений, позволяющие создать экономически выгодные условия освоения минеральных ресурсов с минимизацией отходов, предотвращающие их появление или обеспечивающие локализацию непосредственно из места образования.

Ключевые слова: технологии более чистого производства (БЧП), техногенные пустоты недр, утилизация отходов, экономический ущерб, эколого-экономическая эффективность.

In the paper the most promising directions are discussed of environmental technologies in open and underground mining of ore deposits. These directions allow to create economically profitable conditions of mineral resources development with waste minimization, preventing their appearance or providing their localization directly in-situ.

Key words: technology of cleaner production (CP), technogenous cavities of the depth interior, wastes utilization, economic damage, environment-economic efficiency.

Горнопромышленная отрасль Уральского региона является сырьевой базой его металлургического комплекса, доля которого в промышленном производстве России составляет 16 %, в том числе 10 % – черная металлургия и 6 % – цветная. В то же время сегодня как черная, так и цветная металлургия испытывают острый дефицит в рудном сырье. Проблема решается за счет ввоза дальнеприобозного рудного сырья из других регионов России и стран СНГ. Однако рост железнодорожных

тарифов, стоимость которых порой превышает затраты на добычу, предопределяет необходимость изыскания других путей решения вопроса, и в первую очередь на основе развития местной сырьевой базы. Уральские недра по-прежнему характеризуются многообразием твердых полезных ископаемых и значимыми практическими запасами. В первую очередь это месторождения Северного и Приполярного Урала, железорудное месторождение Курганской области, например Глубочинское

железорудное, и т. д. Однако в этих районах практически нет развитой горнодобывающей инфраструктуры. Что касается Северного и Приполярного Урала, то его освоение может решить проблему дефицита в железных и хромитовых рудах, но это займет не один десяток лет и потребует больших денежных вложений.

Наиболее реальный путь ликвидации дефицита в рудном сырье металлургического комплекса Урала – дальнейшее развитие местной сырьевой базы. Многообразие природных ресурсов недр Урала (калийные соли, асбест, магнетит и т. д.) предопределяет целесообразность и необходимость развития местной сырьевой базы.

Горнопромышленный комплекс как никакая другая сфера хозяйственной деятельности непосредственно «соприкасается» с природными ресурсами, являясь одним из крупнейших источников существенного негативного воздействия на окружающую среду, загрязняющего практически все ее элементы. Существующие технологии освоения минеральных ресурсов позволяют использовать лишь небольшую часть извлекаемой из недр ценности минеральной массы (около 6-8 %), а остальную часть образуют отходы, которые располагаются на поверхности в виде отвалов вскрышных пород и отходов обогащения (шламо- и хвостохранилища). Так, при добыче руд цветных металлов для получения 1 т металла в концентрате необходимо разместить на поверхности до 100-150 т пустой породы и 90-95 т хвостов обогащения.

В Уральском регионе ежегодно складируется порядка 2 км² отвалов пустых пород и отходов деятельности обогатительного передела. Только в Свердловской области ежегодно скапливается более 130 млн т промышленных отходов. Накопление и хранение отходов горнопромышленного комплекса становится одним из наиболее значимых факторов антропогенных изменений окружающей среды. Отвалы пустых и некондиционных руд являются источником пылевыделения. В сутки с 1 га их поверхности сдувается до 30-35 кг пыли, которая распространяется на 1-2 и более километров от их параметров. Пылеунос с хвостохранилищ достигает при неблагоприятных метеорологических условиях до

20 тыс. т в год. Опасность горнопромышленного производства – в его инерционности для окружающей среды, которая заключается в том, что после завершения работ по добыче полезного ископаемого из отвалов и хвосто- и шламохранилищ в окружающую среду из накопительных в них запасов еще длительное время будут поступать загрязняющие элементы.

Уже очевидно, что прежние ориентиры в развитии горнодобывающей промышленности, которые ведут к техногенному загрязнению, деградации и исчезновению природных ресурсов, а также резкому ухудшению среды обитания человека, бесперспективны. Поэтому технические решения, связанные с ограничением выдачи минеральных масс на земную поверхность и уменьшением запасов техногенных месторождений, становятся приоритетным направлением совершенствования технологий разработки месторождений полезных ископаемых глобального значения.

Под загрязнением окружающей природной среды понимается поступление в эту среду любых твердых, жидких, газообразных веществ, микроорганизмов и энергии, оказавших отрицательное воздействие на здоровье человека, флору и фауну и экологические системы в целом. Загрязнение природной среды является причиной различных натуральных ущербов.

В литературе по экологии отмечаются следующие элементы общего экономического ущерба от загрязнения природной среды:

- материальный ущерб, который наносится материальным объектам в производственном и потребительском секторах;
- ущерб здоровью и жизни населения;
- ущерб природно-ресурсной системе в соответствующим отраслям.

Денежная оценка всех натуральных ущербов называется экономическим ущербом от загрязнения окружающей природной среды [1].

Любая геотехнология наносит ущерб природным ресурсам, что обусловлено снижением, вследствие загрязнения природной среды, почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных земель (Y_1), падением продуктивности лесных угодий (Y_2), ущерб, связанный с загрязнением водоемов, используемых в производственных целях и для питьевого водопотребления (Y_3), а также

вследствие снижения рыбохозяйственной ценности (Y_4), и, наконец, ущерб, причиняемый природоохранным и рекреационным территориям, видовому разнообразию растительного и животного мира (Y_5).

Тогда экономический ущерб составит:

$$U_{\text{общ}} = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5. \quad (1)$$

Образование техногенных пустот в недрах является неотъемлемой частью как открытого, так и подземного способов разработки, объем которых во многом определяют и объем отходов горного производства. В то же время карьерные выемки, зоны обрушения шахт и подземные техногенные пустоты обладают потенциальным ресурсом для размещения отходов. В общем экологово-экономическая эффективность использования или проведение рекультивации техногенных пустот недр для размещения отходов может быть оценена с использованием таких показателей, как:

- предотвращенный и остаточный ущерб окружающей среде (в денежном выражении);
- затраты на рекультивацию техногенных пустот недр;
- экономия на экологических и природно-ресурсных платежах;
- дополнительный доход.

Возможный экономический эффект, получаемый горнодобывающим предприятием при складировании отвальных пород в выработанное пространство (руб.), можно определить по формуле:

$$P^V = \sum_{i=1}^5 \Delta H_{\text{плата}} + \sum_{i=1}^5 \Delta Y_{\text{плата}} - \sum_{i=1}^5 Z_{\text{плата}} - \sum_{i=1}^5 U_{\text{плата}}, \quad (2)$$

где $\sum_{i=1}^5 \Delta H_{\text{плата}}$ – суммарная экономия на платежах за загрязнение окружающей среды (платежи за загрязнение атмосферного воздуха при снижении пыления отвалов, размещение отвалов, пользование земельными ресурсами), руб.; $\sum_{i=1}^5 \Delta Y_{\text{плата}}$ – суммарный предотвращенный ущерб окружающей среде за счет складирования отвальных пород в выработанное пространство (предотвращенный ущерб от сокращения объемов пыления отвалов и размещения отходов, сокращения занимаемых земельных площадей, а также предотвращенный ущерб недрам в результате закладки части

выработанного пространства и ландшафту местности) руб.; $\sum_{i=1}^5 Z_{\text{плата}}$ – суммарные затраты на рекультивацию выработанного пространства за счет складирования отвальных пород, включая затраты, связанные с подготовкой выработанного пространства к укладке отвальных пород, затраты на транспортировку и погрузку 1 т пород, затраты на формирование поверхности, руб.; $\sum_{i=1}^5 U_{\text{плата}}$ – остаточный ущерб, пачкающий окружающей среде в результате неполной рекультивации выработанного пространства, состоящий из остаточного ущерба атмосферному воздуху в результате неполного складирования отвальных пород в выработанное пространство, остаточный ущерб земельным ресурсам в результате неполной ликвидации отвала, а также недрам в результате неполной закладки выработанного пространства, остаточный ущерб ландшафту местности в результате его неполного восстановления, руб.

Изменить существующее положение при традиционных геотехнологиях просто совершенствованием их в рамках отдельных производственных процессов невозможно, поэтому эта проблема должна решаться путем создания новых природоохранных и одновременно ресурсоохраняющих технологий на основе формирования технологий «более чистого производства» (БЧП), в основе которых заложен принцип управления отходами, что должно стать основой для использования «лучших доступных технологий» [2].

В условиях горнопромышленного комплекса реализация стратегии БЧП предполагает необходимость перехода на природоохранные технологии на основе их малоотходности, ресурсоохранения, ресурсовоспроизведения. В настоящее время в практике подземной разработки начинают применяться малоотходные технологии на основе систем разработки с закладкой выработанного пространства. При данной технологии утилизация отходов горного производства производится в результате использования их в качестве закладочного материала. При открытом способе разработки месторождений – это технологии ведения горных работ с внутренним отвалооб-

разованием. Малоотходность и ресурсосбережение горного производства связаны с минимизацией выхода отходов, отсюда и сокращение земельных площадей под их размещение, что позволяет экономить предприятию на затратах, связанных с природоохранной деятельностью.

Для размещения отходов за последнее время в горнорудной практике начинают использовать зоны обрушения шахт, в том числе и действующих. На Урале на основании выполнения комплекса предварительных мероприятий планируется складирование хвостов мокрой флотации в зоне действующей шахты «Северопечанской». Проблема отходов усложняется тем, что она роковым образом связана с решением проблемы ресурсов: чем больше добывается ресурсов, тем больше становится отходов.

Одним из основных принципов БЧП является сокращение отходов непосредственно у источников их образования [2]. При подземном способе разработки реализация этого принципа осуществляется при переносе обогатительного передела к месту образования отходов (очистные и рабочие горизонты шахтного подъёма) и идет в двух направлениях:

- применение небольших участковых передвижных обогатительных комплексов;
- сооружение подземных обогатительных фабрик.

В УГГУ на основании использования малогабаритных барабанно-шарочных фрикционных тепараторов (БПФС) и сепараторов по трению и упругости (СПРУТ) в сочетании с пневмозакладочным комплексом создана технология размещения пустой породы при разработке угольных месторождений в погашенных выработках. Эффективность, рассчитанная применительно к шахте «Коркинская» ОАО «Разрез Коркинский», составила в ценах на 1 января 2007 г. 21 млн руб. в год.

В ИГД УрО РАН разработана новая истрациционная восходящая технология отработки рудных месторождений на основе ярусной подготовки месторождения и сооружения подземных обогатительных фабрик, позволяющая выдавать на поверхность непосредственно концентрат при утилизации отходов обогащения в подземных техногенных пустотах (камерах) отработанных горизонтов.

Малоотходность и ресурсосбережение являются взаимосвязанными по многим параметрам и техническим решениям и в условиях горного производства, в первую очередь, характеризуются комплексностью подхода к освоению ресурсов недр.

Методы стратегии БЧП относятся не только к инновационным технологиям, но и к самому понятию «отходы производства». Согласно стратегии БЧП, отходы в большинстве случаев – это дорогостоящее сырье, которое в настоящее время не удалось превратить в новый востребованный продукт и ценнее сырье, что определяет необходимость сохранности их. Применительно к горнорудному производству это в первую очередь относится к отходам обогатительного передела, поскольку они характеризуются определенной металлоносностью полезных компонентов. Так, в хвостах обогащения уральских горноперерабатывающих комплексов содержатся от 0,18 до 0,3-0,35 % Cu, от 0,25 до 0,92 % Zn, от 0,39 до 0,6 % Au, до 7,36 г/т Ag. Управление отходами горнопромышленного комплекса при переходе на технологию БЧП должно строиться, в первую очередь, на формировании интегрированной системы по предотвращению образования отходов. Так же необходимо переход от принципа «загрязнитель – платит» к принципу «предотвращение загрязнения выгодно», что весьма значимо в настоящее время, когда определяющим фактором при освоении минеральных ресурсов является получение максимальной прибыли.

В своей основе стратегия БЧП лежит на уровне одного конкретного предприятия. Однако, учитывая особенности ресурсного потенциала техногенных пустот недр, одним из направлений расширения стратегии БЧП, позволяющим отдельным горнорудным предприятиям получить дополнительный доход, может быть создание промышленной системы из нескольких предприятий, в том числе и из других отраслей промышленности. Формирование данной системы позволит сократить количество производимых отходов до экологически-эффективного уровня, что повлечет за собой увеличение экологической эффективности этой системы в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахомова И. В., Эндер А., Рихтер К. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2003. 544 с.
2. Протин С. И., Тараторнова Л. Е. Экологические и экономические преобразования промышлен-

ных предприятий на основе стратегии более чистого производства и замкнутых промышленных систем // Безопасность жизнедеятельности. 2002. № 5. С. 4-10.

УДК 338.2:626.81

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ

А. А. Литвинова, О. В. Косолапов

Одним из значительных вопросов мировой политики в начале XXI века стал вопрос кризиса водных ресурсов; глобальный и региональный дефицит воды, обеспечение населения безопасной питьевой водой, регулирование трансграничных потоков. В статье раскрываются проблемы пространственного водопользования и выделяются основные направления сотрудничества в водном секторе.

Ключевые слова: кризис водных ресурсов, интегрированное управление водными ресурсами, водное право.

The crisis of water resources became one of considerable problems of the world policy at the beginning of the XXI century: global and regional water deficit, supply of population with safe potable water, regulation of transboundary flows. In the paper some problems of regional use of water are considered and the basic directions of cooperation in water sector are distinguished.

Key words: crisis of water resources, integrated control of water resources, water law.

Водные ресурсы являются объектом многоцелевого использования: в качестве природного ресурса для получения электроэнергии и обеспечения потребностей промышленности, сельского хозяйства и населения; в качестве транспортных путей и мест размещения водных биоресурсов. Экономическое благополучие любого общества во многом зависит от доступа к водным ресурсам, и силу того, что они являются безальтернативными природными ресурсами. По данным ООН, в третьем тысячелетии вода будет играть решающую роль. Оценки общемирового уровня свидетельствуют о том, что увеличение потребности в воде к середине текущего столетия может вдвое опередить рост населения. Основным потребителем свежей пресной воды в целом по всем странам мира остается сельское хозяйство. На его долю приходится около 70 % валового водозабора, т. е. изъятия пресной воды из природных источников. Аналитические данные свидетельствуют, что относитель-

ный уровень антропогенного изъятия воды из поверхностных источников в целом по Российской Федерации значительно меньше, чем во многих европейских и неевропейских странах, хотя в ряде регионов нашей страны наблюдается дефицит природных вод. Иначе говоря, водохозяйственный баланс в значительном числе зарубежных государств имеет гораздо более напряженный характер, чем в Российской Федерации. В целом ряде регионов Европы возможности использования водных ресурсов (с учетом сохранения потенциала их естественного восстановления и самоочищения) близки к исчерпанию [1, 3]. В 2000 г. дефицит пресной воды в мире, включая сельскохозяйственные и промышленные нужды, оценивался в 230 млрд м³/год. По прогнозам специалистов, к 2025 г. дефицит пресной воды на планете увеличится до 1,3-2,0 трлн м³/год. Основными причинами дефицита водных ресурсов являются:

– неравномерность распределения водных ресурсов;

— увеличение спроса на водные ресурсы вследствие роста населения, развития экономики;

— увеличение антропогенной нагрузки на водные объекты: непосредственное загрязнение рек, изменение климата, приводящее к изменению гидрологического режима, уничтожение или угнетение экосистем лесов, верховых болот, речных и озерных экосистем, обеспечивающих воспроизводство водных ресурсов.

Россия по водообеспеченности на душу населения занимает третье место в мире (после Бразилии и Канады). В расчете объема пресной воды на одного жителя России приходится около 30 тыс. м³ речного стока в год. Это примерно в 5,5 раза больше среднемирового уровня, в 2,5 раза больше, чем в США, и в 14 раз больше, чем в Китае. К 2025 г. Россия вместе со Скандинавией, Южной Америкой и Канадой останутся регионами, наиболее обеспеченными пресной водой, — более 20 тыс. м³/год в расчете на душу населения. Однако следует отметить, что во многих регионах России имеются серьезные проблемы с водообеспечением из-за неравномерного распределения водных ресурсов по территории. Так, на освоенных территориях сток рек составляет около 800 км³/год, в том числе в наиболее заселенных и экономически развитых районах европейской части — лишь 360 км³/год. По величине водных ресурсов

федеральные округа РФ различаются в разы, в т. ч. по водообеспеченности населения лидируют Дальневосточный, Сибирский и Северо-Западный федеральные округа (табл. 1).

Среди субъектов Российской Федерации наибольшие ресурсы речного стока (средние многолетние значения водных ресурсов) имеются в Красноярском крае и Республике Саха (Якутия) — соответственно 947 и 896 км³/год, наименьшие — в Республике Калмыкия, Белгородской, Курганской и Курской областях (соответственно 1,83; 2,72; 3,52 и 3,70 км³/год). Еще в 10 областях и республиках водные ресурсы не превышают 8 км³/год [2].

По данным Гидрологического института (ГИИ) Ростехнормета, в целом для территории России следует ожидать на ближайшие 10–20 лет увеличения возобновляемых водных ресурсов на 8–10 %, при этом водообеспеченность на одного жителя увеличится на 12–14 %. Увеличение произойдет на большей части территории России: на Севере и Северо-Западе, в Поволжье, в Нечерноземном Центре, на Урале, на большей части Сибири и Дальнего Востока, т. е. в регионах, где формируется более 95 % водных ресурсов страны. В ряде густонаселенных регионов — на территориях субъектов Федерации Черноземного Центра, Южного округа, которые и в современных условиях имеют довольно ограниченные водные ресурсы, следует ожидать уменьшения

Таблица 1

Ресурсы речного стока России по федеральным округам

Федеральный округ	Площадь территории, тыс. км ²	Население, млн. чел.	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Водные ресурсы 2008 г., км ³ /год	Водообеспеченность местными водными ресурсами в 2008 г.	
					м ³ на 1 км ²	тыс. м ³ /год на 1 чел.
Северо-Западный	1687	13,5	607,4	739,6	438,4	54,8
Центральный	650,2	37,2	126,5	129,5	199,2	3,5
Приволжский	1037	30,2	271,3	297,1	286,5	9,8
Южный	591,3	22,8	309,0	315,9	534,2	13,9
Уральский	1818,5	12,2	597,3	617,0	339,3	50,6
Сибирский	5145	19,6	1321,1	1564,0	304,0	79,8
Дальневосточный	6169,3	6,5	1847,8	1907,2	309,1	293,4
Российская Федерация	17098,3	142	4258,6	4707,0	275,3	33,1

Примечание. Таблица составлена по данным Государственного доклада «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году» [2].

водных ресурсов от 5 до 15 % и увеличения нагрузки на них от 5 до 25 % за счет изменений климата и увеличения водопотребления. Так, в маловодные годы водообеспеченность населения Белгородской и Курской областей, Ставропольского края и Республики Калмыкия может быть близкой к величинам 1000-1500 м³ в год на одного человека, и даже меньше, что по международной классификации рассматривается как очень низкая или критически низкая водообеспеченность. Будет иметь место серьезный дефицит воды и возникнет настоятельная необходимость строгого регулирования и ограничения водопотребления, а также привлечения дополнительных источников водообеспечения. В таких регионах нехватка пресной воды становится фактором, сдерживающим экономический рост и повышение благосостояния населения.

Важнейшее значение в современных условиях для оценки территориальной водообеспеченности, возможностей хозяйственного использования водных ресурсов имеет учет экологических ограничений, связанных с необходимостью сохранения водной среды как среды обитания человека. Так, объем экологически безопасного изъятия водных ресурсов не должен превышать в замыкающем створе 20 % величины естественного стока рек. Для речных рек эта величина может изменяться в пределах от 5 до 20 %. В бассейнах ряда рек

России фактический отбор воды уже превышает потенциальные эксплуатационные ресурсы, став под угрозу устойчивое существование бассейновых экосистем, надежное водоснабжение населения и хозяйственной деятельности. С этих позиций в настоящее время, по оценкам специалистов, водные ресурсы большинства рек Европейской зоны (Дона, Кубани, Самура, Волги, Урала) практически полностью исчерпаны. Водные ресурсы остальных рек России (Печоры, Северной Двины, Невы, Сулака, Терека, Оби, Енисея, Амура, Лены) освоены на 3/4 и более (табл. 2).

Отсюда следует важнейший вывод. При больших естественных ресурсах поверхностных и подземных вод России, преобладающая часть которых находится в восточных и северных регионах, экономически развитые европейские регионы с высоким уровнем комплексного освоения водных ресурсов практически исчерпали возможность их освоения без рационализации водопользования, экономии воды и восстановления качества водной среды.

Ряд проблем, связанных с использованием водных ресурсов, возникают и в приграничных районах, отличающихся по водообеспеченности. Одной из наиболее острых проблем является проблема регулирования трансграничных потоков. Наибольшая конфликтогенность по поводу использования водных ресурсов существует в тех регионах, где их

Таблица 2
Использование водных ресурсов бассейнов основных рек федеральных округов РФ [2]

бассейны основных рек – федеральных округов	Среднемноголетние ресурсы речного стока, м ³	Отношение объема водопользования с учетом экологических требований к ресурсам речного стока, %
Печора – Северо-Западный	136,0	83,1
Северная Двина – Северо-Западный	98,9	83,3
Нева – Северо-Западный	79,2	62,0
Кубань – Южный	14,4	100
Дон – Центральный, Южный	26,7	100
Самур – Южный	2,3	100
Сулак – Южный	4,9	82,5
Тerek – Южный	9,9	84,1
Волга – Центральный, Приволжский, Южный	253,0	100
Урал – Уральский, Сибирский	9,75	100
Обь – Уральский, Сибирский	538,0	87,1
Енисей – Сибирский	634,0	73,8
Амур – Дальневосточный	346,0	78,3
Лена – Сибирский, Дальневосточный	539,0	76,2

недостаток особенно ощутим или будет ощущен в ближайшей перспективе. Примером может служить Центрально-азиатский конфликт (Киргизия, Таджикистан, Узбекистан, Казахстан) по поводу использования вод рек Аму-Дары и Сыр-Дары.

Всемирный водный совет, четыре Всемирных водных форума (Марокко, 1997 г., Нидерланды, 2000 г., Киото, 2003 г., Мехико, 2006 г.), Глобальное водное партнерство, Киотский протокол, Доклад Всемирного водного форума в Гааге «Водное видение» и последующая за ним Бонская конференция и ее резолюция сыграли огромную роль в концентрации внимания политиков на необходимости усиления международного сотрудничества в вопросах регулирования трансграничными водными объектами. Деятельность Глобального водного партнерства, АБР, Швейцарского агентства развития и сотрудничества, Европейского Союза с их Водной инициативой способствовали формированию профессионального понимания интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). Генеральная ассамблея ООН в 2003 году назвала период 2005-2015 гг. Международным десятилетием действий по сохранению вод «Вода для жизни», обозначив целью этого десятилетия развитие международного сотрудничества для решения актуальных проблем, связанных с водой.

Среди основных направлений сотрудничества в водном секторе выделяют следующие.

1. *Организация сотрудничества на трансграничных водах*. Растет число инициатив, касающихся режимов управления речными бассейнами, и число организаций, отвечающих за двустороннее (или многостороннее) управление трансграничными водными ресурсами. В целом в настоящее время в мире отношения по трансграничным водным объектам развиваются достаточно конструктивно, но практически очень мало примеров «справедливого и обоснованного распределения и использования водных ресурсов». Комиссии США – Канада, Комиссии по Рейну, Иртышу (Россия – Казахстан). Реализация принятых сторонами обязательств, вытекающих из межправительственных Конвенций и Соглашений, осуществляется в рамках рабочих органов по основным направлениям сотрудничества:

- интегрированное управление водными ресурсами;
- мониторинг и оценка состояния трансграничных водных объектов;
- научно-прикладные исследования.

Продуктивной можно назвать сотрудничество государств Центральной Азии (Республика Казахстан, Киргизская Республика, Республика Таджикистан и Республика Узбекистан) в рамках сформированного Центрально-Азиатского Союза (ЦАС) в водно-энергетической сфере. Для снятия имеющейся напряженности и создания необходимых условий для рационального межгосударственного использования трансграничных водных ресурсов Центральной Азии поэтапно реализуется идея создания *водно-энергетического консорциума*.

2008-2009 гг. стали отправной точкой в становлении отношений в области водных ресурсов с Европейским Союзом. Именно в эти годы начали свою работу созданная в рамках Диалога по окружающей среде между Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Генеральным Директоратом по окружающей среде Комиссии европейских сообществ Подгруппа «Водные и морские вопросы». Актуальными направлениями взаимодействия с европейскими партнерами являются обмен опытом и выработка возможных общих подходов в области нормирования воздействия на водные объекты, учитывая имеющиеся наработки Евросоюза в этой сфере, обмен опытом в сфере водного законодательства и управления водными ресурсами. Российская Федерация внесла свой вклад в подготовку Руководящих принципов мониторинга и оценки трансграничных рек. Принципы и рекомендации по межгосударственному распределению водных ресурсов трансграничных водотоков с учетом аспекта качества вод, принимала активное участие в подготовке доклада Европейской экономической комиссии ООН об оценке состояния трансграничных рек, озер и подземных вод региона Европейской экономической комиссии ООН. Успешно взаимодействие России и ЕС на Балтике в рамках Комиссии по защите морской среды района Балтийского моря (ХЕЛКОМ). Деятельность Хельсинской комиссии, или ХЕЛКОМ, направлена на защи-

ту морской среды Балтийского моря от всех источников загрязнений и реализуется в рамках межправительственного сотрудничества Германии, Дании, европейского сообщества, Латвии, Литвы, Польши, России, Финляндии, Швеции и Эстонии.

В рамках шести заключенных соглашений РФ о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов с сопредельными государствами (Финляндия, Украина, Казахстан, Монголия, Эстония, Белоруссия, Китай) рабочими органами (совместные комиссии, уполномоченные правительства сторон, рабочие группы) осуществляется совместный мониторинг, обмен гидрологической и гидрохимической информацией, согласование режимов использования водных ресурсов, координация противопаводковых мероприятий и действий в чрезвычайных ситуациях, решение вопросов перераспределения водных ресурсов, совместные научные исследования [5, 6]. Ярким примером долгосрочного (более 40 лет) продуктивного международного сотрудничества является работа Совместной Российско-Финляндской комиссии по использованию пограничных водных систем. Комиссия рассматривает вопросы, связанные не только с водными ресурсами, но и околоводной деятельностью (водный транспорт и чесослав, пограничные службы, рыбное, лесное хозяйства и т. д.) – это комплексный подход к проблемам трансграничных водных ресурсов.

2. Межгосударственные программы и конкретные проекты. Программа развития ООН (U.N. Development Programme) – это организация при ООН по оказанию помощи странам – участникам в области развития. ПРООН оказывает помощь правительствам в проведении изысканий и исследований природных ресурсов, в открытии учебных заведений, в развитии энергетических ресурсов, предоставляет консультационные и экспертные услуги, обучает специалистов, поставляет оборудование и т. д. Помощь Программы развития ООН безвозмездна.

В 2007 г. был принят План действий по Балтийскому морю. В Плане реализована новая экологическая стратегия ХЕЛКОМ при учете последних научных знаний и инновационных подходов к управлению экосистема-

ми Балтийского моря. Новаторский подход заключается в том, что этот план основан на четком наборе «экологических целей». Кроме того, следует отметить еще ряд проектов, финансируемых международными финансово-финансовыми организациями: Стратегический проект «Улучшение использования водных ресурсов и окружающей среды в бассейне Аральского моря», объединяющий 5 стран Центральной Азии, финансируемый GEF; внедрение системы автоматизации и диспетчерского контроля на комплексе сооружения головного питания БВО «Сырдарья» в Ферганской долине при помощи Швейцарского агентства развития (SDC) и др.

3. Международная информационная сеть. Международная сеть бассейновых организаций (МСБО) была создана в 1994 году и на протяжении 14 лет подтвердила свою значительную роль по внедрению ИУВР и управлению по гидрографическому методу во всем мире. МСБО является добровольной сетью, основанной на профессиональном единстве, на широком обмене мнениями, опытом, информацией по самым разным аспектам водохозяйственной деятельности [4]. Наиболее активно работающими региональными систами является MEDNBO (сеть Средиземноморских организаций), CEENBO (сеть Центрально-Европейских бассейновых организаций), ANBO (Центрально-Американских организаций), CARBO (сеть азиатских речных бассейнов). В процессе подготовки к 5-му Всемирному водному форуму МСБО инициировал подготовку «Основных положений» для бассейновых организаций, которые могут служить первым шагом в создании системы Управления бассейновых организаций.

4. Научные исследования и разработки в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. В последние годы в северных странах все больше внимания уделяется координации научных работ в Арктике и Субарктике. В этой связи организуются совместные семинары, симпозиумы и пр. Наиболее ярким примером такого рода является проведение Северного исследовательского форума. Форум ставит своей целью обеспечение конструктивного диалога между исследователями, политиками, руководителями бизнеса, лидерами национальных и терри-

ториальных общин, менеджерами ресурсоиспользования, представителями государственных и общественных организаций, культуры и образования стран и регионов Севера.

5. Сотрудничество в использовании Мирового океана. В контексте регионального соуправления показателен опыт развития сотрудничества в северном полярном регионе под эгидой Арктического совета. Этот межправительственный форум был создан в 1996 г. восемью странами широкополярного региона для содействия сотрудничеству, координации и интеграции государств региона в решении общих проблем устойчивого развития и защиты окружающей среды, а также диалога с международным сообществом. В системе развития интеграционных процессов в рамках морского регионализма на уровне глобальных международных отношений очевидным становится курс на формирование океанических регионов за пределами национальной юрисдикции приморских государств. К их числу могут быть отнесены особо охраняемые территории в открытом море (международные океанические заповедники), регионы новых видов устойчивого морепользования (освоение генетических и энергетических ресурсов на глубоководных участках дна Мирового океана), районы промысла в открытом море, а также ареалы обитания видов, запасы которых находятся под угрозой. В перспективе актуальным является формирование океанического соуправления – варианта демократического управления деятельностью по освоению Мирового океана силами правительства, региональных и локальных сообществ, промышленности, бизнеса, неправительственных организаций и других заинтересованных сторон, которое будет ориентировано на согласование интересов и позиций всех субъектов и на всех уровнях принятия решений ради достижения целей гражданского общества отдельных стран и мира в целом.

Основой сотрудничества в сфере пространственного водопользования является юридическое закрепление прав и обязанностей государств, которое обеспечивается законодательными актами различного уровня, где наиболее важное место занимают международные конвенции. Следует отметить, что в

настоящее время совершенствование международного водного права движется достаточно сложно и медленно. Международное водное право и документы ООН (права человека, международные конвенции и пр.) не дают четких рекомендаций и гарантят по обеспечению прав на чистую воду, на воду для производства продуктов питания и на воду для производственных нужд. Положения большинства международных конвенций в водном секторе остаются рекомендательными и необязательными для использования. Прошло уже 4 Всемирных водных форума, но мировым сообществом пока еще не сформулированы и не узаконены положения международного водного права, на международном уровне не унифицированы правила поведения в водном секторе.

Анализ опыта сотрудничества в области охраны и рационального использования трансграничных водных объектов показывает, что необходимо развивать и совершенствовать институциональные механизмы и методологические основы трансграничного сотрудничества, стремясь к реализации двусторонних и многосторонних программ и проектов на трансграничных водоемах и водотоках; унификация методик в подходах сторон к оценке качества трансграничных вод; проведение совместных научных исследований и обмену информацией о результатах научных исследований; совершенствование механизмов оперативного оповещения о чрезвычайных ситуациях на водных объектах. Таким образом, водные ресурсы становятся одними из востребованных ресурсов XXI столетия. Решение водных проблем возможно на основе:

- коренной переориентации мирового водного хозяйства от удовлетворения потребностей в воде на управление потребностями, достижение потенциальной продуктивности воды во всех отраслях производства;

- интегрированного управления трансграничными водными объектами, предполагающего согласованные действия в вопросах ведения водохозяйственных работ, использования и охраны водных объектов на базе формирования институционального каркаса трансграничного сотрудничества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барабанов О. И., Голицин В. А., Терещенко В. В. Глобальное управление. М.: МГИМО-Университет, 2006. 256 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году». М.: МИА «Природа», 2009. 457 с.
3. Данилов-Данилин В. И., Лосев К. С. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.
4. Духонин В. А. Развитие информационной сети водного сектора на территории СНГ // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». 2009. № 1. С. 105-108.
5. Селигертов М. В. Развитие международного сотрудничества для решения актуальных проблем, связанных с водой // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». 2009. № 6. С. 15-16.
6. Смакенец Д. О. Совершенствование государственного регулирования в сфере использования и охраны водных ресурсов трансграничных водных объектов // Водное хозяйство России. 2009. № 1. С. 75-83.

УДК 330.15:368

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАХОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

И. Г. Полянская, М. С. Кокарева

В статье обоснована необходимость развития одного из важнейших направлений экологической безопасности – экологического страхования. Особенно актуальным этот процесс становится в условиях глобализации экономики, когда в международные хозяйствственные связи вступают несколько государств, у каждого из которых сформировалась своя нормативно-правовая среда. Отмечается, что данный вид страхования в мировой практике получил достаточно развитое. Этому способствовало создание соответствующей нормативно-законодательной базы. Анализ и изучение последней может служить основанием формирования практического отсутствующего в настоящее время экологического страхования в России.

Ключевые слова: экологическое страхование, глобализация, окружающая среда, недропользование, иностранные инвестиции.

In the paper the necessity is substantiated of development of one of the most important directions of ecological safety – environment insurance. The process becomes particularly actual in conditions of economy globalization when several states enter international economic contacts and, in the case, every state has its own formed normative-legal structure. It is noted that the mentioned type of insurance has got sufficient development in the world practice. It was promoted by creation of a proper normative-legislative base. Analysis and studying of the latter may serve as a basis in formation of the environment insurance in Russia, being absent in practice now.

Key words: ecological insurance, globalization, environment, subsurface use, foreign investment

В последнее время вопросам глобализации, как теоретическим, так и практическим, уделяется большое внимание, что вполне объяснимо. Сегодня в процессе глобализации оказываются взятыми практически все страны посредством формирования новых международных отношений, которые должны

учитывать интересы всех участников. Иными словами, речь идет о необходимости установления единых правил игры в мировой экономике, о ведущей роли мирохозяйственных отношений. Это относится и к процессу недропользования.

Одновременно активно обсуждается судьба национального государства в условиях

глобализации. В. С. Загашвили, например, уверен, что и сегодня государство обладает всей полнотой власти, а передача части суверенитета международным и наднациональным органам ничего не меняет, поскольку делегированные полномочия могут быть отозваны [2].

Ю. Шишков отмечает, что одной из фундаментальных характеристик процесса глобализации является размытие и ослабление регулирующих функций национального государства и трансформация этой традиционной формы организации мирового сообщества в некую новую форму [11]. Он же, в развитие этих рассуждений, считает, что «в наше время происходят два параллельных процесса: постепенное усиление и усложнение государственного вмешательства в экономику и в национальные процессы и одновременно постепенное сужение объема регулирующих функций государства вследствие частичного протекания их к наднациональным регуляторам». Все чаще в этой связи описывая глобализацию, в научных публикациях авторы задаются вопросом о соотношении выгод от нее и издержек для национальной экономики.

Говоря о недропользовании в условиях глобализации, следует отметить, что к ее издержкам справедливо можно отнести усиление экологической нагрузки в мире в условиях высоких экологических рисков в процессе добычи и транспортировки полезных ископаемых. Это проблема, которую мировое сообщество, в целях сохранения экологической безопасности, должно решать сообща, в том числе в виде транснационального регулятора, к которому непрямую относится нормативно-правовое обеспечение и его важнейшее направление – экологическая безопасность.

Особенно актуальным этот аспект становится потому, что в условиях интернационализации и глобализации процесса недропользования участвуют субъекты нескольких государств. При этом в каждом государстве существует своя нормативно-законодательная база, более или менее совершенная. Кроме того, существует преимущество международного права по отношению к национальному при реализации международных проектов.

К примеру, в соглашениях о разделе продукции (СРП) «Сахалин-1» и «Сахалин-2», заключенных на основе Закона РФ от 30 де-

кабря 1995 г. № 225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции», в части разрешения спорных вопросов преимущество отдается арбитражным системам других стран, участвующих в соглашении, а не российской системе.

В соглашении «Сахалин-2» определено, что соглашение регламентируется и толкуется в соответствии с законодательством штата Нью-Йорк, США, без учета соответствующих норм колумбийского права. Любые споры, в том числе и связанные с охраной окружающей среды, разрешаются путем взаимных консультаций сторон. В случае невозможности разрешения спора вопрос передается на разрешение в арбитраж в Стокгольм, Швеция, в соответствии с арбитражным регламентом Юнистрал.

По соглашению «Сахалин-1», арбитражные процедуры проводятся в Стокгольме согласно условиям соглашения и праву Англии, в соответствии с арбитражным регламентом Юнистрал [7].

Потенциальные инвесторы, вкладывая свой капитал в процесс недропользования в других странах, в обязательном порядке должны определять возможные выгоды и потери от вложения своих средств не только в производство, но и в мероприятия по устранению возможного воздействия на окружающую среду. Установки на компенсацию ущерба должны быть в обязательном порядке прописаны в основополагающих материалах, особенно по международному сотрудничеству.

Отсутствие в законодательстве отдельных стран жестких требований по компенсации убытков загрязнения может давать повод потенциальным инвесторам для рассуждений о возможности вложения средств лишь в развитие производства, для извлечения максимальной прибыли, не учитывая воздействие на окружающую среду. В свою очередь инвесторы, зная важность этой проблемы, с одной стороны, сомневаясь в неопределенности ответственности за нарушение природоохранного законодательства, с другой стороны, расходятся. Когда же возникает необходимость оспаривать ущерба, это вызывает недоумение.

Большое значение приобретает такой механизм ответственности участников недропользования за загрязнение окружающей среды, как экологическое страхование. В самом широком смысле под экологическим страхованием

и ием можно понимать «иное, как использование механизма страхования для защиты экологических рисков» [9]. Институт экологического страхования применяется для предотвращения и ликвидации последствий экологических и стихийных бедствий, аварий и катастроф. Отличительной чертой страхования является возможность компенсации непредвиденного чрезвычайного ущерба.

Суть страхования заключается в объединении финансовых ресурсов отдельных собственников и целях компенсации возможных убытков. В состав финансовых ресурсов могут входить отчисления части страховых премий страховыми компаниями на предупреждение мероприятий и прибыли от операций страхования экологических рисков и средства создаваемых запасных фондов для кредитования мероприятий по сокращению объемов загрязнения и смягчению их последствий.

Экологическое страхование обеспечивает права государства как собственника природных ресурсов на поддержание приемлемого качества окружающей среды и необходимого уровня воспроизводства природных ресурсов, в том числе и минерально-сырьевых. Такие права закрепляются соответствующим законодательством. Нормативно-правовой механизм экологического страхования должен четко очерчивать меру ответственности юридических и физических лиц за те или иные действия или противодействия, приведшие к нарушению экологического равновесия, через загрязнение и нанесение ущерба окружающей среде.

Экологическое страхование как вид страхования возникло в мировой практике в 60-70-х годах XX века. Оно впервые было закреплено в международных правовых нормах, а не в нормативно-правовых актах национальных правовых систем. Это объясняется прогрессивностью международного законодательства, которое ранее законодательством отдельных государств обратило внимание на экологические проблемы и, прежде всего, на проблему возмещения вреда, причиненного экологическим правонарушением. Исключением является законодательство США, закрепившее в 50-х годах страхование ядерных рисков.

В международном законодательстве отношения по экологическому страхованию

предусмотрены в Конвенции об ущербе, причиненном иностранными воздушными судами третьим лицам на поверхности [4]. Государство, ратифицировавшее Конвенцию, могло требовать от организации, эксплуатирующей судно, покрытия путем страхования или гарантии другого обеспечения ответственности за ущерб, причиненный на его территории. Лимит ответственности устанавливался в соответствии с определенными правилами.

Другим нормативно-законодательным актом в сфере экологического страхования, в области транспортировки минерально-сырьевых ресурсов, является Международная конвенция о гражданская ответственность за ущерб от загрязнения нефтью [5]. Россия относится к числу стран, ратифицировавших эту конвенцию. В соответствии с данной конвенцией собственник судна, перевозящий более 2000 тонн нефти, должен для покрытия своей ответственности за ущерб от загрязнения осуществить страхование или предоставить иное финансовое обеспечение (гарантии банка, свидетельство, выданное международным компенсационным фондом). Только при наличии страхового обязательства выдается свидетельство, необходимое для осуществления международных перевозок и заходов в порты других государств.

В мировой практике экологическое страхование недропользования в составе природопользования предусматривает возмещение убытков, наносимых окружающей природной среде и населению за счет средств участников процесса, а не за счет госбюджета. В структуре расходов государственного бюджета расходы на защиту окружающей среды составляют менее 4 % (см. таблицу).

Это дает возможность государству направлять больше денег на превентивные мероприятия. Существует добровольное и обязательное страхование. Широко представлено добровольное страхование ответственности за возмещение ущерба от загрязнения окружающей среды в рамках общего страхования гражданской ответственности предприятий. Обязательное страхование существует в Бельгии, Португалии. Обсуждается в Германии.

В Европе индустрия экологического страхования получила достаточное развитие, чему

Удельный вес расходов на охрану окружающей среды в государственном бюджете стран «восьмерки» в 2008 г.

Страна	Ул. вес расходов, %
Германия	
Консолидированный бюджет	1,1
Федеральный бюджет	0,1
Италия	
Консолидированный бюджет	1,7
Федеральный бюджет	0,5
Канада	
Консолидированный бюджет	1,8
Федеральный бюджет	1,2
Россия	
Консолидированный бюджет	0,3
Федеральный бюджет	0,2
Соединенное королевство Великобритания	
Консолидированный бюджет	2,2
Федеральный бюджет	1,0
США	
Консолидированный бюджет	0
Федеральный бюджет	0
Франция	
Консолидированный бюджет	1,7
Федеральный бюджет	0,4
Япония	
Консолидированный бюджет	3,5
Федеральный бюджет	0

Примечание. Группа восьми в цифрах: стат. сб. М.: Росстат. 2009. С. 88-89.

способствовало создание соответствующей законодательной базы, эффективной системы судебного преследования за экологические правонарушения и формирование развитого экономического сознания [9].

Здесь ярко выражена превентивная (предупредительная) функция экологического страхования. К превентивным мероприятиям в экологическом страховании относятся мероприятия по установке и модернизации очистных сооружений, совершенствование систем контроля за выбросами, совершенствование производственного оборудования и технологии, переходу на менее опасные технологические процессы, консервации отходов, финансированию аварийных и ремонтных служб и их подготовке к действиям в чрезвычайных ситуациях.

В Германии, например, с компаниями, не застраховавшими экологические риски, на основании действующего законодательства, не будут сотрудничать деловые партнеры. Поэтому еще в середине 90-х г. XX в. собственники и управляющие предприятия, использующих водные, земельные ресурсы и ресурсы недр в

Германии, исправно выплачивали страховые платежи по договорам страхования на случай внезапного или аварийного загрязнения в размере, не меньшем 1,4 млн немецких марок за событие, с ежегодной страховой суммой до 6,0 млн немецких марок, при этом исключая затраты на судебную защиту. За ожидаемые и неаварийные случаи загрязнения платежи составляли не менее 4,2 млн немецких марок за событие с ежегодной страховой суммой до 12 млн немецких марок [12].

В европейских странах система страхования экологических рисков включает в себя несколько видов страховой защиты:

- страхование ответственности за аварийное (внезапное) и постепенное загрязнение окружающей среды в рамках страхования общей ответственности;
- страхование ответственности только за аварийное (внезапное) загрязнение окружающей среды в рамках страхования общей ответственности;
- страхование ответственности за аварийное внезапное и постепенное загрязнение окружающей среды в рамках экологического страхования.

В последнее время наблюдается тенденция перехода на страхование рисков в рамках экологического страхования. По экспертным оценкам, международный ежегодный оборот мирового рынка экологических услуг составляет около 150 млрд долларов. Лидерами являются Япония, Германия и страны Центральной Европы [9].

В США система экологического страхования направлена больше на возмещение действительного ущерба, нанесенного предприятием. Здесь существует децентрализованная система precedентного права, характеризующаяся отсутствием федерального страхового законодательства и наличием законодательства штатов в области страхования. Каждый штат создает свои судебные precedents, иногда противоречащие друг другу. В связи с этим имеет место полная юридическая неопределенность. Однако объем экологического страхования в США значительный, более 1 млрд долларов.

Зарубежный практический опыт проведения экологического страхования в части ответственности за вред окружающей природной среде показал еще один важный момент: в 90 % случаев страховщики финансируют расходы на мероприятия по уменьшению последствий свершившегося страхового события, тем самым сокращая его распространение и уменьшая его последствия.

Другой формой обеспечения экологического страхования является система страховых фондов. С этой целью создаются специализированные публичные (Япония, Франция, Голландия, Швеция, Англия). Кроме того, в экономически развитых странах имеет место взаимное страхование промышленных компаний путем создания объединенных страховых фондов или собственных резервных фондов. Собственные резервные фонды формируются для возмещения ущерба от загрязнения среды только финансово состоятельными крупными компаниями и корпорациями.

В России с переходом на рыночные отношения также возникла необходимость в экологическом страховании в связи с высокой степенью экологической опасности, низким уровнем капиталовложений в природоохранную сферу и затрат на предупреждение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций.

На сегодняшний день к правовым основам экологического страхования в Российской Федерации относятся:

- Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.;
- Федеральный закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.1997 г.;
- Постановление Правительства РФ № 1387 от 22.11.1996 г. «О первоочередных мерах по развитию рынка страхования в Российской Федерации»;
- Приказ Госкомэкологии России № 486 от 05.11.1997 г. «Об организации работ по обязательному страхованию ответственности за причинение вреда окружающей природной среде в результате аварии на опасном производственном объекте в Российской Федерации»;
- Приказ Госкомэкологии № 138 от 10.03.1998 г. «Об организации эксперимента по отработке механизма экологического страхования» и др.
- Федеральный закон РФ от 2 января 2000 г. № 27-ФЗ «О присоединении Российской Федерации к Протоколу 1992 г. об изменении международной конвенции о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью 1969 г. и денонсации Российской Федерацией конвенции о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью 1969 г.».

Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» установил, что в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц из случай экологических рисков осуществляется обязательное государственное экологическое страхование. В развитие этого закона Министерством охраны окружающей природной среды и природных ресурсов и Росгосстрахом были утверждены Типовые положения о порядке добровольного экологического страхования в РФ.

Федеральный закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» закрепил положение о том, что организации, эксплуатирующие такие объекты, обязаны страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае производственной аварии.

Однако фактически в российском законодательстве определение экологического стра-

хования не закреплено, тем более оно не закреплено в законодательстве «О недрах». Об экологическом страховании упоминается в Федеральном законе «О соглашениях о разделе продукции», где вводится обязательное (негосударственное) экологическое страхование при осуществлении недропользования в соответствии с условиями раздела продукции. Соглашение должно предусматривать обязательство инвестора по «страхованию ответственности по возмещению ущерба в случае аварий, повлекших за собой вредное влияние на окружающую природную среду». В Законе РФ «О континентальном шельфе» также предусмотрены статьи об обязательном страховании вреда, причиненного окружающей среде в процессе эксплуатации техногенных объектов.

Получается, что ни один из действующих нормативно-законодательных актов не предоставляет в полной мере оснований для правового регулирования экологического страхования. Что является причиной для принятия, в первую очередь, Федерального закона «Об обязательном экологическом страховании», в котором наряду с другими видами деятельности должна быть определена деятельность добывающих отраслей и предприятий ТЭК.

В России, в отличие от мировой практики страхования, нет примера существования страховых экологических пулов. Нельзя сказать, что правовая база для их создания отсутствует. Скорее она разработана недостаточно. Специалисты в области правового обеспечения страховой деятельности считают: «действующая редакция ст. 14.1 Закона Российской Федерации от 27.11.1992 г. № 4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (в ред. от 29.11.2007), предусматривающая создание страхового пула на основании договора простого товарищества, не отвечает потребностям рынка страховых услуг. Данная норма не позволяет в полной мере использовать в рамках пула те механизмы сотрудничества страховщиков, которые необходимы для достижения цели обеспечения финансовой устойчивости страховых операций» [8]. А. Соловьев считает, что в этой ситуации для страховки организаций проще заключать соглашение о сотрудничестве,

договоры о взаимодействии, во избежание попадания под жесткие требования, предъявляемые страховому пулу как простому товариществу.

Основной целью закона об экологическом страховании является, прежде всего, создание реального механизма финансирования затрат на восстановление природной среды, природных и природно-антропогенных объектов. Страховщик, застраховавший экологическую ответственность, не будет производить страховую выплату в никуда, он должен будет оплачивать фактические расходы на восстановление природной среды в соответствии с планом восстановительных работ после их выполнения или осуществлять финансирование по смете [10].

Принятие Закона «Об обязательном экологическом страховании» для России имеет огромный государственный интерес еще и потому, что сырьевая направленность российской экономики, судя по всему, будет продолжаться, по крайней мере, в среднесрочной перспективе. Причем в добывающих регионах нового освоения загрязнение окружающей среды может находиться как на месте добычи, так и распространяться на огромные территории, задействованные для переработки первичного сырья. В результате загрязнение смещается на все более уязвимые природные территории. «Особую опасность представляет то, что в топливной промышленности продукты загрязнения улавливаются и утилизируются в наименьшей степени» [1]. Предприятия же в настоящее время не несут ответственности в полном объеме за причиненный окружающей среде вред, и этот вред компенсирует государство (даже для обанкротившихся добывающих компаний). «К тому же, если нефтедобывающая промышленность является лидером по количеству инвестиций в основные фонды природоохранного назначения, то главная находится на одном из последних мест».

Для осуществления процесса экологического страхования помимо нормативно-правовых необходим ряд методических материалов, которые в совокупности составляют систему экологического страхования. Кручинина Н. В. к ключевым компонентам системы экологического страхования относит: «1. Определение

четкой правовой (гражданской и уголовной) ответственности хозяйствующих субъектов за негативное воздействие на окружающую среду; 2. Независимо оцененный экологический риск хозяйственной и иной деятельности; 3. Оценка экологического ущерба» [3]. Она же придерживается мнения, что отличительными особенностями действующей системы экономической оценки экологического ущерба являются, во-первых, покомпонентный подход и, как следствие, отсутствие комплексности в расчетах, во-вторых, преобладание нормативных методов оценки и, в-третьих, отсутствие законодательно признаваемых методов оценки ущерба (вреда), причиняемого жизни и здоровью людей загрязнением окружающей природной среды, и методов оценки компенсации экосистемных услуг (методов оценки экосистем и их функций).

К методикам, в которых прописан механизм комплексной оценки экологического вреда, относятся: Методика оценки ущерба от аварий на магистральных нефтепроводах (1995 г.); Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды (1983 г.). Применение их является проблематичным ввиду их несоответствия применительно к изменившимся со временем их принятия социально-экономическим условиям.

Разработка методических рекомендаций по оценке экологического ущерба и включение их в процесс совершенствования нормативно-законодательного сопровождения экологического страхования является предметом формирующегося в настоящее время устойчивого направления научных экологических исследований в этой области знаний. Это касается в том числе и вопроса использования механизма страхования для компенсации вреда, нанесенного окружающей среде в результате деятельности, связанной с недропользованием.

Таким образом, экологическое страхование, являясь важнейшим инструментом экономико-правового механизма охраны окружающей среды, требует постоянного развития. Мировая практика этого вида страхования свидетельствует о значительном превосходстве по отношению к российскому.

Это и международные нормативно-законодательные акты, и нормативно-законодательные акты на уровне отдельных зарубежных государств.

Существующая в России нормативно-законодательная база, как в области охраны окружающей среды, так и в области регулирования природоохранной деятельности, включая экологическое страхование, требует, наряду со значительной доработкой, совместности с международными подходами и правовой базой в других странах.

Участие отдельных стран в условиях глобализации в международных соглашениях и проектах требует, с одной стороны, гармонизации норм и правил охраны окружающей среды и механизма экологического страхования с национальным законодательством других стран. С другой стороны, перед мировым сообществом стоит задача поиска и разработки единого международного механизма регулирования экологической безопасности, в том числе при помощи экологического страхования.

Проблемными остаются вопросы разработки и принятия международных законов об экологическом страховании, где были бы прописаны направления экологического страхования недропользования в условиях глобализации. Именно в условиях глобализации сохранение экологической безопасности является важнейшим условием развития общества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битюкова В. Р. Пространственные трансформации антропогенного воздействия в России в период экономического роста // Пространственная экономика. 2005. № 3. С. 47-63.
2. Загашити В. С. Государство на новом этапе экономической глобализации // Мировая экономика и международные отношения. 2009. № 5. С. 47-78.
3. Кручинина И. В. Совершенствование экономических инструментов управления охраной окружающей среды и природопользованием в условиях перехода к устойчивому развитию // Менеджмент в России и за рубежом. 2010. № 6. С. 95-101.
4. Об ущербе, причиненном иностранными воздушными судами третьим лицам на поверхности: Конвенция от 7 октября 1952 г. // Сборник международных договоров СССР. М., 1984. Вып. XXXVIII. С. 164.

5. О гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью: Конвенция от 9 марта 1969 г. // Сборник международных договоров СССР. М., 1975. Вып. XXXI VII.
6. Паньков В. С. Глобализация экономики: сущность, проявления, вызовы и возможности для России. Ярославль: ООО Изд. дом «Верхняя Волга», 2009. 368 с.
7. Салиева Р. С. Правовое регулирование инвестиционной деятельности в России: состояние и перспективы развития // Бизнес. Менеджмент. Право. 2009. № 1. С. 55-59.
8. Соловьев А. Страховые пузыри. Финансовая газета. № 43. 2009.
9. Страхование в России: Перспективы развития экологического страхования в России Электронный ресурс: [http://allinsurance.ru]
10. Столярова Л. В., Бирбичадзе А. В. Проблемы возмещения вреда природной среде // Проблемы горного, земельного и экологического права. М.: МАКС Пресс, 2009. Вып. 7. С. 198-207.
11. Шишкин Ю. Глобализация: враг или союзник развивающихся стран // Мировая экономика и международные отношения. 2004. № 4. С. 34-57.
12. Экологическое страхование в России // Материалы к Первой всероссийской конференции «Теория и практика экологического страхования». М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации; Институт проблем рынка Российской академии наук, 1995. 22 с.

УДК 330.15

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМЫ ПЛАТНОСТИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Т. А. Игнатьева, М. Н. Игнатьева

В статье рассматриваются вопросы изменения системы платности недропользования в историческом аспекте. Анализируются вносимые новации с позиций их влияния на экономические взаимоотношения в сфере недропользования.

Ключевые слова: платность недропользования, типы платежей, рентообразующие факторы, налоговое бремя.

Some changes in the system of payment of subsoil development are considered in the paper in historical aspect. The introduced innovations are analyzed from a position of their influence onto economic relationships in the sphere of subsoil use.

Key words: payment of subsoil use, types of payments, rent-forming factors, taxation burden.

В условиях административно-командной системы пользование недрами было бесплатным. Все природные ресурсы, в т. ч. минеральные, были собственностью государства, которое директивно управляло процессом недропользования. В силу вышесказанного вопрос о ценности природных ресурсов и платности их использования не рассматривался и не требовал своего решения. Основы платного природопользования, как и недропользования, были заложены в ряде законов и подзаконных актов, принятых в 1991-1995 годах. В частности, использование механизма платности в отношении минеральных ресурсов было

закреплено Федеральным законом «О недрах» (1992 г.) – раздел V «Платежи при пользовании недрами».

Как следует из мировой практики, платежи за природные ресурсы рассматриваются в качестве одной из наиболее приемлемых форм реализации экономических взаимоотношений в сфере природопользования. По своему экономическому содержанию они представляют собой нормативы, регулирующие, во-первых, взаимоотношения между субъектами (предприятия, организации, физические лица), претендующими на получение права пользования природными ресурсами, и собственниками

(распорядителями) этих ресурсов или арендодателями; во-вторых, взаимоотношения этих же субъектов, но уже выступающих в роли пользователей природных ресурсов, и территории, в рамках которой расположены последние. Механизм платности предполагает решение большого круга разноплановых задач, которые могут быть объединены в две группы. Первая из них касается расширения самостоятельности территориальных образований с учетом решения проблемы согласования интересов в процессе недропользования и формирования новых экономических взаимоотношений между собственниками ресурсов и их пользователями. Вторая группа задач ориентирована на обеспечение экономической заинтересованности пользователей недр в рациональном природопользовании, что способствует укреплению природно-ресурсного, в т. ч. минерально-сырьевого потенциала, и соблюдению условий устойчивого развития при его использовании.

По характеру формирования платежи подразделяют:

- на рентные;
- воспроизводственные или затратные;
- компенсационные.

Первые из них предполагают изъятие через платежи дифференциальной ренты, принадлежащей собственнику природных ресурсов. Второй тип платежей соответствует по своей величине суммарному размеру затрат, необходимых для воспроизведения природных ресурсов (например, воспроизводства минерально-сырьевой базы, воспроизведения качества окружающей среды и др.). И, наконец, компенсационные платежи предполагают компенсацию ущерба, обусловленного изъятием природных ресурсов из хозяйственного оборота, нарушением рационального режима недропользования и т. д.

Наибольшую значимость среди перечисленных типов платежей имеют рентные. Платежи в этом случае рассматриваются как оплата собственнику права использования (истощения) природного ресурса. В рамках недропользования плата за пользование недрами представляет собой экономическую форму реализации права собственности на минеральные ресурсы, заключенные в недрах территории, на которую распространяется

юрисдикция субъектов, обладающих этим правом. Непременным условием реализации механизма платности является наличие рыночных отношений в сфере недропользования. Как известно, дифференциальная рента представляет собой дополнительную прибыль, получаемую горнодобывающим предприятием вследствие наличия лучших горногеологических условий разрабатываемого месторождения по сравнению с другими месторождениями данного вида полезного ископаемого, наличия наиболее благоприятных экономико-географических условий района расположения месторождения и др. (рента I типа) или более совершенного технического оснащения, обусловленного большей величиной инвестиций, вкладываемых в данный участок недр (рента II типа).

Рентный платеж в системе платежей за пользование недрами, определенных первой редакцией Закона РФ «О недрах», выступил в виде платы за право добычи полезных ископаемых (роялти). Обзор мировой практики регулирования экономических отношений недропользования свидетельствует об использовании чаще всего фиксированных ставок отчислений от общего годового дохода или от фактической прибыли, определяющих размер платы за недра. Есть примеры полного отказа от выплаты роялти при добыве принадлежащих государству полезных ископаемых в целях стимулирования процесса освоения минерально-сырьевого потенциала. Как правило, ставка роялти зависит от прибыльности разработки месторождения полезных ископаемых и других аспектов налогового пакета. Размер ставок варьирует в пределах на разработку ресурсов недр, применяются и пошаговые ставки (скользящие шкалы роялти) при эксплуатации месторождений нефтегазового комплекса. Считается, что гибкое роялти, норма которого снижается вслед за ценой на нефть, продлевает рентабельную жизнь месторождения, стимулирует осуществление инвестиций в поддержание разработки месторождения или шире - добычу из месторождений. Основой для обоснования нормы роялти в этом случае выступает график безубыточной нормы роялти в зависимости от цены на нефть.

В российских условиях постановлением Правительства от 28.10.1992 г. были введены

пределные ставки регулярных платежей за право добычи полезных ископаемых, дифференцированные по видам полезных ископаемых. Конкретные размеры ставок устанавливались для отдельных месторождений с учетом рентообразующих факторов. Федеральная методика расчета платежей отсутствовала, однако на уровне субъектов Федерации методические рекомендации имели место, утверждались правительством субъекта Федерации и использовались в практической деятельности. В частности, в рамках Свердловской области подобные методические рекомендации использовались на протяжении 1993–1997 гг.

Конкретные размеры платежей для индивидуальных условий недропользователей рекомендовалось определять по формуле

$$I_i = \sum I_{ij} \alpha_{ij}$$

где I_i – индивидуальная ставка по j -му объекту недропользования, %; I_{ij} – уровень ставки регулярного платежа по i -й группе факторов, %; α_{ij} – весомость j -й группы факторов, дол. ед.; i – группа факторов ($i = 1, \dots, n$).

Уровень индивидуальной ставки регулярного платежа за право на добычу полезных ископаемых определяли следующие факторы:

- значимость месторождения, являющегося объектом добычи полезных ископаемых;
- сложность геологического строения, обуславливающая степень риска инвестора;
- рентабельность, рассчитываемая по отношению к себестоимости;
- оценка экологической ситуации территории, в пределах которой расположено месторождение;
- уровень соци инфраструктурой обустроенностю территории.

Методические рекомендации несколько иного типа были разработаны и в ряде других субъектов Федерации: Тюменской, Томской, Челябинской областях и др. Предлагаемые методические подходы к расчету платежей позволяют учесть рентообразующие факторы и таким образом приблизить величину платежа к размеру дифференциальной ренты I типа. Законодательство также давало возможность недропользователям претендовать на снижение ставок платежей при ухудшении горно-геологических условий, подтверждаемом

соответствующим ТЭО. Имел место и еще один момент. Законодательство РФ «О недрах» допускало снижение ставок на этапе добычи месторождения (скидка на истощение недр). Правда, отсутствие необходимых нормативных документов не позволяло воспользоваться данной льготой, хотя мировая практика подтверждает высокую эффективность ее применения.

Помимо платы за право добычи полезных ископаемых плата за пользование недрами включала в себя платежи за право геологического изучения недр, которые взимались в виде регулярных платежей в течение всего периода его проведения в процентах от договорной (сметной) стоимости указанных работ. Величина ставок составила 1–2 % за право на поиски и оценку месторождений и 3–5 % за право на проектирование разведочных работ. Уровень индивидуальных ставок определялся с учетом ряда нормообразующих факторов. Следует отметить, что предусмотренный порядок расчета платы за геологическое изучение недр никак не был связан с учетом фактора, касающегося отчуждаемых земельных площадей, что является наиболее значимым на этой стадии недропользования.

Помимо регулярных плат за пользование недрами включала в себя еще и разовые платежи. Разовые невостребованные платежи (бонусы) являются обязательным элементом платежей для всех новых вводимых в освоение объектов добычи полезных ископаемых. Минимальный стартовый размер разовых платежей при добыче полезных ископаемых регламентируется на уровне десяти процентов от величины регулярного платежа в расчете на проектную мощность добывающего предприятия. Максимальный размер разового платежа при предоставлении права пользования недрами на условиях предпринимательского риска не регламентирован. Окончательная величина разового платежа устанавливается в процессе конкурса (аукциона).

Сбор за участие в конкурсе (аукционе) является обязательным условием регистрации заявки на участие в конкурсе (аукционе) на право получения лицензии пользования недрами. Размер сбора определяется величиной затрат на подготовку, проведение и подве-

дение итогов конкурса (аукциона). Сбор за выдачу лицензии также имеет затратный характер и определяется исходя из величины затрат на подготовку, оформление и регистрацию лицензии.

Еще один платеж касался отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы. Данные платежи рассматривались в качестве стабильного источника образования целевых средств на финансирование геологосъемочных работ, необходимых для подготовки минерально-сырьевой базы горнодобывающих отраслей. Практически они представляли собой специальный общегосударственный налог. Отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы поступали в Государственный внебюджетный фонд воспроизводства минерально-сырьевой базы РФ. Отчисления на воспроизводство МСБ по общераспространенным полезным ископаемым поступали в территориальные внебюджетные фонды ВМСБ. Средства фонда использовались для финансирования региональных, геологосъемочных, научно-исследовательских и других работ, связанных с геологическим изучением недр, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, а также завершения разведки месторождений полезных ископаемых по проектам, утвержденным до введения в действие Закона РФ «О недрах». Разведка всех других месторождений полезных ископаемых финансировалась за счет средств предприятий, получивших лицензии на право разработки этих месторождений.

Отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы (ВМСБ) производились в процентах от стоимости реализованной продукции (без налога на добавленную стоимость), при этом учет потерь, в том числе и сверхнормативных, не осуществлялся. При реализации не собственно полезных ископаемых, а продуктов более высокой степени их передела размер отчислений корректировался понижающим коэффициентом, который определялся отношением себестоимости добывших полезных ископаемых к себестоимости реализованных продуктов их передела. Несколько позднее порядок расчета понижающего коэффициента несколько изменился. Теперь он стал характеризоваться отношением себестоимости добывших полезных ископаемых

или получаемых из них первых товарных продуктов (концентраты, товарная руда) к себестоимости реализованных продуктов их передела. В последующие годы были внесены определенные дополнения и корректины в раздел V. Так, ст. 43-1 была введена плата за геологическую информацию о недрах, полученную за счет государственных средств. Были внесены изменения в связи с принятием Федерального закона «О соглашениях о разделе продукции», уточнены направления использования отчислений на воспроизводство МСБ.

С введением в 1999 г. первой части Налогового кодекса (НК) основные платежи при пользовании недрами были переведены в налоговое законодательство. В части первой НК и в главе «Акцизы» части второй НК сохранились акцизы на нефть, газовый конденсат, а также на природный газ.

Положительным аспектом применения системы платежей являлось законодательно закрепленное их распределение по бюджетам. К сожалению, в последующем почти все положительные новации механизма платности недропользования претерпели изменения или были вообще отменены. Так, вместо планируемого снижения ставок отчислений на ВМСБ они были полностью отменены с 2002 г. Из состава федерального бюджета был исключен целивой внебюджетный фонд воспроизводства МСБ. Большинство исследователей и практиков считают, что отмена отчислений была преждевременной и способствовала дальнейшему истощению минерально-сырьевой базы. Данная мера должна реализовываться в условиях стабилизации и роста производства. В противном случае предприятия не будут вкладывать средства в рискованное геологическое изучение недр.

Еще большие нарекания вызвало введение налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), заменившего платежи за право на добычу полезных ископаемых и отчисления на воспроизводство МСБ. Объектом данного налога признается полезное ископаемое, добывное из недр. По 23 группам и видам полезных ископаемых установлены налоговые ставки (в процентах от добычи полезных ископаемых). В результате исчисление горной ренты исчезло, а налог стал выполнять чисто

фискальные функции. Данный налог не учитывает рентообразующих факторов, в результате чего он не способен изымать сверхприбыль. Введение НДПИ позволило централизовать налоговые поступления и увеличить их объем, однако его введение ухудшило экономическое положение ряда горнодобывающих предприятий и в первую очередь тех, которые находились в наиболее сложных горно-геологических условиях, так как налоговая ставка база установлена единой для предприятий, эксплуатирующих месторождения определенной группы или вида полезных ископаемых. Многочисленные предложения о дифференциации ставок НДПИ остались неуслышанными. Практика фискального налогообложения продолжается. Вместе с платежами за право добывчи полезных ископаемых была отменена и скидка за истощение недр, исчезла и льгота по снижению ставки в условиях ухудшения природных условий месторождения.

В целом второй этап формирования налоговой системы, который начался с 2001 г., оказался для системы недропользования незэффективным:

- замена рентного подхода к налогообложению, предусматривающего дифференциацию налоговых ставок фискальной системой налогообложения, нашедшей свое выражение в ИДПИ;

- отмена льгот, связанных со спецификой недропользования, эффективность которого во многом определяется природными условиями эксплуатируемых месторождений;

- отмена отчислений на ВМСБ, перенос нагрузки по геологическому изучению недр на недропользователей;

- централизация ресурсных налогов, исключение из состава прямых их получателей – муниципальных образований, в то время как рентные платежи в Канаде, Франции, Германии, Норвегии, США ориентированы на местный бюджет.

Весь мировой опыт свидетельствует о том, что платное недропользование во всех государствах с федеральным устройством регулируется специальным законодательством о недрах, а не налоговым законодательством. Отторжение международной практики платного недропользования приводит к тому, что вместо дифференцированного расчета горной

ренты и обоснования направлений ее распределения по бюджетам разного уровня введение «уравниловка» всех природных объектов путем использования единых налоговых ставок при исчислении НДПИ. Никакого снижения налогового бремени за счет нововведений НК не произошло. Суть налоговой системы осталась прежней – максимизация налоговой массы и аккумулирование ее в федеральном бюджете.

Сохранился сбор за участие в конкурсе (аукционе) и выдачу лицензии, правда, в новой редакции он представлен двумя платежами. Введена плата за пользование геологической информацией (в мае 2010 г. она вновь отменена), платежи за пользование недрами, которые ранее были представлены тремя видами платежей, в новой редакции представлены регулярными платежами за право на геологическое изучение недр. Разовые платежи выделены из общей системы платежей. Их расчет остался прежним, в то время как порядок расчета регулярных платежей изменился. В новых условиях регулярные платежи выплачиваются за площадь лицензионного участка (геологического отвода) за вычетом вознагражденной части. Ставка этого платежа устанавливается за 1 км² площади участка недр, а ее размер зависит:

- от экономико-географических условий;
- размера участка;
- вида полезного ископаемого;
- продолжительности работ;
- степени геологической изученности территории;
- степени риска.

Согласно законодательству, разовые платежи начисляются при наступлении определенных событий. По логике рассуждений такими событиями могут быть: получение лицензии, начало добычи (эксплуатации месторождения), выход на проектную мощность и т. д. На практике разовый платеж выплачивается полностью при получении лицензии.

Таким образом, как показывает анализ, проблема изъятия ренты с помощью действующего механизма платности не решена. Научное обоснование определения величины регулярных платежей за пользование недрами и разовых платежей (бонусов) недостаточно и требует своего дополнения и развития.

РАЗВИТИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СИТУАЦИИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Л. А. Мочалова

Функционирование промышленных предприятий, обеспечивающее материальное благосостояние общества, ухудшает экологическую ситуацию, что, в свою очередь, приводит к экономическим потерям. Для устранения предпосылок для нарастания эколого-экономического кризиса необходимо развитие на промышленных предприятиях экологически ориентированного менеджмента. Он должен быть направлен на достижение следующих целевых установок управления эколого-экономического устойчивого развитием предприятия: рациональное использование ресурсов, обеспечение приемлемого уровня рисков, удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон и повышение рыночной капитализации предприятия.

Ключевые слова: промышленные предприятия, эколого-экономически устойчивое развитие, экологически ориентированный менеджмент.

Functioning of industrial enterprises, providing the society wellbeing, makes worse environment situation, leading, in its turn, to economy losses. For removal prerequisites of ecological-economic crisis it is necessary to develop the environment-oriented management at industrial enterprises. It must lead to achievement of the following targeted tasks of management of enterprise's ecological-economic sustainable development: rational resources use, ensuring of an acceptable risk level, satisfaction of needs of all stakeholders and increase of market capitalization of enterprise.

Key words: industrial enterprises, ecological-economical sustainable development, environment-oriented management.

При развитии промышленного производства в нашей стране экологическая ситуация неизменно ухудшается. Даже, несмотря на снижение объемов выпуска продукции, в кризисный для экономики период состояние окружающей среды в старопромышленных регионах России по-прежнему оставалось сложным. Это говорит о том, что традиционная модель экономического развития к настоящему времени исчерпала свои возможности и может быть характеризована как экологически неустойчивая. По признанию общественности, представителей научных, государственных и деловых кругов, необходимы принципиально новые подходы к решению экономических проблем, которые позволят обеспечить сочетание экономической и экологической устойчивости развития.

Необходимость обеспечения экологически устойчивого развития всего мирового сообщества, живущего на нашей планете, была продекларирована еще в 1992 г. на Второй конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей в Рио-де-

Жанейро. Утвержденная представителями большинства стран мира и получившая обра-ние наименование «Экологический кодекс человечества», Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию показала глобальный характер наблюдаемых экологических проблем, которые затрагивают интересы всех стран мира, как развитых, так и развивающихся. На той же конференции была принята «Повестка дня на XXI век» – динамичная программа, которая должна осуществляться различными участниками с учетом отличий в ситуациях, возможностях и приоритетах стран и регионов и при полном соблюдении всех принципов с целью обеспечения экологически устойчивого развития на глобальном, общепланетарном уровне. В дальнейшем в развитие указанных документов были приштыны еще два важных документа: Программа действий по дальнейшему осуществлению «Повестки дня на XXI век» (утверждена Генеральной Ассамблей на ее девятнадцатой специальной сессии в 1997 г.) и Нью-Йоркская декларация по устойчиво-

му развитию (утверждена на Третьей конференции ООН по окружающей среде и развитию в 2002 г.). Международный уровень принятых решений свидетельствует об их особой важности для многих стран мира. Однако успешность их практической реализации на мировом и национальном уровнях зависит от готовности отдельных территорий, а также хозяйствующих субъектов решать экологические проблемы. В данных условиях очень важно сориентировать промышленные предприятия, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду, на обеспечение их эколого-экономической устойчивости.

В ситуации повышения экологического сознания общества в качестве заинтересованных сторон и обеспечении эколого-экономической устойчивости промышленных предприятий выступают не только потребители, желающие использовать продукцию, отвечающую их экологическим требованиям; местное население, имеющее право на благоприятную окружающую среду; работники предприятий, желающие иметь здоровые условия труда; государственные органы власти, призванные заботиться о росте нематериальной составляющей национального богатства, выражаящейся в сохранении чистоты и красоты национальной природы, но и собственники, и менеджеры предприятий.

Управление эколого-экономической устойчивостью, трактуемое автором как сбалансированное развитие какого-либо объекта, которое характеризуется высокой степенью его адаптации к воздействию внешних и внутренних факторов и способностью удовлетворять различные экономические и экологические потребности в течение продолжительного периода времени, является одним из важнейших условий функционирования промышленных предприятий в условиях нарастания эколого-экономического кризиса. Управление, ориентированное на улучшение экономических показателей при одновременном решении проблемы сохранения качества окружающей среды и обеспечения рационального природопользования, способствует формированию и поддержанию благоприятного имиджа промышленных предприятий, улучшению отношений с государственными органами власти и местным спо-

ществом, завоеванию признания со стороны зарубежных и отечественных потребителей и т. д.

В качестве одной из важнейших концепций, способствующих обеспечению эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия, автором предлагается рассматривать концепцию менеджмента качества. При этом под менеджментом качества следует понимать особый вид управления предприятием, осуществляемый в условиях динамически развивающихся рыночных отношений с целью формирования у него характеристик, отвечающих требованиям заинтересованных сторон, удовлетворяющих их потребности и отличающихся от многих других.

Современный этап развития этой концепции связан с всеобщим менеджментом качества (Total Quality Management, TQM), направленным на удовлетворение требований и потребностей общества, владельцев (акционеров), потребителей и работников. Принципы, ценности и идеи TQM вобрала в себя возникшая в начале 90-х годов ХХ века концепция экологически ориентированного менеджмента, которая расширила сложившиеся представления о качестве и представляет новую философию управления экономикой, производством и обществом по целям, критериям и приоритетам развития экологических процессов. Данная концепция, демонстрирующая возможность достижения положительных результатов в экологической деятельности, должна, по мнению автора, выступать в качестве базовой концепции в сфере обеспечения эколого-экономической устойчивости предприятия.

Сформированный автором перечень функций экологически ориентированного менеджмента представлен в таблице.

Выступая элементом менеджмента качества, экологически ориентированный менеджмент является одним из инструментов обеспечения эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия. Основной же целью обеспечения эколого-экономической устойчивости автором рассматривается конкурентоспособность, представляющая собой интегральный показатель, отражающий степень того, насколько по своим характеристи-

Функции экологически ориентированного менеджмента

Группы функций	Функции
Управление титулами природных ресурсов (производственно-экономические функции)	Управление ресурсопотреблением Управление воспроизведением природных ресурсов Управление охраной природной среды
Управление экологически чистым производством (производственно-технологические функции)	Управление отходами Управление экологической чистотой продукции Управление экологической безопасностью труда Управление технологическими инновациями в экосфере
Управление социоприродными процессами (социальные функции)	Экологическое воспитание и образование, повышение уровня экологической культуры Управление экологической безопасностью среды проживания населения Управление урбанизацией
Управление финансово-экономическими аспектами экологической деятельности (финансово-экономические функции)	Управление экологическими затратами Оценка результатов экологической деятельности Управление платежностью природопользования и загрязнения окружающей среды Экономическое стимулирование выполнения экологических требований Финансовое обеспечение экологической деятельности

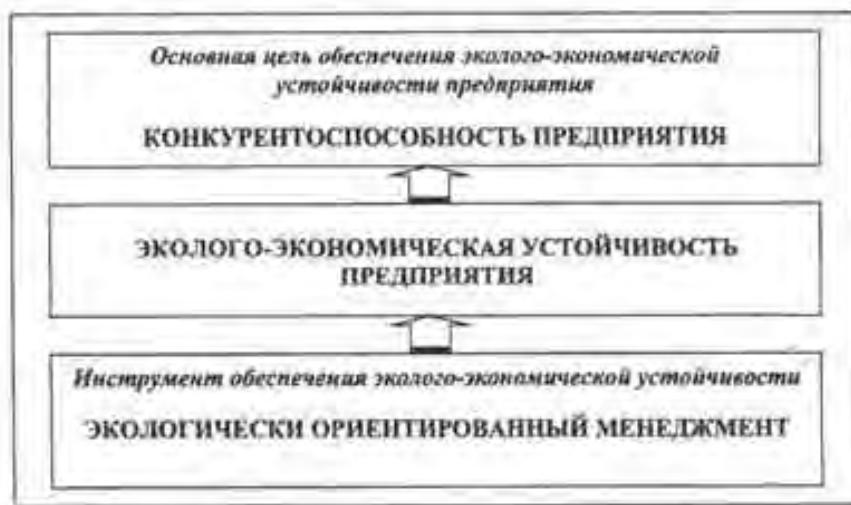


Рис. 1. Концептуальный подход к обеспечению эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия

тикам рассматриваемое промышленное предприятие жизнеспособнее и лучше, чем многие другие предприятия.

Схематично концептуальный подход к обеспечению эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия представлен на рис. 1.

За счет повышения дисциплины и общей культуры производства экологически ориенти-

рованный менеджмент промышленного предприятия дает возможность уменьшить природоемкость производства и сократить отрицательное воздействие на состояние окружающей среды. Он направлен на достижение одновременно экономических и экологических целей хозяйствующих субъектов путем реализации проектов и программ, разработанных на основе принципов социальной ответст-

венности и эффективности. Для того чтобы данный вид менеджмента сделать реальным инструментом обеспечения эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия, его необходимо сориентировать на достижение следующих целевых установок управления эколого-экономической устойчивым развитием предприятия: рациональное использование ресурсов, обеспечение приемлемого уровня рисков, удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон и повышение рыночной капитализации предприятия (рис. 2).



Рис. 2. Целевые установки управления эколого-экономической устойчивым развитием предприятия

Рациональное использование ресурсов означает бережное отношение к материальным (в т. ч. природным), людским и информационным ресурсам, используемым в хозяйственной деятельности предприятия для создания экономических благ. *Обеспечение приемлемого уровня рисков* предусматривает предвидение угроз для нормального функционирования предприятия со стороны природы, экономики, социума и институтов и разработку мер по их снижению до приемлемого уровня. *Удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон* предполагает учет интересов инвесторов, потребителей, местного населения, государственных органов власти, партнеров по бизнесу с целью демонстрации корпоративной ответственности. В ситуации использования в различных сферах жизни денег в качестве единого измерения материальных и нематериальных

ценностей все эти целевые установки замыкаются на *повышении рыночной капитализации предприятия*.

Достижение целевой установки «рациональное использование ресурсов» требует оценки уровня природоемкости промышленного производства и разработки путей обеспечения ресурсосбережения. При оценке природоемкости можно пользоваться различными методиками, например, методом MIPS (аббревиатура MIPS означает материальный вход на единицу продукции), который был разработан германскими специалистами. MIPS охватывает весь ресурсный или жизненный цикл продукции, от момента извлечения природного ресурса из биосфера до момента использования человеком и размещения отходов, и позволяет выявить основные направления ресурсосбережения в сфере промышленного производства. Понятие «ресурсосбережение» характеризует степень снижения совокупной материалоемкости производимой продукции, складывающейся из затрат на производство конечной продукции и затрат на ее эксплуатацию. В качестве основных направлений ресурсосбережения рассматриваются следующие: повышение полноты и комплексности освоения природных богатств, снижение потерь природных ресурсов при добыче, переработке и транспортировке; наиболее полное, комплексное использование всех видов полезных эффектов (использование попутных свойств и компонентов добываемых ресурсов, переработка отходов производства, расширение ресурсной базы за счет освоения природных ресурсов, ранее относимых к нерентабельным); использование дешевых нетрадиционных заменителей природных (энергетических) ресурсов; повышение ценности конечных продуктов реализации.

«Обеспечение приемлемого уровня рисков» требует развития на промышленном предприятии риск-менеджмента, который способствует выявлению, оценке и снижению не только экономических, но и экологических рисков корпоративной деятельности. Данные виды рисков должны рассматриваться как возможность снижения эколого-экономической устойчивости предприятия по причине неблагоприятного воздействия внешних в

внутренних факторов окружающей среды. При этом влияние внутренних факторов осуществляется внутри самого предприятия посредством принятых менеджерами управленческих решений, а влияние внешних факторов происходит извне, независимо от менеджмента. В качестве возможных методов управления выявленными рисками промышленного предприятия выступают: уклонение от риска (разработка решений, исключающих возникновение рисковых ситуаций); сокращение риска – снижение вероятности или величины ожидаемых потерь; передача риска (перенос риска на третьих лиц); распределение риска (деление риска между несколькими рыночными субъектами); компенсация риска (создание условий, исключающих появление причин и факторов риска); принятие риска (отсутствие каких-либо действий в отношении риска).

В ситуации развитой рыночной экономики основным ориентиром при принятии управленческих решений выступают стоимостные показатели развития бизнеса. В соответствии с концепцией стоимость-ориентированного менеджмента стоимость (ее прирост) – это состоятельный экономический критерий, отражающий интегральный эффект влияния принимаемых решений на все параметры, по которым определяется деятельность предприятия. Только при наличии такого критерия обеспечивается согласованность, направленность и, следовательно, сбалансированность и эффективность повседневных усилий на всех уровнях управления. Естественно, что совершенствование корпоративного менеджмента путем введения инструментария управления экологической и экономической составляющими стоимости предприятия является довольно сложной и трудоемкой

задачей. Однако определенные наработки в данной области имеются. Во-первых, разработаны и рассчитываются фондовые индексы ответственности, учитывающие уровень эколого-экономической устойчивости предприятий. Во-вторых, выполнены научные работы по выделению количественного вклада каждого фактора стоимости в процесс приращения рыночной стоимости предприятия др.

Интеграция методической и инструментальной базы, необходимой для координации основных функций и задач управления эколого-экономической устойчивостью промышленного предприятия, должен способствовать контроллинг, подразумевающий создание общей информационной системы, учитывающей многоплановые взаимозависимости между функциями экологически ориентированного менеджмента и создающей условия для оценки ситуаций и принятия управленческих решений. Важным инструментом контроллинга автором рассматривается сбалансированная система показателей оценки эколого-экономической устойчивости, позволяющая планировать, контролировать и корректировать деятельность по повышению эффективности реализации экологически ориентированной политики, целей и задач предприятия и максимизации его стоимости.

Таким образом, развитие экологически ориентированного менеджмента на промышленном предприятии должно выражаться в постепенном совершенствовании корпоративного менеджмента за счет его дополнения инструментарием управления экономическими и экологическими рисками, а также управления стоимостью бизнеса на основе сбалансированной системы показателей оценки эколого-экономической устойчивости предприятия.

ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ ГОРНОЗАВОДСКОГО УРАЛА

И. А. Кох

Рассмотрены социальные проблемы малых городов горнозаводского Урала. Отмечены особенности этих городов: это монопрофильные города с градообразующими предприятиями. Социальное развитие монопрофильных городов находится в большой зависимости от экономического положения региона. Анализируется общественное мнение о социальном развитии городов.

Ключевые слова: общество; население; город; общественные отношения; социальное развитие; управление.

Social problems of small towns of mining-industrial Urals are discussed. Peculiarities of these towns are described: they are monoprofile ones with city-forming enterprises. Social development of single-industry towns are heavily dependent on economic situation in the region. Public opinion about social development of such towns is analyzed.

Key words: society, population, city, public relations, social development, governance.

На Урале большое количество малых городов возникло в местах расположения предприятий по добыче полезных ископаемых и их переработке. Такое положение сложилось вследствие территориально-отраслевого разделения труда в регионе. Большие запасы полезных ископаемых и их большое разнообразие на Урале создали благоприятные условия для развития горнодобывающей и горно-металлургической промышленности. Как известно, во время Великой Отечественной войны многие машиностроительные заводы были эвакуированы и остались здесь после окончания войны. Сосредоточение горнодобывающих и металлургических предприятий обусловило горнозаводской облик городов в Уральском регионе. К тому же большей частью они относятся к монопрофильным городам с градообразующими предприятиями, которые в период экономических и политических реформ оказались в самом трудном положении.

Социальное развитие монопрофильных городов находится в большой зависимости от экономического положения due на градообразующем предприятии. Наличие в городе крупного градообразующего предприятия, на котором занято иногда до половины всего трудоспособного населения (например, город Качканар в недавнем прошлом), имеет свои положительные и отрицательные стороны.

С одной стороны, как правило, в большинстве случаев заработка плата или доходы работающих на таком предприятии, по данным статистики, всегда выше, чем у работающих на других предприятиях. Кроме того, предприятия обычно содержали значительную долю социальной инфраструктуры монопрофильных городов, включая образование, здравоохранение, учреждения культуры, предприятия бытового обслуживания и другие, иногда посредством прямого участия, через налоги в бюджет муниципального образования или социальные программы. С другой стороны, если предприятие переживает экономические трудности, то сразу возникает кризисная ситуация, резко возрастает безработица, снижается уровень жизни населения, сокращается финансирование бюджетных учреждений и сферы социальных услуг. Недостаточный учет демографических и природно-климатических условий при размещении предприятий обуславливает высокую вероятность дестабилизации их социального развития.

Принципиальное значение для понимания динамики социального развития монопрофильных городов имеет положение в сфере занятости населения, отличительной характеристикой которых является монополизация градообразующим предприятием сферы использования трудовых ресурсов. Жесткая

зависимость численности и структуры занятых (следовательно, и незанятых работников) от потребностей градообразующего предприятия является главным фактором, обусловливающим появление специфических диспропорций в развитии монопрофильных городов: рабочей силы, а также структуру безработицы. В современных рыночных условиях градообразующее предприятие является монополистом на локальном рынке труда и при прочих равных условиях будет проявлять меньший спрос на рабочую силу и выплачивать меньшую зарплату, чем предприятие, действующее в условиях нормальной конкуренции. Особенности производственной технологии градообразующего предприятия определяют и половозрастную структуру спроса на рабочую силу в монопрофильном городе.

В монопрофильных городах ограничивается профессиональная мобильность рабочей силы, сужаются варианты выбора профессии и возможные сферы трудовой деятельности, что в наибольшей степени затрагивает интересы молодежи, заинтересованной в расширении сферы профессиональных возможностей. Такая ситуация негативно отражается и на демографических процессах, стимулирует нежелательную миграцию.

Качество жизни населения монопрофильных городов является важнейшим показателем уровня социального развития. Оценка качества жизни предусматривает оценку не только уровня материального благосостояния людей, но и их здоровья, образования, сохранения окружающей среды, реализации прав и свобод, комфортиности проживания. Для проведения количественной оценки целесообразно выделить наиболее важные статистические показатели, позволяющие охарактеризовать состояние основных социальных сфер, определяющих качество и уровень жизни человека в монопрофильных городах. Там, где это позволяет структура данных, обобщаемых органами государственной статистики, следует использовать показатели, оценивающие социальные явления как в статике, так и в динамике.

В условиях трансформирующейся экономики монопрофильные города оказались в наиболее сложной социально-экономической

ситуации исходя из объективных условий: процессов реструктуризации производства, высокой зависимости хозяйственного комплекса от экспорта сырья и т. д.). Кризис в экономике и социальной сфере в Российской Федерации наиболее остро сказался на положении городов и поселков, созданных на базе градообразующих предприятий, монопрофильных городских поселений, поселков городского типа. Спад объемов производства, нестабильность государственных заказов, хронические неплатежи привели к тому, что большинство градообразующих предприятий оказалось в критическом положении. Сложившееся положение угрожает существованию монопрофильных городов и может привести к不可逆转ным последствиям для экономики, имеет определяющее значение для стабилизации социально-экономической ситуации в регионе.

Изучая монопрофильные города, следует принимать во внимание, что в большинстве своем – это малые города со всеми вытекающими последствиями, положительными и негативными свойствами. Определение перспектив развития малых городов в условиях реформирующейся экономики сталкивается с определенными трудностями, обусловленными избранными стратегиями развития. Необходим особый подход к определению перспективной экономической и социокультурной модели малых городов в сложных экономических условиях. Стратегия перспективного развития малых городов должна определяться особенностями природных условий и возможностями реструктуризации хозяйственной деятельности. При прогнозировании путей экономического, социального и культурного развития городов важно учитывать потребности населения. Город должен рассматриваться в системе «производство – население – территорию».

Спад объемов производства и реализация продукции градообразующих предприятий приводят к сокращению местных налогов. Отсутствие средств в бюджетах городов на развитие муниципальной инфраструктуры, на решение социально-экономических вопросов, на выплату заработной платы работникам бюджетной сферы и коммунального обслуживания, на топливо – это факторы, определяю-

щие социально-экономическое положение малых городов области и тем самым – их социокультурное развитие. Наиболее действенным средством активизации малых городов является развитие промышленности, более комплексное использование природных ресурсов, совершенствование технологии производства, освоение новых видов продукции. Следовательно, перспективы существования монопрофильных малых городов неразрывно связаны с развитием и поддержкой градообразующих предприятий, что определяется возможностями производственных отраслей, а также развитием альтернативных отраслей хозяйствования, развитием новых направлений специализации и диверсификации региональной экономики с учетом природно-экономических и социокультурных особенностей региона.

В 2008 году нами было проведено социологическое исследование проблем социального развития малых городов горнозаводского Урала, в рамках которого был осуществлен массовый анкетный опрос в 10 городах. Всего было опрошено 1004 жителя Свердловской области всех возрастных категорий. Исследование позволило выявить ряд проблем развития монопрофильных малых городов.

Жители монопрофильных малых городов видят немало преимуществ в регионе своего проживания. Сравним мнения жителей трех горнопромышленных городов (Качканар, Абест, Североуральск) с мнением жителей, проживающих в крупном городе Екатеринбурге (1 315 тыс. чел.) (табл. 1).

Из приведенных данных видно, что жители монопрофильных городов считают свой регион малоперспективным для жизни (от 9,3 до 16,5 %) в противоположность Екатеринбургу (31,7 %). Аналогично распределяются и возможности трудовой активности для инициативных людей (от 5,2 % в Североуральске до 27,6 % в Екатеринбурге).

Среди непривлекательных черт отмечается слишком суровый климат, падение социальной активности (табл. 2). Мнения жителей по последнему обстоятельству особенно сильно контрастируют в малом городе (на уровне 25 – 28 %) с миллионным Екатеринбургом (2,8 %).

Для развития монопрофильных малых городов первостепенное значение имеет демографическая ситуация. В условиях постоянного сокращения численности населения городов важно выяснить мнение жителей о том, какие причины мешают росту численнос-

Таблица 1

Привлекательные черты региона

Привлекательные черты региона	Ответы в % от общего количества опрошенных			
	г. Качканар	г. Абест	г. Североуральск	г. Екатеринбург
Красивая природа	62,9	54,8	67,0	29,7
Добрые, душевные люди	5,2	11,8	11,3	8,1
Это регион, перспективный для жизни	16,5	15,1	9,3	31,7
Здесь много возможностей для инициативных людей	7,2	9,7	5,2	27,6
Другое	3,1	2,2	3,1	1,2
Затруднились ответить	5,2	6,5	4,1	1,6

Таблица 2

Непривлекательные черты региона

Характеристики	г. Качканар	г. Абест	г. Североуральск	г. Екатеринбург
Слишком суровый климат	51,6	23,3	41,4	48,6
Неприветливые люди	6,2	21,9	10,0	26,1
Здесь жизнь тяжела	25,0	28,8	24,3	2,8
Здесь не любят инициативу	7,8	16,4	12,9	9,2
Другое	3,1	9,6	11,4	12,3
Затруднились ответить	6,2	0,0	0,0	1,1

Таблица 3

Что мешает росту численности населения в регионе	Кол-во	% отв.
Многие считают, что достаточно иметь одного ребенка	288	28,8
Государство материально почти не поддерживает семьи с детьми	325	32,5
Плохие жилищные условия	465	46,4
Низкие доходы	630	62,9
Плохая медицинская помощь женщинам во время беременности	65	6,5
Другое	22	2,2
В нашем регионе все благополучно с ростом населения	26	2,6
Не знаю	25	2,5

ти населения в регионе. Результаты опроса приведены в табл. 3.

По данным табл. 3 видно, что низкие доходы и плохие жилищные условия (62,9 % и 46,4 % соответственно) являются основными причинами, по которым население городов Свердловской области не желает иметь детей. В этом единодушны мужчины и женщины, все возрастные группы — молодежь, люди среднего, предпенсионного и пенсионного возраста. Они примерно одинаково возлагают надежды по предоставлению материальной помощи на государство — одна треть от всех ответивших. 28,8 % опрошенных считают, что росту численности населения в регионе мешает нежелание людей иметь более одного ребенка. Немногие (6,5 %) связывают низкий рост численности населения с плохим медицинским обслуживанием.

Сравним мнения людей по выбранным городам (табл. 4). Как видно из данных табл.

4, мнения людей по этому вопросу очень мало различается.

Для общей картины также имеет значение мнение жителей городов о состоянии своего здоровья. Эти данные отражены на диаграмме 1.

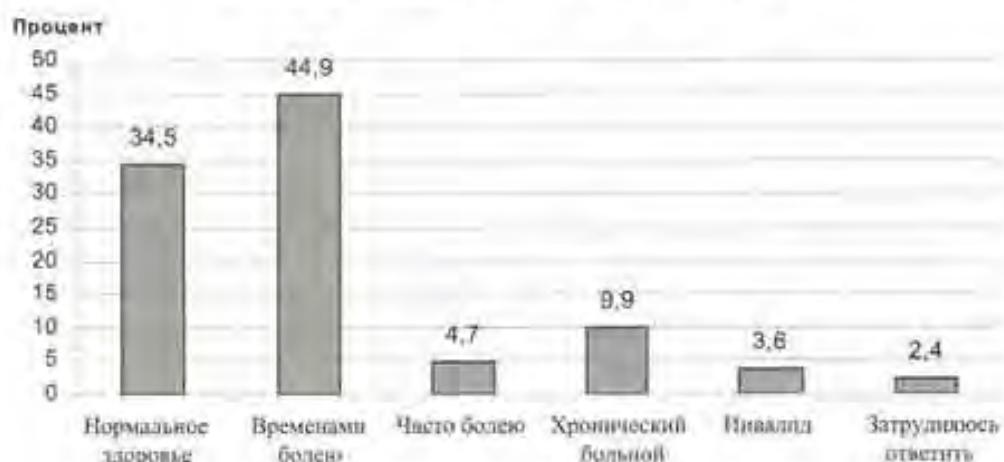
По диаграмме 1 видно, что подавляющее большинство опрошенных (79,4 %) оценивают свое здоровье в целом положительно, хотя только третья из них считают его нормальным. Вместе с тем 18,3 % респондентов дают сравнительно низкую оценку своему здоровью. Среди мужчин 18,9 % написали, что их здоровье является нормальным, среди женщин таковых 15,2 %. «Временами болею», — заявили 14,1 % мужчин и 30,6 % женщин. В то же время мужчины реже признают себя хроническими больными, чем женщины: 2 % против 8,1 %. С другой стороны, из 79,4 % опрошенных, оценивших свое здоровье в целом положительно, 25,5 % полагают, что

Таблица 4

Что мешает росту численности населения в городах Свердловской области

Мнение населения	г. Качканар	г. Асбест	г. Североуральск	г. Екатеринбург
Многие считают, что достаточно иметь одного ребенка	9,6	14,3	15,7	16,5
Государство материально почти не поддерживает семьи с детьми	19,9	21,8	17,4	19,5
Плохие жилищные условия	27,2	24,1	19,8	26,2
Низкие доходы	34,6	36,1	39,7	29,2
Плохая медицинская помощь женщинам во время беременности	6,6	0,8	2,5	4,3
Другое	0,7	3,0	1,7	0,9
В нашем регионе все благополучно с ростом населения	0,0	0,0	1,7	2,2
Не знаю	1,5	0,0	1,7	1,3

Мнение населения о состоянии своего здоровья



мужчины в Свердловской области живут меньше, чем женщины, что соответствует статистике.

Оценка состояния своего здоровья жителями отдельных городов Свердловской области представлена в табл. 5.

В рамках данного контекста также был задан вопрос: «Где Вы получали медицинскую помощь последний раз и платили ли Вы за это?». Полученные на него ответы приведены в табл. 6. Большинство жителей Свердловской области получают медицинскую помощь в поликлинике, медпункте по месту жительства (41,9 % ответов), 21,1 % опрошенных последний раз лечились в больнице или специализированном медицинском учреждении, а еще 17,9 % – в поликлинике, медпункте предприятия, на котором работают. Услугами частного врача воспользовались 7,1 % опрошенных. Лишь 3,4 % получили медицинскую помощь

у себя на дому. Отметим, что за медицинские услуги платил каждый третий, причем чаще это происходило в поликлинике по месту жительства и в больнице (написали 9,9 % и 9,2 % человек соответственно), а не на приеме у частного врача – 6,8 % ответов, где это вполне понятно.

В табл. 7 представлены результаты опроса населения различных городов Свердловской области по поводу получения платной медицинской помощи. Из таблицы видно, что платные медицинские услуги в большей мере распространены в крупных городах и весьма ограничены в малых городах. Причем в монопрофильных городах количество платных услуг несколько выше, чем в других, хотя «клишируют» здесь крупные города – Екатеринбург (1,315 млн чел.) и Нижний Тагил (377,5 тыс. чел.).

В оценке социокультурного развития городов определяющим фактором является

Таблица 5

Оценка состояния своего здоровья по городам Свердловской области

Оценка состояния здоровья	г. Качканар	г. Абакат	г. Североуральск	г. Екатеринбург
Нормальное	31,0	27,1	45,7	30,7
Временами болен	56,3	44,3	34,3	48,4
Часто болею	0,0	8,6	1,4	3,6
Хронический больной	11,3	8,6	8,6	10,1
Инвалид	1,4	7,1	2,9	3,6
Затрудняюсь ответить	0,0	4,3	7,1	3,6
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 6

Место и платность получения медицинской помощи

Где Вы получали медицинскую помощь в последний раз и платили ли Вы за это?	Платно		Неплатно	
	количество	% отв.	количество	% отв.
В медпункте, поликлинике, стационаре Вашего предприятия	23	2,3	154	15,6
В поликлинике, медпункте по месту жительства	98	9,9	316	32
В больнице или специализированном мед. учреждении	91	9,2	118	11,9
В кабинете частного врача	67	6,8	3	0,3
У Вас дома	8	0,8	26	2,6
Другое	13	1,3	8	0,8
Затрудняюсь ответить	31	3,1	30	3
Сумма:	331	33,6	655	66,4
Нет ответа			18	

Таблица 7

Место получения платной медицинской помощи

Место получения платной мед. услуги	г. Казань	г. Нижний Тагил	г. Рязь	г. Альбасов	г. Североуральск	г. Ирбит	г. Екатеринбург	г. Ашинск	г. Пышма	г. Красногорьевка
В медпункте	9,1	2,9	10,5	11,1	0,0	0,0	8,4	14,3	8,0	0,0
В поликлинике	13,6	28,6	10,5	11,1	47,6	26,7	38,2	7,1	32,0	25,0
В больнице	27,3	31,4	47,4	44,4	14,3	46,7	19,8	42,9	36,0	20,8
В кабинете	27,3	25,7	26,3	16,7	14,3	26,7	21,4	0,0	12,0	20,8
У Вас дома	4,5	2,9	0,0	0,0	4,8	0,0	1,5	0,0	8,0	4,2
Другое	0,0	0,0	0,0	5,6	9,5	0,0	2,3	7,1	0,0	20,8
Затрудл. ответить	18,2	8,6	5,3	11,1	9,5	0,0	8,4	28,6	4,0	8,3

материальное положение населения. Подробные данные о том, как население оценивает свое материальное положение см. ниже:

Как Вы оцениваете свое материальное положение?

Кол-во % отв.

Нет ответа	11	
Денег не хватает на повседневные затраты	113	11,4
На повседневные затраты уходит вся зарплата	141	14,2
На повседневные затраты хватает, но покупка одежды затруднительна	161	16,2
В основном хватает, кроме покупки дорогостоящих предметов	343	34,5
Почти на все хватает, кроме приобретения машины, квартиры	210	21,2
Практически ни в чем себе не откаживаем	25	2,5

Четверть опрошенных считают себя бедными, еще 16,2 % имеют материальный достаток ниже среднего. 34,5 % опрошенных говорят о том, что денег в основном им хватает. И только каждый пятый оценивает свое материальное положение выше среднего. По данным опроса, приобретение квартиры и

машины не вызывает затруднений лишь у 2,5 % жителей Свердловской области. При анализе этих цифр нужно учитывать психологию человека, а именно то, что люди в процессе опроса склонны завышать свое материальное благополучие. Исключение составляют люди с очень высокими доходами, которые, наобо-

рот, стремятся занижать свое финансовое состояние.

Оценка материального положения своего и своей семьи в монопрофильных малых городах несколько выше, чем в крупных городах, хотя реальные доходы населения в крупных городах выше (табл. 8).

Материальное положение – одно из составляющих общего благополучия. По сравнению с прошлым годом, 39,2 % опрошенных жителей Свердловской области отметили, что их жизнь не улучшилась, но и не ухудшилась (табл. 9).

Социокультурное развитие городов определяется также оценкой жителями монопрофильных малых городов качества услуг, предоставляемых населению. Полученные ответы обобщены в табл. 10.

Качество жилищно-коммунального обслуживания половина опрошенных оценивают как «удовлетворительное», а 39,8 % – как «плохое». Менее 7 % считают его хорошим. Благоустроенность своего двора, микрорайона 42,5 %

жителей Свердловской области характеризуют как «удовлетворительное», а 44,9 % – как «плохое». Эти данные свидетельствуют о наличии положительной взаимосвязи между указанными видами сервиса.

Рациообразие бытовых услуг, по мнению 56,3 % жителей Свердловской области, является удовлетворительным. 19,4 % опрошенных называют его хорошим, а 18,6 % дают противоположную оценку.

Снабжение товарами долговременного пользования и товарами повседневного спроса подавляющее большинство населения признает хорошим (69,6 и 68 % ответов соответственно), а оставшаяся четверть участников опроса считает удовлетворительным. Качество услуг почты, телефона 35,5 % жителей Свердловской области характеризуют как «хорошее», еще 51,8 % – как «удовлетворительное».

Что касается конкретных городов, то здесь есть различные мнения (табл. 11), однако сохраняется однозначная тенденция: в малых городах оценки качества жилищно-комму-

Таблица 8

Оценка материального положения своего и своей семьи

Оценка материального положения	г. Качканар	п. Абзес	п. Североуральск	г. Екатеринбург
Денег не хватает на повседневные затраты	14,3	13,0	15,9	10,6
На повседневные затраты уходит вся зарплата	21,4	10,1	13,0	11,3
На повседневные затраты хватает, но покупка одежды затруднительна	10,0	24,6	17,4	13,9
В основном хватает, кроме покупки дорогостоящих предметов	35,7	33,3	26,1	34,8
Почти на все хватает, кроме приобретения машины, квартиры	17,1	18,8	27,5	26,8
Пррактически ни в чем себе не отказываю	1,4	0,0	0,0	2,6

Таблица 9

Субъективные оценки изменений уровня жизни

Вы и Ваша семья стали жить лучше по сравнению с прошлым годом или хуже ¹⁾	Код-ксе	% отв	Сообщенное «да» и «нет»
Нет ответа	10		
Стали жить намного лучше	80	8,0	42
Стали жить несколько лучше	358	34,0	
Ничего не изменилось	390	39,2	
Стали жить несколько хуже	114	11,5	14,8
Стали жить намного хуже	33	3,3	
Затрудняюсь ответить	39	3,9	

Таблица 10

Качество услуг, предоставляемых населению

Оценка качества услуг, предоставляемых населению	Ответы в % к числу опрошенных							
	Продажи ЖКХ	Рекламирование благотворительных организаций	Социальные-государственные программы	Социальная помощь опорой поколениям	Безопасность, чистота/экология территории	Уровень общественного порядка	Качество услуг, оказываемых городом	
Затруднились ответить	2,1	5,7	2,4	1,6	1,7	4,1	1,0	7,6
Плохо	39,8	18,6	2,9	2,6	44,9	31,3	11,8	27,6
Удовлетворительно	51,3	56,3	25,0	27,8	42,5	58,2	51,8	47,4
Хорошо	6,8	19,4	69,6	68,0	10,9	6,4	35,5	17,4

Таблица 11

Оценка качества жилищно-коммунального обслуживания

Оценка качества жилищно-коммунального обслуживания	г. Краснодар	г. Абакан	г. Свердловск	г. Екатеринбург
Затруднились ответить	1,6	2,9	1,4	3,8
Плохо	53,2	31,9	34,3	35,5
Удовлетворительно	45,2	56,5	57,1	52,2
Хорошо	0,0	8,7	7,3	8,5

нального обслуживания ниже. Вместе с тем в отдельных городах проблемы жилищно-коммунального обслуживания населения успешно решены.

Результаты опроса показывают тенденцию незначительного улучшения жизни жителей городов по сравнению с прошлым годом. 42 % ответивших считают, что их жизнь в целом улучшилась. Только каждый шестой написал о том, что его жизнь ухудшилась.

Тем не менее будущий год не вызывает у населения оптимизма. На диаграмме 2 видно, что только каждый третий в следующем году ожидает улучшения жизни своей семьи. С другой стороны, столько же человек затруднились ответить на вопрос о том, как изменится их жизнь в ближайшем году. Почти 10 % опрошенных вообще считают, что их жизнь ухудшится. Отсюда можно заключить, что люди не уверены в своём будущем. Поэтому боль-

шинство жителей Свердловской области не ждут улучшения жизни в будущем году.

На диаграмме 3 представлены ответы на вопрос: «Насколько Вы сегодня уверены или не уверены в своем будущем?» Лишь 12,6 % опрошенных «вполне уверены», а еще 29 % респондентов выразили уверенность в завтрашнем дне. С другой стороны, почти столько же человек затруднились ответить на этот вопрос, а 26,6 % опрошенных не уверены в своем будущем.

Мировой финансовый кризис 2008 года повлиял на уверенность граждан в своем будущем. Массовые опросы проводились в сентябре – октябре 2008 г., когда в СМИ активно обсуждалась тема мирового финансового кризиса. В этих городах на 15 % меньше людей, уверенных в завтрашнем дне, чем в целом по области, и на 15 % больше тех, которые «не могут сказать точно».

Диаграмма 2

Оценка перспектив улучшения жизни следующем году

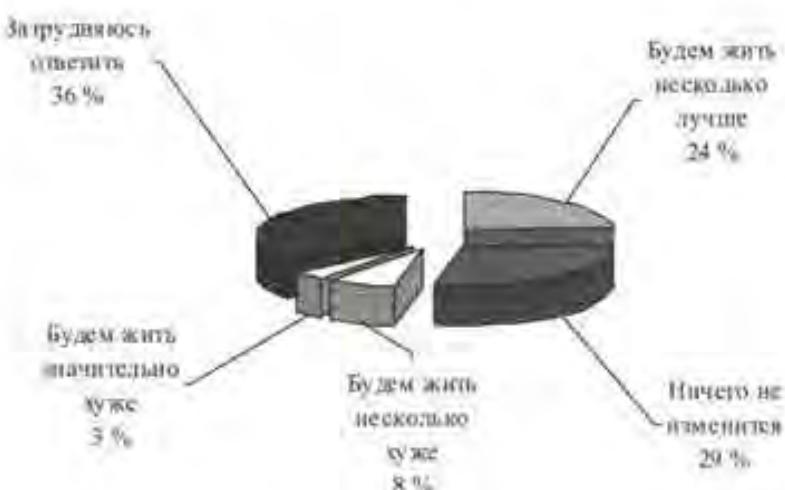
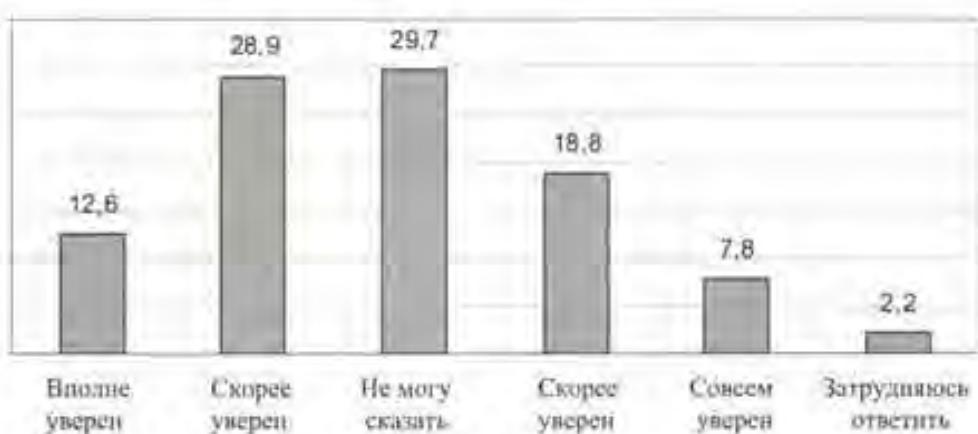


Диаграмма 3

Уверенность в будущем, %



Переменная «уверенность в завтрашнем дне» коррелирует с уровнем удовлетворенности жизнью в целом (табл. 12). Почти половина опрошенных в целом удовлетворена своей жизнью. Суммарное количество неудовлетворенных составило 36 %. Среди заполнивших анкеты 13,7 % не смогли определиться с ответом. Исходя из логики, что существует взаимосвязь между уверенностью в будущем и удовлетворенностью своей жизнью, можно сделать вывод: в условиях финансового кризиса будет расти число людей, которые не удовлетворены своей жизнью.

Различия по городам незначительны (табл. 13).

Таким образом, социальное развитие горнопромышленных городов с градообразующим предприятием зависит от экономической ситуации. Крупное градообразующее предприятие, на котором занята значительная часть трудоспособного населения города, имеет свои положительные и отрицательные последствия. Однако его существование всегда выступает фактором лестабилизации, особенно в периоды экономических спадов. От экономической активности зависит вся социальная инфраструктура малых городов (образование, здравоохранение, учреждения культуры, бытовое обслуживание и др.). Недостаточный учет демографических и

Таблица 12

Удовлетворенность своей жизнью среди жителей Свердловской области

Насколько Вы удовлетворены своей жизнью в целом?	Кол-во	% отв.	Соотношение здан и ответ
Нет ответа	3		
Полностью удовлетворен	112	11,2	49,9
Скорее удовлетворен	387	38,7	
Затрудняюсь сказать точно	137	13,7	
Не очень удовлетворен	306	30,6	35,8
Совсем не удовлетворен	52	5,2	
Затрудняюсь ответить	7	0,7	

Таблица 13

Насколько Вы удовлетворены своей жизнью в целом

Насколько Вы удовлетворены своей жизнью	г. Канко-нар	г. Нижний Тагил	г. Ревда	г. Асбест	г. Североуральск	г. Ирбит	г. Екатеринбург	г. Алапаевск	г. Нижнекамск	г. Краснотурьинск
Полностью удовлетворен	8,5	12,8	3,3	10,0	15,7	10,0	11,4	21,3	7,4	11,1
Скорее удовл.	36,6	43,2	40,0	41,4	44,3	30,0	40,8	44,3	26,5	27,8
Затрудняюсь ответить	12,7	11,2	16,7	15,7	15,7	20,0	10,8	8,2	19,1	19,4
Не очень удовлетворен	35,2	29,6	35,0	27,1	20,0	35,0	29,7	23,0	36,8	37,5
Совсем не уд.	7,0	3,2	5,0	4,3	4,3	3,3	5,9	3,3	10,3	4,2
Затрудняюсь ответить	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,7	1,3	0,0	0,0	0,0

природно-климатических условий при размещении предприятий обуславливает высокую

вероятность дестабилизации их социального развития.

ВОСПОМИНАНИЯ О К. В. ЗЕБЗИЕВЕ

Кирилл Васильевич Зебзин в течении многих лет, с 1947 г. до преждевременной кончины в 1973 году, возглавлял кафедру экономики и организации производства Свердловского горного института с небольшим перерывом на партийную работу. Я знал его, будучи юнтором студентом, слушал курс экономики. Не поворачивается язык добавить «горной промышленности», так как этот неординарный лектор давал знания не только по экономике горного производства, но только по экономике вообще, он давал знания жизни. Настолько масштабное мышление было у этого человека, внушающего к себе уважение с первых минут знакомства. Лекции он читал, естественно, без бумажки, интересно, приподняв яркие примеры из жизни. Как говорят в таких случаях, его слушали разинув рты. Был строг, как, впрочем, почти все преподаватели его поколения, но, помню, зачет я ему сделал с первого захода, что было при его требовательности не так просто. Это он привил мне интерес к данной науке.

Ближе Кирилла Васильевича я узнал, когда поступил в 1967 году к нему на кафедру

в очную аспирантуру. Он был научным руководителем. С годами дистанция в наших отношениях все более уменьшалась. Этому в немалой степени способствовало то, что оба были заядлыми рыбаками и охотниками и проводили за этими занятиями немало времени. На природе, в экстремальных ситуациях, а были и такие, человек раскрывается. В немалой степени, видимо, сближению способствовал философский склад ума у обоих, только у меня ему еще предстояло наполниться содержанием, а у него был богатый и разносторонний жизненный опыт. К тому же, у людей, подобных ему, возникает высшая степень потребностей человека – потребность в передаче опыта и знаний. Читая лекции, он удовлетворял ее вообще, а со мной в частности. Будь он сегодня жив, непременно установил бы связь между мусором на улицах и подъездах, в лесу и водоемах с мусором в городах и вутанностью мыслей некоторых людей, поскольку природа этого явления одна и та же. Только первое устраивают простые люди, а второе им обеспечивают богатые ляли через средства массовой информации. И как теоретик, и как практик управления, он добавил бы, что проявляется кибернетический принцип **необходимого разнообразия** одного из основоположников кибернетики У. Энби, по которому «управляющая система должна быть не проще («не глупее») управляемой». Но, поскольку сегодня это не так – уровень образования народа достаточно высок – им приходится, мягко говоря, «упрошать» народ.

В 1970 году бывший аспирант уже становился кандидатом экономических наук, и в этом немалая заслуга кормчего, то есть кибернесия. Ведь Кирилл Зебзин по сути первым внедрял кибернетику в горное дело, по крайней мере на Урале. Как известно, совсем недавно она была лженцукой. Помню, как на банкете в кафе Механобра, по случаю «поступления» Н. А. Киселева кандидатом таких же



Кирилл Васильевич Зебзин

наук, кстати, тоже заядлого рыбака, был тест за Кирилла Васильевича как «шану горной кибернетики». При нем началось внедрение ЭВМ, экономико-математических моделей и методов в горную науку и практику. Для многих горных предприятий Урала были выполнены научные разработки и предложены элементы автоматизированных систем управления технологическими процессами. Непосредственным главным исполнителем этого направления был Гений Клавдиевич Котос (Гена Котов). Кирилл Васильевич знал, кем себя окружать, и всячески способствовал профессиональному росту не только тех, кто работал у него в научной теме, но и всех членов кафедры. При нем практически все его преподаватели стали кандидатами экономических наук.

Всего за период работы на кафедре им подготовлено несколько десятков кандидатов экономических наук, которые успешно трудились и трудятся на промышленных предприятиях, в изучно-исследовательских институтах и вузах страны. Именно под руководством Кирилла Васильевича его молодые ученики Логвиненко Г. С., Стровский В. Е., Карпов Г. С., Игнатьева М. Н., Макарова С. В., Киселев Н. А. и др. вели важные исследования на крупнейших горных предприятиях Урала и Казахстана, которые в дальнейшем явились основой кандидатских и докторских диссертаций.

Первым кандидатом экономических наук на кафедре в 1967 году стал В. Е. Стровский, юные проф.-д-р экон. наук, почти 30 лет возглавлявший родную кафедру. И сегодня успешно трудятся на кафедре ученики Кирилла Васильевича: профессора Макарова С. В., Карпов Г. С., доценты Андрус Л. А., Мусина К. Г., Киселев Н. А., Ляпцев Г. А., а проф.-д-р экон. наук Игнатьева М. Н. заведует кафедрой экономической теории и предпринимательства нашего университета.

Экономические кафедры УГГУ всегда пользовались заслуженным авторитетом в вузе и за его пределами, а в кабинете заведующего кафедрой экономики и управления все годы висит портрет К. В. Зебзинова как знак уважения созданного им коллектива и любви учеников к своему учителю.

Для молодых отмечу, что под словами «всегда» способствовал профессиональному

росту учеников» не означает: «стационар за уши». Вообще, для того времени было характерно преобладание сущности над формой, не результат любыми путями и глазами отчетность, а процесс в рамках общечеловеческой морали. В основном он заинтересовывал, подгонял и требовал от всех своих подчиненных активно познавать новое, хорошо делать свое дело, развивал у нас рациональные приемы мышления, внушал каждому его значительность. Так, Н. А. Киселев был у нас «профессором» по основным фондам, Г. С. Афанасьеву (Логвиненко) — по экономике обогащения и т. д. У каждого была некая специализация, причем значительность молодые сенеки тогда преподавателей подчеркивалась, особенно при посторонних людях, гостях кафедры.

Он то принесет статью с новым направлением и предложит прочитать сотруднику кафедры данного профиля, то на экономической учебе (на общественных началах — в советское время так делалось многое) лист изучать материала, но так, чтобы многосторонний труд мы могли изложить в нескольких фразах. Только позднее я понял, насколько важно научиться сжимать мысль чуть ли не до афоризма, это «экономит» мышление — важнейший ресурс человека. В частности, любой руководитель, а выпускники СГИ всегда становились ими, после обсуждения на совещании должен уметь лаконично сформулировать высказывания по обсуждаемому вопросу, чтобы замети в протокол.

Когда и как он успевал за всем, и отсюда у него было такое стремление к новому, не известному, один бог ведал. Могу ошибаться, но, думаю, любознательность — врожденное качество, хотя в какой-то степени умело развить ее можно. Обладая большой работоспособностью, он сердился, если кто-нибудь долго расслаблялся. Естественно, перед начальством его подчиненные были за ним как за каменной стеной — в ректорате его побаивались. За словом он в карман не лез, был находчив и смел, мог сказать любому начальнику непод приятные вещи, но никогда не делал это за глаза. Такое мог позволить себе только человек, обладающий непререкаемым авторитетом. Даже разнос проштрафившегося сотрудника кафедры, а было и такое, он устраивал у себя в кабинете с глазу на глаз.



50-е годы.

На военном параде — командующий Уральским военным округом Г. К. Жуков и секретарь горкома партии К. В. Зебзлиев

Он обладал харизмой. Один сотрудник института, не знаяший его близко, сказал мне, что при нем хочется вытянуть руки по швам. По себе знаю, что студенты его любили и побаивались. Могут возразить, конечно, он был некогда вторым секретарем Свердловского горкома КПСС: обладал ценностями неординарными качествами.

Это был человек среднего роста, плотного телосложения, в возрасте, с некоторой развитой мускулатурой. Под стать фигуре, его массивное лицо основательного человека было живым. Глаза средних размеров с прищуром, в зависимости от настроения, изменялись: от стальных непроницаемых до лукавых с хитринкой. Высокий и широкий лоб говорил о недюжинном деятельном уме, а высокие уши, с чуть свисающими в стороны верхушками, по утверждению физиognомистов, — о развитом интеллекте. От природы имел взрывной, холерический темперамент, но с годами, видимо, научился себя сдерживать и, скорее, походил на сангвиника. С любой дистанции в нем ощущалась воля, такому человеку несознанно хочется подчиняться. Возможно потому, что его становление как личности пришлось на сталинские времена и, безусловно, соответствующие природные данные выработали у него авторитарный стиль управления. Как ему удавалось совмещать авторитаризм с эле-

ментами демократизма, известно только тем, кто знал, что, будучи управлением до мозга костей, он много читал по психологии управления. А ведь это было 40 лет назад, и литература в основном сводилась к машинописным текстам. У меня до сих пор хранится машинописный курс лекций проф. Михеева, читаемый для управленицев высшего уровня страны, который дал мне Кирилл Васильевич. Под его началом многие на кафедре освоили курс «Теория управления», а я и Светлана Васильевна Микарова в разные годы дважды стажировались в Московском институте управления им. С. Орджоникидзе. Вообще наш заведующий был натурой сложной, в нем уживались, казалось бы, несовместимые качества. На отдыхе и на работе это были два совершенно разных человека.

Между прочим, большим диапазоном качеств он чем-то напоминал Екатерину Великую, которая 34 года управляла Россией, сделав её самой могущественной державой. Такая противоречивость свойств личности позволяет эффективно управлять в любых ситуациях, находя нужное качество в зависимости от сложившейся обстановки. Он считал, что уровень ответственности должен совпадать с уровнем компетентности руководителя, чтобы для решения вопроса не отсыпало к профессиональному

полномочиями. Забвение этого правила делает в России многое неуправляемым.

Преподаватель Зебзинев называл вещи своими именами и как можно доступнее. Он учил студентов и своих подчиненных не только объяснять ситуацию, но и по возможности практически решать возникшие задачи и проблемы. За красивыми словами обычно кроется склонность мысли. Инженерное усовершенствование он не стал бы называть реинжиниринг, оторочку долга реструктуризацией и т. п. Считал, что специалист должен, прежде всего, ориентироваться на интересы дела, «брать быка за рога».

К. В. Зебзинев был явный лидер, и никто из близкого окружения не пытался с ним конкурировать, слишком мощной он был фигурой. Причем на кафедре в нем удачно сочетались формальный и неформальный лидер. Как известно, это идеальное условие эффективного руководства коллективом.

Кирилла Васильевич, как всякий знающий себе цену, не был многословен, но был общителен, а в компании – ее душой. Психолог сказал бы, что в нем удачно уравновешивалась экстраверсия и интроверсия. Однажды, в кругу близких людей, проходя мимо Центрального стадиона, сказал: «А он стоит». Дело в том, что, будучи вторым секретарем Свердловского горкома КПСС, он занял капитальные вложения на его строительство, сделал их ниже лимита, и тем самым получил сверху «добро» на начало стройки. Когда в смету, естественно, не уложились, склонялся настийный выговор. Но стадион достроили, и он до сих пор стоит и выполняет свое предназначение: можете убедиться. Далеко не каждый мог и может брать удар на себя. Кстати, к его стечению завершается реконструкция Центрального стадиона, ведь прошло полвека.

Наш шеф вел большую общественную работу. На кафедре все стремились подражать ему. Он тоже не стеснялся нагружать своих подчиненных. У многих было по 10 и более общественных нагрузок. Запросто можно было попасть в книгу рекордов Гиннеса. К. Зебзинев руководил общественным Институтом управления среди высшего руководящего состава города, там учились директора предприятий. Помню, как мы с ним принимали экзамены, он как председатель комиссии, я –

как ее член. Вообще Кирилл Васильевич «таскал» меня с собой повсюду. Беспартийного, он сделал меня членом Методического совета по экономической учебе при Ленинском райкоме КПСС. Особенно запомнились экзамены у директоров винного завода и меховой фабрики. После теоретических вопросов он спрашивал о специфике производства. Так мы узнали, почему вина с одинаковым названием могут быть разного вкуса. Дело в том, что трубопровод по розливу имеет определенный объем, и если после розлива емкости с Южнобережным портвейном пойдет менее породистое вино, то часть бутылок с названием последнего будет высококлассной Массандрой.

«Наш Кирилл», – так его все уважительно звали между собой, был Учителем с большой буквы. Он умел в человеке найти изюминку и взрастить ее. Например, мало кто знает, что Борис Штоколов, учившийся в Горном институте, во многом обязан ему. В доме Зебзиневых хранится пластишка знаменитого цевца с дарственной надписью и признательностью. Штоколов учился одновременно в консерватории, и в этом немалая заслуга Кирилла Васильевича. На пластилке написано: «Всю жизнь буду помнить Свердловск и поддержку человеческую Вашу, Кирилл Васильевич. Любящий Вас Борис Штоколов».

Каждый, кто работал под его началом, благодарен ему. На кафедре его любили и побаивались. Характер у него был крутой, но отходчивый. Иногда он устраивал разносы, да и каких не делал, если спустя несколько дней после заседания кафедры многие наказы и обещания забывали. Между прочим, он применил «хитрый» психологический прием, после которого он имел полное право требовать исполнения. Кирилл Васильевич спрашивал: «Сколько тебе необходимо времени для завершения работы?». Услышав ответ, он добавлял: «Еще 1-2 недели или месяц, в зависимости от масштаба дела». Биологи и психологи утверждают, что человек по своей природе ленив, а в советское время – в особенности. Можно было отсидеться за широкой спиной богатого государства, надежного начальника, трудолюбивого коллеги. К. В. Зебзинев как истинный управленец не мог не осуществлять такую важную функцию, как контроль исполнения, который не позволял долго дремать.

Он был непревзойденным рассказчиком, а деятельности человеку в возрасте было что рассказать. Отважный человек как бы нарочно испытывает себя на прочность и попадает в ситуации, которые простой смертный обойдет. Времени для рассказов было достаточно. Исходы из специфики ВШ (летом каникулы и отпуск), в основном увлекались зимней рыбалькой. Пока сдешь до волоса по заснеженной дороге в относительном тепле, а ездили в эту пору далеко, на Челябинские озера, какие только истории не всплывали в памяти. Иогда выезды были на нескольких машинах. Рыбаки водители собирали чуть ли не всех рыбаков второго здания Свердловского горного института. Бесплатные едут, естественно, бесплатно. Никому в голову не приходило брать деньги за бензин. Правда, он стоил 9,5 копеек за литр, вместо нынешних 9,5 рублей (2002 г.). Увеличение в сто раз! Зарплата доцента за это время выросла в 8,4 раза. Вот и считай реальную зарплату экономиста: 100 раздели на 8,4! А я 100-летию рождения К. В. Зебрикова бензин стоял уже 22 рубля.

Рассказывая, он увлекался, подражав героям рассказов. Чего стоят его воспоминания о своей молодости. «Обычно, — рассказывал он, — на охоте и рыбалке мы с товарищами останавливались в деревне Карагайкуль у татар Садыка и Зульфии». На его вопрос: «Есть ли в озере рыба?», Садык отвечал: «Есть, много рыба, щебак жирный, одна сила». А в ответах Зульфии о ее старшем сыне встречаются не совсем печатные выражения. Но-моему в той же семье, после неудачной утиной охоты, хозяева пригласили его с товарищами обедать. Когда вышли из-за стола, Кирилл Васильевич обратил внимание хозяина на то, что утки, которую они съели, необычно крупные кости. Ему ответили, что это вовсе не утка, а ворона. Реагировали по-разному, но это уже не интересно.

В молодости у него была компания сверстников, в которую входили Петр Васильевич Ваганов и Петр Прохорович Фролов, впоследствии мы с Николаем Александровичем Киселевым были приняты в их компанию на правах младших «собратьев по несчастью». По несчастью, потому что заядлых рыбаков называют чокнутыми. Вот эти сверстники, по рассказу Кирилла Васильевича, после утиного

перелета на озере Карагуз вернулись на «базу». Но Петру Васильевичу Ваганову не повезло — он вывернулся из лодки и, добрашившись до берега вилья, повесил одежду сушиться на прясло, изгородь. Затем присел с компанией ужинать. В это время другой Петр (в дальнейшем заслуженный изобретатель страны, создатель клапанов СГИ для компрессоров, проф., д-р техн. наук Петр Прохорович Фролов) положил в карманы сушившихся штанов Ваганова большие рыбины. В течение почти всей оставшейся жизни ничего не подозревавший Петр Васильевич рассказывал, что в Карагузе так много рыбы, что даже во время его «купания» она ухитрилась заплыть в карманы.

Кстати, мы с Петром Прохоровичем до сих пор поддерживаем дружеские отношения, и 5 июня 2002 года в Нижних Сергах на даче мытищно отпраздновали его 85-летие. На юбилей собралась кафедра горной механики университета в расширенном составе во главе с зав. кафедрой Ю. В. Поповым. В 2011 году П. П. Фролову исполнилось 93 года.

К большому сожалению, из нашей рыбакской компании ушли из жизни зав. кафедрой разработки россыпных месторождений П. В. Ваганов, проректор по научной работе проф. А. Т. Кмытовенко, зав. кафедрой вентиляции проф. В. А. Яриев, доц. кафедры экономики П. А. Иванов, чемпион страны по штанге Яков Перлин и др.

Завершу рассказы о старших, которым, как мы понимали, не было чуждо чувство юмора, следующим эпизодом. Когда Кирилл Васильевич рассказывал о нем, то сильно ожидался. Видно было, что пережил он в ту пору сильнейшие эмоции. Я думаю, что кроме логической памяти есть еще, как антипод (ведь мир построен на двойственности), эмоциональная память, с годами не меркнувшая. Так вот, везет он на своем 402-м «Москвиче» друзей на рыбальку. Дорога скользкая, гололедица. На одном из поворотов машина перевернулась. Сначала все были в опеянии и молчали, потом водитель стал неестественно хохотать, остальные подумали, что он тронулся умом. Поняв это, Кирилл Васильевич стал смеяться еще громче, ведь только он обладал двусторонней информацией — его пассажиры не знали о мормышке, который он вез за пазухой,

чтобы не заморозить. Высыпавшиеся из морышки шустрые рачки, которые находятся в непрерывном движении, стали ползать по телу и щекотать его до колик.

Вот такие у нас были учители, старшие товарищи. Разумеется, во время досуга между молодыми и старшими была одна дистанция, на работе — другая. Сколько с ними километров преодолено, сколько сотен метров льда пробурено, сколько рыбы поймано, один бог ведает.

Главное, сколько в кровь вырыснуто адреналина и получено положительных эмоций! Настоящие рыбаки и охотники — это ценители природы и сами ее естественная часть. Они не только дети природы, но на природе просто дети, потому что умеют радоваться как маленькие. Коля — Н. А. Киселев — не знал созвать, как Кирилл Васильевич неподдельно радовался, когда ловил крупного окуня. Однажды на Таватус он прижал его к груди и смеялся, как ребенок. Почему-то из всех сортов рыб наш шеф большие всего любил окуней.

Между прочим вывод из одного эпизода с К. В. Зебзиновым иногда рассказываю студентам, когда говорю о количественной оценке явлений. Ведь все разделы экономики завершаются количественными показателями. Причем необходима оценка как в абсолютных, так и в относительных цифрах, иначе картина будет исполнена, а иногда и лукавая.

Так, на Марининское водохранилище приехали на двух машинах. Н. Киселев, знаяший недалеко, сказал, что там много рыбы. Погода была хорошая, чего нельзя сказать о клеве. Так вот, В. Васильев поймал рыбы в два раза больше, чем все остальные. По-моему, на двух автомобилях было человек семь. Из чего можно заключить одно, но если знать, что он за день поймал две рыбки, в остальных одни, то вывод совсем другой. Отсюда понятно, что тенденция без базы не раскрывает полной картины, но и база без нее не отвечает ни вопросу: «Куда идем, в каком направлении идет процесс?»

Курьесные моменты позволяют обратить внимание на какие-то закономерности и сформулировать их. Затем они расширяют знания и попадают в науку. Для этого не следует избегать нестандартных, а иногда курьезных ситуаций, к тому же необходимо обладать чувством юмора. Кирилл Васильевич в полной мере умел и имел в то, и другое.

Молодой человек в 20-30 лет из-за недостатка жизненного опыта и практики не всегда может соединить абстрактные социально-экономические понятия с конкретными методами воздействия на ситуацию — инструментами управления. Но знание общих закономерностей значительно сокращает время и экономит другие ресурсы, необходимые для решения проблемы, к тому же исключаются тупиковые варианты. Не все студенты внимательно относятся к «общим фразам», а ведь именно общая закономерность не позволяет пропустить лучший вариант решения задачи. Частности — лишь островки закономерности. Как говорил Резерфорд: «Ничего не может быть практической хорошей теории». По названию города или улицы можно найти определенного человека, по номеру квартиры — практически нет.

В отличие от современных учебников по управлению, лектор Зебзинов стремился привить слушателям в общем видеть частное, а в частном — общее. А это одно из определений ума. Вот почему подготовленное 2-е издание учебного пособия «Организация и планирование производства» и посвящено своему учителю профессору Кириллу Васильевичу Зебзину. Как и в первом издании, в приложении приводятся лекции (закономерности в изложении, что они станут законами) с практическими выводами из них.

Мне кажется, что в последнее время он не очень любил большие, шумные компании, и потому мы чаще сидели втроем с Николаем Киселевым, где у нас не было секретов друг от друга, и каждый раскрывался не стесняясь. Иногда с нами ездил Юрий Ильич Жернаков, после кончины сменивший его на посту заведующего кафедрой. Оба шефа оказались не робкого десятка и обладали олимпийским спокойствием. Помню, как, возвращаясь с Белоярки после очередной рыбалки на выезде из г. Березовского мой горбатенький «Запорожец» занесло, так как на этом прямолинейном участке дороги была сильная гололедица. Скорость была хорошая, а до встречного самосвала оставалось метров двести, однако у нас в машине не было панки, и я молниеносно, но не резко крутил руль то в одну, то в другую сторону заноса. Описав две или три затухающие синусоиды, машина выровнялась перед

самым грузовиком. Их спокойствие не было оценено ими от страха, так как трусливый человек, когда приходит в себя, начинает ругаться и кого-то обвинять, опровергая свой испуг. А мы с облегчением вздохнули и продолжили путь как ни в чем не бывало.

Поражаюсь, каким хладнокровным в минуты опасности был Зебзинев. Ран несемся мы на горбатеньком. Хотим пробраться к «белому домику» на Белоярке — туда трудно проехать, но там хорошо клюет. На выезде из Заречного, в запретной зоне Белоярской атомной, вдоль длинного бетонного забора, ограничивающего видимость, дорожка круто повернула вправо. Перед нами разверзся большой глубокий котлован — строили очередной блок атомной станции. Ситуация была не для слабонервных, ведь это было зимой. В таких случаях за руль необходимо держаться уверенно, но нежно, а о тормозе надо вообще забыть, иначе машину занесет. Плавно повернули направо, проехав по самому краю котлована. Потже, когда у меня прошел испуг, можно было водителя и поругать, чтобы снять напряжение, но Кирилл Васильевич никогда этого не делал. С облегчением сделали глубокий выдох, посмеялись, что могло быть и хуже, если бы полетели вверх гормашками. И показали дальше, ведь опаздывали на утренний клев. На охоту он уже после двух инфарктов в то время не ходил, а рыбачные эпизоды можно рассказывать до бесконечности.

Постоянное общение на работе и отдыхе настолько нас сблизило, что он частенько приглашал меня к себе домой или на дачу на Флюсе, на которой мы с Н. А. Киселевым неоднократно бывали. Придя утром на кифедру, шеф наказывал Ирине Ивановне Гараниной, долгое время бессменному, незаменимому секретарю, чтобы позвала меня, так как мой стол был в другой комнате. Зная это, приходя на работу, сначала заходил к нему. Всегда чувствовалась его отеческая забота, которую я с радостью принимал, так как рано лишился отца, который умер, когда мне было одиннадцать лет. Отец у меня был также неординарным человеком и умер необычно, поднимая при рытье колодца наверх баллы с сырьем песком, поскольку был самый сильный. В новом посёлке, что «у вертолета», у жителей не было

воды. На общественных работах отец и получил сердечный смертельный приступ.

Кирилл Васильевич был всегда ухоженным — чувствовалась заботливая рука его жены, Екатерины Михайловны, гостеприимной, симпатичной и доброй женщины, — она всегда привлекала к столу. Кира, его дочь и ее муж, Юрий Николаевич, также всегда были приветливы и доброжелательны, внук Саша успешно учился. В общем, на семейном фронте, в тылу у него было все надежно.

У меня пошел третий год аспирантуры, когда в мае институт отмечал 60-летие Кирилла Васильевича, прошедшего непростой путь строителя Магнитки, фронтовика, партийного работника, учителя и ученого. Во всех этих ипостасях он не был простым исполнителем. Лидерство, его активная жизненная позиция выдвигали его в первые ряды, где бы он ни был. Не помню, до или после юбилея присвоили ему звание профессора. На торжественном чествовании было много студентов. Они его любили. Запомнился эпизод. Поскольку 60 лет — возраст выхода на пенсию, а выступающие его хвалят и дарят много подарков (едва встали в Запорожье), то один из студентов, вышедший для поздравления, по чистоте душевной, подумав, что это проводы на заслуженный отдых, сказал, помимо прочего: «Не слушайте вы их, Кирилл Васильевич, не уходите на пенсию. Кто нас учить будет?»

Учитель почти не вспоминал военные годы, но один случай рассказал. Когда разбитые, разрозненные военные части выходили из окружения под знаменитой Ельней, как в понял, капитан Зебзинев не задумываясь шел командование группой неорганизованных военнослужащих и вывел их. Поскольку в этом районе было большое скопление немецких войск, в светлое время суток приходилось тихо стоять в холодной воде. «Никто не заболеет», — отмечал шеф. Впервые я вспомнил этот случай и понял, почему из бойцов никто не заболел. Находясь на охоте по северной перелётной утике на верхнем Карасьевом озере, что рядом с Верх-Сысерским прудом, пришлось часами выжидать, когда подплывет близко осторожный табун. Птица не летала. Охота была не интересной, не спортивной. Поздней осенью необходимо было долго сидеть на корточках в холодной воде в резиновых сапогах. И ведь не

было даже пасмурки, хотя любой сквозничок в городе дает о себе знать. Дело в том, что, когда испытываешь сильные эмоции, включаются резервные силы организма.

Кроме «детей кафедры», которых он выществовал, он был научным руководителем у многих десятков соискателей ученой степени. Среди них член-корреспондент УрО РАН В. П. Чичканов, сотрудник нашей кафедры директор полиметаллического комбината «Эрдэнэт» в Монголии, а ныне министр областного правительства А. Ястребков и др.

К сожалению, в последний год перед смертью Кирилл Васильевич много болел, подводило сердце. Хорошо помню, вернувшись из командировки в Иркутск, в трест «Востокбурвод», где мы, его ученики – Светлана Васильевна Макарова, Николай Александрович Кисслев, совсем молодая Наталья Кузьминых и я, Виталий Васильев, вели ходоговорную работу. Я пришел к нему, он был тяжело болен и лежал в спецбольнице, что на набережной городского пруда в бывшем доме горного начальника. Поднявшись на второй этаж, застал шефа сидящим с ногами на кровати. Между его спиной и спинкой кровати была поставлена большая подушка. Он был в

хорошем расположении духа и не плохо выглядел.

Разве мог тогда я подумать, что все так серьезно, что вижу его практически в последний раз? Пытаясь отвлечь его от болезни и большинской обстановки, стал рассказывать о красотах Байкала, о сказке Шаманка на острове Ольхон, на котором я жил и занимался подводной охотой, а на «кораблике» на отмелях ловил хариуса. Дело в том, что многие командировки я приурочивал к отпускам и, сделав дела, отдыхал. Кирилл Васильевич поддерживал разговор, изредка задавая вопросы, и заметно повеселел, «Ну а по работе то как?» – в конце спросил он. Все нормально, программа выполнена, фактический материал собран. Мог он этого не спрашивать, так как приучил всех на своей кафедре, прежде всего, сделать дело. И делать его как можно лучше.

Буквально через несколько дней положение ухудшилось, а 16 сентября 1973 года профессора Кирилла Васильевича Зебзина не стало. Не буду опиывать, какая это была для всех утрата. Голова в то время у меня плохо соображала. Знаю точно, что память о таких людях сохраняется очень долго. В своих учениках он продолжает жить, поскольку семена, им посаженные, не пропали даром.

В. К. Васильев,
доцент кафедры ЭМ

**КЛЕР
МОДЕСТ ОНИСИМОВИЧ
(1879 – 1966)**



Родился 25 декабря в Екатеринбурге в семье семьи швейцарцев, живших в России на протяжении нескольких поколений. Отец – О. Е. Клер – известный учитель-краевед, основатель Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ). В 1898 г. там же окончил гимназию. С десяти лет участвовал в археологических и ботанических исследованиях отца, собирая коллекции для УОЛЕ.

Получил диплом на звание лиценциата естественных наук Невшательской академии (Швейцария, 1901). В 1903 г. защитил докторскую диссертацию в Женевском университете по палеонтологии. В 1903–1907 гг. – хранитель геологического и палеонтологического отделов Женевского городского музея природы. Собирал для него материалы по исторической геологии Швейцарии. В 1907 вернулся в Россию, но до середины 20-х годов оставался швейцарским подданным. В 1900–1923 гг. преподавал историческую геологию и палеонтологию в Невшательской академии, Женевском и Киевском университетах, на Высших женских курсах, в Донском политехническом институте, Уральском горном училище, Уральском горном институте (с 1919 г. – профессор), на учительских курсах различных городов Урала, в Екатеринбургском народном университете (с 1919 г. – его ректор), Владивостокском политехническом институте, Уральском университете (1920–1923). Заведо-

вал кабинетом исторической геологии и палеонтологии. Принимал участие в геологических и палеонтологических экспедициях во Франции, Швейцарии, России. В 1911–1919 гг. – хранитель музея УОЛЕ, руководитель мастерской геологических и минералогических коллекций УОЛЕ. В 1918 г. – президент этого общества.

Служил гидрогеологом-консультантом Пермской железной дороги (1920–1923, 1925–1930), геологом-консультантом Уралгеологии, трестов «Уралплатина» (1922–1923), «Русские самониветы», «Уралуголь», Уральского проектного бюро Гипромеза, Уралмашстроя, Уральского института прикладной геологии, Уральского областного бактериологического института по подземным водам (1925–1930).

Арестован 16 мая 1923, содержался в исправдоме № 1 г. Екатеринбурга.

Обвинен в экономическом шпионаже в пользу Франции и контрреволюционных высказываниях (своему бывшему университетскому профессору-швейцарию рассказал о разрухе и бесхозяйственности на уральских рудниках и бедственном положении рабочих).

На заседании показательного суда 13 февраля 1924 приговорен к расстрелу, замененному 10 годами строгой изоляции и поражением в правах на 5 лет.

В августе 1925 освобожден постановлением ВЦИКа.

Вновь профессор Горного института много занимался инженерной геологией, гидрогеологией Урала.

Арестован по «делу Академии наук» 28 июля 1930 г., был подследственным в ленинградской тюрьме. 8 августа 1931 г. коллегией ОГПУ приговорен за «шпионаж» к пятилетней высылке. Отправлен в Свердловск, жил в своей квартире, работал в Свердловском геологическом институте, но трудовой стаж за время «высылки» ему не начислился.

Реабилитирован в 1993 г.

Заведовал кафедрами исторической геологии (1921-1928), динамической геодинамики и гидрогеологии (1928-1930), гидрогеологии и инженерной геологии (1933-1940) Уральского государственного университета, Уральского политехнического и Свердловского горного институтов. Преподавал в вузах Свердловска и был директором Уральского геологического музея до 1951 г.

В 1936-1937 гг. – ответственный за оформление отдела общей геологии на выставке, подготовленной к XVII сессии Международного геологического конгресса. На базе этой выставки создан Свердловский геологический музей. В 1935-1936 гг. М. О. Клер – научный руководитель работ по составлению кадастра подземных вод Урала.

При участии М. О. Клера разрешены проблемы водоснабжения УЗТМ, Уралэлектротяжмаша, Уралхиммашзавода, Первуральского новотрубного завода и других предприятий Урала. Почти все железные дороги на Урале строились при научной консультации М. О. Клера. Он руководил гидрогеологическими исследованиями для выяснения

источников водоснабжения городов Екатеринбург, Нижний Тагил, Серов, Карпинск, Невьянск, Челябинск, Златоуст, курортов и домов отдыха Урала. Автор и соавтор 60 печатных работ по геологии, палеонтологии, инженерной геологии, гидрогеологии и краеведению. Основатель Уральской гидрогеологической школы. Начал чтение курса гидрогеологии для студентов в 1921 г. совместно с курсом исторической геологии. Именно этот год считается стартовым для уральской гидрогеологии.

Последние 15 лет жизни М. О. Клер много сил отдавал шефской работе с детьми-инвалидами, спортом, развитию детского и юношеского геологического, природоведческого и природоохранного движения, краеведению.

Умер 10 сентября 1966 г. в Свердловске в возрасте 86 лет.

ЛИТЕРАТУРА

Архипина И. П., Горчаковский П. Я. Модест Онисимович Клер // Изв. ВГО. 1967. Вып. 3.

Филатов В. В. «Отечества пользы для...» (75 лет Уральскому горному институту. 1917-1992). Екатеринбург, 1992.

Биографические материалы // Репрессированные геологи / гл. ред. В. П. Орлов, отв. редакторы Л. П. Беляков, Е. М. Заблоцкий. М., СПб, 1999. С. 13-357.

Покровский М. П. Клер Модест Онисимович // День и судьбы: Научно-техническая интелигенция Урала в 20-30-е годы. Екатеринбург, 1993.

Материалы Государственного архива Свердловской области. Фонд Свердловского горного института, 1917-1931.

Рубан И. В.,
ст. преподаватель кафедры ГИГ

ОРТИН
МИХАИЛ ФЕДОРОВИЧ
(к 130-летнему юбилею со дня рождения)
(1880 – 1958)



Михаил Фёдорович Ортин, доктор технических наук, профессор, крупный русский учёный в области обогащения полезных ископаемых, создатель школы обогатителей на Урале – родился 19 ноября 1880 года в г. Езабуге, бывшей Вятской губернии. В 1907 году М. Ф. Ортин окончил с отличием Петербургский технологический институт с присвоением звания инженера-технолога.

С 1908 по 1910 гг. М. Ф. Ортин работал заведующим медеплавильным заводом на Благодатском медном руднике. В 1911 г. уехал в Германию, где посетил ряд металлургических лабораторий высших учебных заведений.

С 1911 по 1918 гг. работал в Нижегородском политехническом институте преподавателем кафедры цветных металлов, возглавляемой проф. В. Я. Мостовицем. Для повышения квалификации в области обогащения полезных ископаемых в 1913 г. он был командирован на 2 года в США. Этую командировку М. Ф. Ортин использовал весьма эффективно. В г. Бостоне в Массачусетском технологическом институте прослушал лекции всемирно известного профессора Р. Ричардса и под его руководством выполнил ряд исследований в лаборатории института.

В горной школе Калифорнийского университета (г. Беркли) и в Голденской горной школе, штат Колорадо, ознакомился с постановкой преподавания специальных дисциплин и с методиками проведения исследований в области обогащения полезных ископаемых. Кроме того, он посетил более десятка горнорудных предприятий, где изучал работу агломерационных обогатительных фабрик и устан-

новок по обогащению железных, медных и золотосодержащих руд.

После командировки в США М. Ф. Ортин проработал еще три года в качестве доцента в Нижегородском политехническом институте.

С 1919 по 1921 гг. состоял консультантом горного отдела Сибирского совета горного хозяйства. В 1921 г. в Уральском горном институте была создана кафедра обогащения полезных ископаемых, а М. Ф. Ортин был избран профессором и назначен заведующим этой кафедрой, на которой он проработал до 1957 года, а в качестве заведующего – до 1953 года.

В связи с развитием железнорудной промышленности Урала М. Ф. Ортин в 1924 г. был командирован в Швецию для изучения практики магнитного обогащения железных руд и агломерации железных концентратов.

С первых дней создания кафедры ОПИ М. Ф. Ортин выполняет исследования по флотации отвальных руд Пышминского месторождения. Это были первые исследования в нашей стране по флотационному обогащению руд цветных металлов. Под его руководством выполнялись исследования по разработке технологий обогащения железных руд горы Высокой, горы Благодать и горы Магнитной, а при строительстве горнорудных предприятий на этих месторождениях М. Ф. Ортин был главным консультантом.

Начиная с 1925 г. работники кафедры под руководством М. Ф. Ортина разрабатывали технологию обогащения Кизеловских углей. С начала 1926 г. М. Ф. Ортин руководит работами по изучению обогатимости титаномагнетитовых руд Кусинского, Первоуральского,

Копанского, Качканарского месторождений. В 1927-1928 гг. М. Ф. Ортин в составе комиссии ВСНХ был командирован в Германию и США для изучения практики флотационного обогащения руд цветных металлов. Результатом этих командировок явилось его назначение консультантом в уральских проектных организациях по проектированию Красноуральской и Оренбургской обогатительных фабрик.

Под руководством М. Ф. Ортина кафедрой ОПИ были проведены исследования и разработаны проекты хромитообогатительной фабрики в Верх-Нейвинске, тальковой в Миассе. Пуск и регулировку данных фабрик также проводили члены кафедры.

В связи с развитием обогащения минерального сырья Урала, по инициативе М. Ф. Ортина и под его непосредственным руководством в 1927-1929 гг. проектируется и строится первый Научно-исследовательский и проектный институт на Урале – «Уралмеханобр» (1929). М. Ф. Ортин был научным руководителем этого института по 1941 год, а с 1941 по 1958 гг. – начальником лаборатории руд редких и благородных металлов.

Организованные М. Ф. Ортиным кафедра ОПИ и институт «Уралмеханобр» выполнили под его руководством с 20-х по 50-е годы прошлого столетия большой объем исследований на обогатимость почти всех типов полезных ископаемых, добываемых на Урале и частично в Сибири.

Будучи заведующим кафедрой ОПИ, М. Ф. Ортин уделял исключительное внимание подготовке горных инженеров по специальности «Обогащение полезных ископаемых». При нем кафедрой было выпущено более 700 специалистов, которые работали на большинстве горнорудных предприятий страны. Им было выпущено 112 печатных трудов, а его монография «Механическое обогащение руд» была основным учебным пособием для студентов-обогатителей.

Многолетняя научная и педагогическая деятельность одного из крупнейших специалистов в области обогащения полезных ископаемых доктора технических наук, профессора М. Ф. Ортина были высоко оценены правительством государства. Он был награжден орденом Ленина и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.».

Михаил Федорович Ортин умер 8 сентября 1958 года на 78-м году жизни и похоронен на Ивановском кладбище в г. Екатеринбурге. Память об этом выдающемся ученом и прекрасном организаторе и учителе навсегда сохранится в истории Уральского государственного горного университета.

Козин В. З.,
зав. кафедрой ОПИ,
доктор технических наук, профессор

**ШЕВЯКОВ
ЛЕВ ДМИТРИЕВИЧ
(1889 – 1963)**



Имя Льва Дмитриевича Шевякова – крупнейшего ученого в области горного дела, одного из основоположников теории проектирования угольных шахт, талантливого горного инженера и педагога – широко известно как в нашей стране, так и за рубежом. За свою творческую жизнь он опубликовал более 300 научных, методических и научно-популярных работ, многие из которых переведены на иностранные языки.

Л. Д. Шевяков родился 15 января 1889 г. в г. Ветлуге Калужской губернии. После окончания реального училища в Нижнем Новгороде он поступает на горный факультет высшего Екатеринославского горного училища, позднее переименованного в Горный институт; заканчивает его с отличием в 1912 году и остается работать здесь в качестве инженера. Его научно-педагогическая карьера стремительна: в 1913 году он ассистент, в 1916-м – доцент, в 1920-м – профессор Екатеринославского горного института и руководитель кафедры горного искусства.

В Екатеринославском горном институте в свете задач развития угольной промышленности Донецкого бассейна формировалось главное направление научных работ Л. Д. Шевякова по применению расчетно-аналитического метода для решения основных задач горного дела. На основе анализа работы шахт Донбасса Шевяков разрабатывает аналитический метод, находит оптимальные значения для многих горных параметров при проектировании шахт. Рациональные научные исследования профессора Б. И. Бокня, он многие задачи решает заново и создает свои методы исследования. Впервые в горной шахке Л. Д. Шевяков

закладывает основы теории проектирования шахт.

В 1929-1932 гг. Л. Д. Шевяков работает профессором Сибирского технологического института (г. Томск) и является консультантом Сибирского филиала института «Гипрошахт». Под его влиянием был осуществлен переход на строительство в Кузбассе крупных шахт с длительными сроками службы горизонтов (до 20 лет и более). Инженерные решения, запечатленные в проекты ряда шахт Кузбасса, и особенно в проект шахты «Коксовая № 1», были революционными для того периода.

В Уральский горный институт Л. Д. Шевяков был приглашен в 1932 году как крутой специалист горного дела, получивший признание в научном мире и на производстве.

Период работы Льва Дмитриевича в Уральском (Свердловском) горном институте (1932-1944) был весьма плодотворным. Профессор Л. Д. Шевяков стал одним из ведущих работников кафедры разработки пластовых месторождений. Он читает аналитический курс горного искусства, а также разработки пластовых месторождений и рудничного коллектора, ведет курсовое и дипломное проектирование, является преподавателем ГЭК горного факультета. Помимо учебной работы выполняется большая научная и методическая работа. С 1933 по 1937 гг. он является научным руководителем производственно-исследовательского отдела Свердловского горного института. Под его руководством были составлены проекты разработки угольных шахт №№ 4/6, 7/8, 20 в Челябинском бассейне, проекты разработки Березовского золоторудного месторождения («Большой Березовский»), Северо-

уральских бокситовых рудников, 2-го калийного рудника в Березниках и др. По-прежнему Л. Д. Шевяков не теряет связь с производством, являясь научным консультантом объединения «Уралуголь». С приходом Л. Д. Шевякова на кафедру РПМ расширилась аспирантура. Работе аспирантов существенную помощь оказала, написанная Львом Дмитриевичем, брошюра «Как работать над диссертацией».

Много времени Лев Дмитриевич отдавал подготовке учебной литературы. Он продолжает совершенствовать свой фундаментальный труд «Разработка месторождений полезных ископаемых», и в 1933 году выходит в свет третье издание этой книги. В 1936 и 1938 гг. вышли в свет два издания книги «Разработка пластовых месторождений», которые считают очередными этапами совершенствования его основного труда. Всего книга выдержала 9 изданий. Последнее издание вышло в 1963 году, уже после смерти автора. Книга переведена на иностранные языки. Около сорока лет она жила настольной книгой для студентов горных вузов, инженерно-технических и научных работников. В соавторстве с А. И. Бредихиным были написаны книги «Рудничный водоотлив» (1934 г. – первое издание, 1936-й – второе). Особо следует остановиться на подготовке и издании Конспекта аналитического курса горного искусства (1935).

Первые серьезные шаги в области аналитико-математического метода в горном деле, положившие начало перехода от «горного искусства» к «горной науке», были сделаны профессором Б. И. Бокисом в начале XX века. Л. Д. Шевяков продолжил и возглавил данное направление. Дальнейшее развитие аналитические методы в горном деле получили в его диссертации «Вскрытие месторождений каменных углей (преимущественно определение размеров шахтных полей)» и ряде аналитических работ, опубликованных в сборниках и журналах. Эти работы легли в основу лекций, читаемых студентам горного института. Лев Дмитриевич читал новый курс интересно. Сложный материал курса излагался логично и просто. Часто Л. Д. Шевяков приносил столу книги и журналов. Свободное и стройное изложение материала сопровождалось комментариями из принесенных на лекцию источников

и их цитированием. Студентам нравились лекции Л. Д. Шевякова вообще и по Аналитическому курсу горного искусства – особенно. Потребность в учебном пособии для студентов по курсу ощущалась остро. В 1935 г. Л. Д. Шевяков подготовил и издал на стеклографе Конспект аналитического курса горного искусства (235 с). Во введении Лев Дмитриевич писал: «Хороший учебник должен быть подобен хорошей картине в отношении стройности композиции, единства стиля и равномерности разработки деталей. Однако созданию законченной картины предшествует выполнение многочисленных этюдов и набросков. Предлагаемый Конспект аналитического курса горного искусства – только серия подготовительных этюдов. Работу по написанию Конспекта мне несколько облегчили тщательные записи моих лекций, выполненные студентом Свердловского горного института В. И. Голомолзиным». На базе Конспекта, и позднейших разработок Лев Дмитриевич издает первую в мировой практике книгу «Основы теории проектирования угольных шахт». Книга была переведена на ряд языков и явилась ценнейшим пособием не только для студентов горных вузов, но и ученых, проектировщиков. Второе, дополненное, издание книги вышло в свет в 1958 году. Многими вопросами горного производства занимался в течение своей жизни Л. Д. Шевяков. Но вопросы теории проектирования шахт, оптимизация проектных решений всегда были на первом плане, являлись основными в творчестве Льва Дмитриевича. Они углублялись его преподавателями и учениками.

Плодотворный труд ученого был замечен, и в 1934 году по совокупности трудов Л. Д. Шевяков (присуждается ученым степень доктора технических наук. В 1938 году ученым Свердловского горного института и ряд общественных организаций города Свердловска выдвиженули кандидатуру Л. Д. Шевякова для избрания в действительные члены Академии наук СССР. 18 января 1939 года газета «Уральский рабочий» сообщила об избрании его действительным членом АН СССР. Вскоре он назначается заместителем председателя Уральского филиала АН СССР и директором Горногеологического института этого филиала. Однако до отъезда в Москву в конце 1944 года

Л. Д. Шевяков остается профессором кафедры разработки пластовых месторождений горного института. Несмотря на занятость в УФАН, он активно участвует в учебном процессе.

Великая Отечественная война внесла свои корректировки в работу трудовых коллективов страны и ученых. В протоколе заседания кафедры РПМ № 25 от 26 июня 1941 года записано, что «в связи с навязанной германским фашизмом войной» акад. Л. Д. Шевяков принимает на себя обязательства:

1. Отказ от отпусков как по СГИ, так и по УФАН.

2. Помощь промышленности, в частности, относящейся к его специализации – калийной и угольной, – всеми зависящими от него Мерами, как в Свердловске, так и путем кратковременных «в связи с характером работы в УФАН» выездов на производство.

Въезды на производство оказались не редкими, часто – продолжительными. В годы Великой Отечественной войны Л. Д. Шевяков занимается мобилизацией ресурсов горной промышленности Урала и Востока страны на нужды обороны. Он привлекается для экспертизы и решения сложных горнотехнических вопросов. В 1941–1942 гг. Л. Д. Шевяков с группой специалистов выезжает в Кизеловский бассейн, Коркино и разрабатывает планы развития добычи угля в этих районах. Участвует в опенке рудной базы для обеспечения Кузнецкого металлургического комбината рудой. В 1943–1944 гг. он принимает участие в работе государственных комиссий по увеличению добычи угля в Кузнецком и Карагандинском бассейнах. В 1942 году за работу «О развитии народного хозяйства Урала в условиях войны» Л. Д. Шевякову в числе других ученых присуждается Государственная премия первой степени. В 1943 г. за выполнение задания правительства по увеличению добычи угля в условиях военного времени он был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В конце 1944 года Л. Д. Шевяков выехал на работу в Москву, однако его личные и деловые контакты со Свердловским горным институтом продолжались еще длительное время.

Начиная с 1944 г., и буквально до последнего дня жизни научная деятельность Льва

Дмитриевича была неразрывно связана с созданием и развитием Всесоюзного научно-исследовательского угольного института и Института горного дела АН СССР, объединенных впоследствии в крупнейший научный центр горной промышленности – Институт горного дела им. А. А. Скочинского.

Совместно с академиками А. А. Скочинским и А. М. Терпигоревым им создана в Институте горного дела школа советских ученых-горняков, занимающихся важными исследованиями и разработкой основных научно-технических проблем горного дела.

В 1947 г. Л. Д. Шевяков был назначен на ответственный государственный пост – членом Госплана СССР, председателем Совета научно-технической экспертизы, где и проработал более 10 лет. За это время при его непосредственном участии была произведена экспертиза сотен проектов крупнейших строек страны в разных областях народного хозяйства: горном деле, энергетике, транспорте, машиностроении и т. д.

Л. Д. Шевяков отдал отечественной горной науке и технике 50 лет жизни, оставил большое научное наследие. Книги и статьи Л. Д. Шевякова переведены на многие иностранные языки, основные его труды служат учебными пособиями во многих социалистических странах. По свидетельству зарубежной технической печати, Л. Д. Шевяков – один из крупнейших мировых научных авторитетов в области горного дела.

Задачи горной науки Лев Дмитриевич определял следующим образом: «Горная наука должна быть неразрывно связана с практикой. Ее прямой целью и задачей является помочь производству в деле повышения его эффективности».

Одним из направлений научной деятельности Л. Д. Шевякова были вопросы горного давления. Горное давление для исследователя – сложная проблема. В зависимости от условий оно может нести с собой и зло и благо, но оно является также результатом не только природных, но и технических и организационных условий разработки.

Исследованиями в области горного давления Л. Д. Шевяков занимался более 40 лет, начиная с 1922 г. За это время он опубликовал большое количество оригинальных работ по

этому вопросу. Заслуга Льва Дмитриевича состоит в том, что он много сделал по установлению четкой терминологии, правильному пониманию явлений горного давления и определил актуальные задачи исследования. В его статьях вскрывалась сущность проявления горного давления в различных горнотехнических условиях. Положения, выдвигаемые Л. Д. Шевяковым в области горного давления, всегда облачали большой убедительностью, так как вытекали из практики. Л. Д. Шевяков был одним из первых ученых, создавших метод расчета опорных целиков, имеющий практическое и научное значение. Много работ появляется в литературе на эту тему, но незыблемыми остаются основы расчета, которые разработал Л. Д. Шевяков.

Лев Дмитриевич был постоянным экспертом угольной промышленности и привлекался для решения сложных горнотехнических вопросов. Так, в 1944 г. он назначается председателем Комиссии по разработке мер ликвидации последствий внезапного прорыва подземных вод на Богословских угольных разрезах.

В 1946-1949 гг. Л. Д. Шевяков принимает участие в работах Академии наук СССР по освоению КМА как председатель Совета по изучению производительных сил АН СССР. в 1952 г. при его участии в г. Губкине была организована Геологическая станция Академии наук СССР, переданная в 1953 г. в состав Института горного дела АН СССР.

В 1944 г. Л. Д. Шевяков по поручению Госплана СССР организовал экспертизу

проектных материалов по разработке богатых руд Лебединского месторождения. Был поставлен вопрос о выборе способа разработки месторождений и метода осушения обводненных погруженных толщ. Экспертизой была установлена целесообразность открытой разработки Лебединского месторождения и был выбран метод осушения. Эти материалы явились руководящими для составления проекта разработки.

Все последующие проекты горных предприятий КМА, в том числе и проект Яковлевского подземного рудника мощностью 18 млн т в год, проходили экспертизу под руководством Л. Д. Шевякова.

Задачи освоения богатств КМА потребовали проведения научно-исследовательских работ в области геологии, горного дела, рудоподготовки, выплавки чугуна и экономики. Рамка научно-исследовательских работ увеличивалась, к проведению их было привлечено почти 40 научно-исследовательских и проектных институтов. Возникла необходимость в координации и руководстве работами. В 1957 г. Президиум АН СССР утвердил Научный совет по проблемам освоения КМА под председательством Л. Д. Шевякова. На этом посту Л. Д. Шевяков оставался до своей кончины.

Валиев Н. Г.,
зав. кафедрой ГД,
доктор технических наук, профессор
Вандышев А. М.,
профессор кафедры ГД

БЫКОВ
ЛЕОНИД НИКОЛАЕВИЧ
(115 лет со дня рождения)
(1895 – 1979)*



Быков Л. Н. родился 27 апреля 1895 года в семье машиниста железнодорожника в г. Люботине Харьковской области. По окончании Харьковского реального училища в 1912 году поступил и в 1919 году окончил Екатеринославский (ныне Днепропетровский) горный институт по специальности «Горное дело».

Трудовую деятельность начал в 1914 году, работал в различных организациях Днепропетровска и Харькова в должностях статистика, старшего техника, помощника заведующего лесного отдела треста «Югосталь». С 1923 года работал на шахтах Донбасса. В начале на шахте «Новоочакинская» в должности заведующего вентиляции шахты, затем заместителем заведующего этой шахты. Позднее назначается заведующим шахтой «Северная наклонная». В связи с переходом на новую шахту, входящую в систему Макеевского рудоуправления, он знакомится с деятельностью Макеевской горносигнальной станции, преобразованной впоследствии в Макеевский государственный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности (МАКНИИ) – первый специализированный институт данного профиля в СССР.

В 1926 году Л. Н. Быков на конкурсной основе переходит на работу в МАКНИИ на должность научного сотрудника. Первые научные работы Л. Н. Быкова были посвящены созданию и оснащению исследовательских лабораторий института, разработке методик

проведения исследований. В 1927 году в журнале «Уголь и железо» появляется его статья «Методы лабораторных исследований проб рудничной пыли на зольность», в трудах МАКНИИ и в трудах I-го Всесоюзного съезда по безопасности и Межведомственного Совета по безопасности горных работ выходит 14 научных статей, посвященных методам определения взрывчатых свойств угольной пыли, осланцеванию горных выработок, природе образования, выделения и распределения по горным выработкам метана и др. За это время (1926-1937) он проходит путь от научного сотрудника до заместителя директора института по научной работе.

В 1932 году выходит его монография «Изогазы и теория происхождения очагов внезапных выделений метана», которая имела важное значение для горной науки и принесла Л. Н. Быкову широкую известность среди специалистов, ученых и производственников. О значении данной работы основатель школы рудничной вентиляции академик А. А. Слючинский сказал: «За границей изучение этих грозных явлений объединило в этом отношении не только французов, бельгийцев, англичан и американцев, но даже таких традиционных врагов, как французы и германцы. Мы, СССР, до последнего времени почти не участвовали в этой работе, и первым серьезным вкладом в эту международную работу является труд горного инженера Л. Н. Быкова».

* При написании статьи авторами были использованы: материалы Уральского государственного университета, материалы Тульского горного института; материалы из свободной «Энциклопедии Урала» (Инженеры Свердловской области).

В годы работы в МАКНИИ основной темой исследований Л. Н. Быкова были динамические явления в угольных шахтах – внезапные выбросы угля и газов. Результаты этих работ были использованы при разработке «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах».

Совместная работа по решению насущных задач, связанных с безопасностью горных предприятий, заложила основы дружбы и сотрудничества Л. Н. Быкова с известными учеными-горняками А. А. Скочинским, Л. Д. Шевяковым, А. М. Тернгоревым, В. Б. Комаровым и др.

В 1936 году Л. Н. Быков опубликовал монографию «Теория и основные принципы эксплуатации пластов, склонных к внезапным выделениям газов», которая легла в основу его докторской диссертации. Оппонентами диссертации выступили: директор Института органической химии АН СССР академик А. Н. Несмиянов, академик А. А. Скочинский, лауреат Нобелевской премии академик Н. И. Семёнов.

Блестящая защита и отзывы по работе ведущих отечественных и зарубежных ученых поставили Л. Н. Быкова в ряд крупнейших

специалистов по решению проблем внезапных выбросов угля и газов в шахтах.

В 1937 году Л. Н. Быков был избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой вентиляции Свердловского горного института (ныне Уральского государственного горного университета), где проработал до 1956 года. В 1938 году им была организована кафедра вентиляции, переименованная в 1946 году в кафедру рудничной вентиляции и техники безопасности.

Л. Н. Быков был не только талантливым ученым, педагогом, но и хорошим организатором. При нем на кафедре были созданы и освещены необходимым оборудованием лаборатории рудничной вентиляции, горноспасательного дела и противопожарного оборудования. Построенная по его проекту модель шахтной вентиляционной сети до сих пор используется для проведения лабораторных работ и научных исследований студентами, аспирантами и научными работниками кафедры.

Обстановка, сложившаяся на горных предприятиях Уральского региона, заставила Л. Н. Быкова переключиться на решение задач, связанных с эксплуатацией Уральских медноколчеданных рудников. Под его руководством



Коллектив ведущих научных работников МАКНИИ.
Третий слева в первом ряду Л. Н. Быков, 1935 г.



Методическая комиссия горного факультета СГИ, 1940 г.

был разработан комплекс мероприятий по предупреждению и тушению эндогенных пожаров на «Дегтярском», «Красногвардейском» и других рудниках Урала.

С 1939 по 1949 гг. вышел цикл его статей: «К вопросу о методике борьбы с эндогенными пожарами на медноколчеданных рудниках Урала», «Эндогенные пожары и эксплуатация медноколчеданных месторождений», «Природа эндогенных пожаров и комплексный метод эксплуатации медноколчеданных месторождений». При непосредственном участии Л. Н. Быкова было разработано «Руководство по борь-

бе с эндогенными пожарами на медноколчеданных рудниках Урала».

Как логическое завершение цикла научных исследований по проблемам борьбы с эндогенными пожарами вышло учебное пособие «Рудничные пожары» (Углехиздат, 1953). Одновременно вышел в Металлургиздате «Практикум по вентиляции», выдержавший впоследствии несколько изданий в СССР и в ряде зарубежных стран.

В эти же годы Л. Н. Быков продолжал исследования природы внезапных выбросов на угольных шахтах Урала, участвовал в



Всесоюзное совещание по предупреждению и тушению подземных пожаров, 1946 г.
В центре – академик А. А. Скочинский, третий справа Л. Н. Быков



Коллектив кафедры, 1961 г.

проектировании и строительстве нескольких горнодобывающих предприятий. Опубликовал ряд работ, являющихся техническим руководством по эксплуатации месторождений полезных ископаемых: «К вопросу проектирования вентиляции на металлических рудниках», «Технические схемы эксплуатации медноколчеданных месторождений» и др.

В 1956 г. Л. Н. Быков был приглашен директором Тульского горного института Н. Н. Толокновым на работу в ТГИ с целью

организации там кафедры вентиляции и техники безопасности. Этую кафедру он бесменно возглавлял с сентября 1957 года до 1969 года включительно. С 1970 года – профессор-консультант.

Кафедра на момент организации имела в своем составе трех человек: профессор, д-р техн. наук Л. Н. Быков, доцент А. Д. Климанов, ассистент Е. М. Астахов. В 1969 году коллектив кафедры увеличился до десяти человек.



Л. Н. Быков принимает поздравления сотрудников ТГИ
в связи с 80-летним юбилеем, 1975 г.

С 1959 года при кафедре под научным руководством Л. И. Быкова началась подготовка аспирантов по специальностям: «Подземная разработка полезных ископаемых» и «Техника безопасности и противопожарная техника». Первыми аспирантами кафедры были Э. М. Соколов и М. Т. Судла, в дальнейшем успешно защитившие кандидатские диссертации.

Л. И. Быков был выдающимся ученым в области создания безопасных условий труда в горной промышленности. Является автором и соавтором около 200 печатных работ.

На протяжении всей научно-педагогической деятельности Л. И. Быковым уделялось большое внимание подготовке специалистов – горняков высшей квалификации. Под его руководством защищены 4 докторские и около

30 кандидатских диссертаций. Л. Н. Быков работал практически по всем основным направлениям рудничной аэрогазодинамики, и его научные результаты не теряют своей актуальности и в настоящее время.

За свой многолетний труд Л. Н. Быков награжден орденом Ленина, медалями СССР, нагрудным знаком «За отличные успехи в области высшего образования СССР» и «Шахтерская слава» III, II и I степеней.

Умер Л. Н. Быков 19 октября 1979 года в городе Туле.

Ермолаев А. И.,
зав. кафедрой БГП,
доктор технических наук, профессор
Токмаков В. В.,
доцент кафедры БГП

Примечание. Авторами очерка «Быков Леонид Николаевич (1895-1979 гг.) 115 лет со дня рождения» (С. 181-185) являются:

© Ермолаев А. И., зав. кафедрой БГП, доктор технических наук;
Чернавский Э. И., профессор;
Токмаков В. В., доцент



ВЕСЕЛОВ
АЛЕКСЕЙ ИЛЛАРИОНОВИЧ
(1895 – 1982)

Без особого преувеличения можно сказать, что Алексей Илларионович Веселов – это целая эпоха в жизни нашего Уральского горного вуза, отечественной и мировой горной науки и области рудничных турбоустановок.

Родившись в Тверской губернии (10 марта 1895 года в д. Мокравицы) в крестьянской семье, А. И. Веселов в 1911 году прибывает на Урал, с горнозаводской промышленностью которого будет в дальнейшем связана практически вся его жизнь.

Сейчас трудно объяснить мотивы, по которым крестьянский сын из глубинки Тверской губернии, сирота, в 9 лет приехал в Екатеринбург и в 1911 году поступил стипендиатом в Уральское горное училище. Алексей Илларионович никогда не рассказывал о своих детских годах. Надо полагать, что сиротское детство не оставляет радостных воспоминаний. Зато годы учебы в Горном училище запомнились надолго, прежде всего высококвалифицированным составом преподавателей, выделявшихся энциклопедическими знаниями и высокой педагогической культурой. Запомнились и производственные практики, которые проходили на Урале, в Кузбассе и Донбассе. Хорошее по тем временам стипендиальное обеспечение (15 золотых рублей в месяц) позволяло не экономить на посещении театров, особенно знаменитого в те времена оперного.

Любовь к классической музыке, и особенно к оперному искусству, прошла через всю его жизнь. Многие партитуры опер Алексей Илларионович помнил не только целиком, но и с особенностями аранжировки и даже исполнительского мастерства дирижеров и певцов.

Музыка заполняла его и, возможно, стимулировала развитие радиолюбительства. Лучшие радиоприемники всегда были в его доме, а дом заполнил музыкой.

Одним из первых крупных приобретений еще в молодые годы был великолепный концертный рояль, который вместе с хозяином проехал через многие рудники и заводы и сохранился до последних дней.

Окончив в 1915 году Уральское горное училище, А. И. Веселов поступает в Рижский политехнический институт, но мировая война прерывает его учебу. Он был мобилизован и направлен в школу прапорщиков, после окончания которой командирован в 17-й Сибирский стрелковый полк. Затем была служба в должности механика шинового завода в Экибастузе и подвижных технических мастерских первой Сибирской армии адмирала А. В. Колчака.

После окончания гражданской войны Алексей Илларионович был назначен механиком Калачинского завода и рудника, а в 1925 году командирован на должность главного механика на Карабашский медеплавильный завод и рудник, которые эксплуатировались тогда концессионерами компании «ВУТВОРД». Здесь он проработал до 1929 года.

В годы работы главным механиком Карабашских заводов и рудников А. И. Веселов жил в доме для инженеров, построенном на английский манер. Большой, на высоком фундаменте дом с высокими потолками с каждого угла имел собственный вход в отдельную квартиру. Централизованная часть дома (холл-библиотека) имела связь с каждой квартирой.

В холле всегда были новые иностранные и советские журналы по горному делу, газеты и книги. Стоял рояль. Был и ломберный стол для игры в карты. Вечером собирались вместе с женами. Беседовали, обменивались информацией и, может быть, решали главные вопросы производства. В холле разрешалось все, кроме наливки. Очевидно, такая культура быта в оторванной от цивилизации жизни горняков позволяла поддерживать интеллектуальный уровень весьма высоким, а жизнь интересной.

Напряженно работая на производстве, одновременно в 1930 году А. И. Веселов оканчивает механический факультет Нижегородского государственного университета и переходит на должность доцента в Уральский институт цветных металлов, а в 1934 году — в Свердловский горный институт, где проработал до 1976 года, в основном в должности заведующего кафедрой горной механики (исключая период 1941–1943 гг., когда кафедрой заведовал доцент Г. М. Тупицын, эвакуированный из Днепропетровского горного института).

Еще в 20-е годы А. И. Веселов формируется как ученый. Он анализирует, обобщает опыт эксплуатации рудничных турбоустановок и регулирует публикуется в центральных технических журналах.

Многие его идеи и предложения (методы определения притоков воды, принципы автоматизации водоотливов, способы и средства защиты водоотливного оборудования от коррозии и кавитации, применение заглубленных насосных камер и др.) находят в настоящее время широкое применение в практике горных предприятий.

Первая и самая крупная за всю отечественную историю монография «Рудничный водоотлив» вышла в 1940 г. и долгое время служила практическим руководством для специалистов в области организации откачки рудничных вод. В 1942 году А. И. Веселов представил и защитил докторскую диссертацию на тему: «Исследование, защита от коррозии, пути рационализации и реконструкции водоотливных установок медных рудников Урала», получившую высокую оценку производственников, так как в ней нашли свое практическое решение многие проблемы рудничного водоотлива. Академик Л. Д. Шевя-

ков в своем официальном отзыве отметил: «Вообще вся работа А. И. Веселова носит на себе отпечаток инициативы, целеустремленности и полной самостоятельности автора в постановке и разрешении рассматриваемых в диссертации вопросов».

В связи с затоплением в годы Великой Отечественной войны многих шахт и рудников и необходимостью их откачки А. И. Веселов предложил принципиально новый метод осушения на основе применения погруженно-плавающих насосных агрегатов, обеспечивающих надежность эксплуатации насосов и удобство автоматического управления агрегатами, а также защиту насосов от кавитации.

В его монографии «Откача рудников» (1947) критически проанализирован и обобщен весь мировой опыт откачки шахт с учетом результатов собственных разработок и предложений.

Интересно, что в списке использованной литературы из 104 источников более трети было иностранных (этот факт был использован в дальнейшем для критики А. И. Веселова с позиций пресловутого космополитизма).

Многие работы А. И. Веселова посвящены вопросам защиты водоотливных установок от разрушающего воздействия рудничных агрессивных вод. Они обобщены в его монографии «Защита от коррозии рудничных водоотливных установок» (1950), в которой предложены оригинальные способы воздействия как на агрессивную среду, так и на весь комплекс водоотлива. В дальнейшем в нашей стране так подробно эти вопросы больше не рассматривались.

Ключевым для творчества А. И. Веселова явилось издание в 1952 году монографии «Рудничные турбомашины», в которой уделено большое внимание фундаментальной теории центробежных и осевых рудничных турбомашин, подробно рассмотрены рабочие процессы, протекающие в насосах, вентиляторах и турбокомпрессорах.

Последней крупной монографией А. И. Веселова была монография «Рудничный водоотлив» (1956), предназначенная для инженерно-технических работников горных предприятий и проектных организаций и как учебное пособие для студентов — горных электромехаников.

В списке научных трудов А. И. Веселова около 200 наименований. Характерно, что почти во всех автором является он один. Это действительно громадный вклад в науку и практику горного дела. Многие его работы изданы за рубежом. Они получили мировое признание. Большая изодотворная работа А. И. Веселова на научно-педагогическом поприще была оценена правительством и горно-технической общественностью страны. Он был награжден орденами и медалями; ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации.

Мне посчастливилось в жизни дважды быть учеником Алексея Илларионовича (в качестве студента и аспиранта). Хотя его лекции и отличались некоторым «академизмом», но нас, студентов, покоряли глубочайшие знания теории и практики рассматриваемых вопросов, безупречная научная эрудиция и громадный личный авторитет лектора. Никому из нас в голову не могла прийти мысль о возможности хоть когда-то сравняться с его знаниями в вопросах горной механики.

А. И. Веселов по праву считается основателем Уральской школы горной механики, которая нашла свое дальнейшее развитие в его

многочисленных учениках и последователях не только в Уральском регионе, но и в масштабах всей страны. Продолжается эта школа и в научно-педагогическом коллективе его родной кафедры, пока еще не сменившей свое первоначальное название.

Крупный ученый, Алексей Илларионович был исключительно скромным человеком. До последних дней жизни он прожил на 5 этаже дома без лифта, ни разу не надел форменного мундира, орденов и медалей. Не носил даже знака заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

А. И. Веселов обладал редким даром футуролога, он намного опережал свое время. Многие его идеи и предложения, например, использование на водоотливных установках шахт насосов с оборотами 6000 мин⁻¹, оценка эффективности эксплуатации турбомашин по их «темпераменту», применение трубопроводных вентиляционных систем на глубоких карьерах и многие другие еще ждут своего дальнейшего развития и практического применения.

Тимухин С. А.,
доктор технических наук,
профессор кафедры ГМ

**МАЛАХОВ
АНИСИМ ЕФРЕМОВИЧ
(к 110-летию со дня рождения)
(1899 – 1989)**



22 февраля 2009 г. исполнилось 110 лет со дня рождения профессора, доктора геолого-минералогических наук Анисима Ефремовича Малахова, известного специалиста в области изучения рудных, нерудных и редкометальных месторождений Урала, внесшего большой вклад в подготовку специалистов-геологов и подготовку высококвалифицированных научных кадров в Свердловском горном институте им. В. В. Вахрушева в период с 1930 по 1963 гг. Затем он осуществлял руководство и выполнял исследования по изучению месторождений промышленных хромитов в Уральском территориальном геологическом управлении, и, наконец, по приглашению руководства Свердловского института народного хозяйства (СИНХа) снова перешел на преподавательскую работу — на кафедру экономической географии и размещения производственных сил, где и работал в должности профессора на продолжении 16 лет, с 1968 по 1984 гг.

Естественно, самый творческий и плодотворный период его жизни был связан с работой в Свердловском горном институте: ассистентом (1930-1931), доцентом (1931-1942) и заведующим кафедрой геологии рудных месторождений (1942-1950). В 1949-1950 гг. он был деканом геологоразведочного факультета, а с 1950 по 1952 гг. — заместителем директора Свердловского горного института по учебной работе.

С 1950 по 1955 гг. А. Е. Малахов заведовал кафедрой угольных и нерудных месторождений, а затем объединенной кафедрой геологии месторождений полезных ископаемых.

На протяжении многих лет он активно занимался научной работой. Его докторская диссертация «Геология и металлогенез Пышминско-Ключевского рудного поля», успешно защищенная им в 1942 году, которую оппонировали широко известные специалисты в области геологии, геохимии и петрографии — академики Владимир Афанасьевич Обручев, Александр Евгеньевич Ферсман и Дмитрий Степанович Беляевский, посвященная оценке кобальтоносности медноколчеданных и полиметаллических руд, а также листвинитов в этом месторождении, обусловила открытие значительного числа новых рудных тел, второе превосходящих ранее выявленные, имела большое значение для существенного увеличения производства высококачественных танковых сталей в годы Великой Отечественной войны. Бесспорность данных о минералогической природе кобальта в виде кобальтоносного пирита была положена в основу схемы переработки руд и была подтверждена многолетней успешной работой обогатительной фабрики. Результаты проведенных исследований 1941 г. под руководством А. Е. Малахова на кафедре рудных месторождений СГИ подтвердили выводы о существовании второго рудного поля, располагающегося параллельно Пышминско-Ключевскому, а также вывод о высокой ценности серпентинитов для получения кобальта.

Много творческих усилий А. Е. Малахов с сотрудниками кафедры потратил на детальное изучение Бакальского и Ахтенского месторождений сидеритов на Южном Урале для решения проблемы их генезиса.

Необходимо отметить, что за многие годы из кафедры геологии месторождений подземных вскопаемых (ГМПИ) сложился большой и работоспособный коллектив преподавателей и сотрудников. Среди них нужно отметить профессора Сергея Андреевича Вахромеева, который впоследствии уехал на заведование кафедрой в Политехнический институт в г. Иркутске, доцента Павла Ивановича Кутюхина, Юрия Сергеевича Соловьева, Ирину Павловну Ваганову, Василия Александровича Князева и многих других.

Уместно также вспомнить, что вскоре после войны, в 1948 году, когда А. Е. Малахов обратился с частным письмом в Геологическую службу Финляндии с просьбой выслать какие либо геологические материалы по месторождению Оутокумпу, однотипному с Пышминско-Ключевским, но более крупному, он вскоре получил толстый пакет, где не только были представлены подробная записка, посвященная этому месторождению, но и большое количество геологических карт различной степени детальности.

А. Е. Малахов был участником и докладчиком на XVII сессии Международного геологического конгресса, проведенного в Москве в 1937 году. Выпускник нашей кафедры профессор Борис Валентинович Чесноков называл один из открытых им минералов «малахитом», в честь А. Е. Малахова.

Им было подготовлено более 10 кандидатов наук. За успехи в области подготовки кадров он был награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалью. Он являлся автором и соавтором 88 опубликованных работ и редактором трех сборников трудов.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ОПУБЛИКОВАННЫХ ТРУДОВ

1. Малахов А. Е. Пышминско-Ключевское полиметаллическое рудное поле. Свердловск: Металлургиздат, 1941. 84 с. (соавторы Вахромеев С. А., Соловьев Ю. С.).
2. Малахов А. Е. О кобальтоносных лиственитах Пышминско-Ключевского рудного поля // Труды СГИ, вып. XXVIII. Свердловск, 1956. С. 5-11.
3. Малахов А. Е. Новые данные по геологии Байкальских месторождений // Изв. АН СССР, сер. геол. 1956. № 11.
4. Малахов А. Е. Состав руд, вмещающих пород и закономерности формирования Ахтанско-железорудного месторождения // Труды СГИ. № 39. Свердловск, 1961 (соавторы Вирлаков А. С., Рынк А. Е., Храменкова Д. П.).
5. Малахов А. Е. Экономика природных ресурсов. 2-е изд., перераб. Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1978 (соавтор Малахов А. А.).

Малахов А. А.,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры ГПР

**ОВЧИННИКОВ
ИВАН КИРИЛЛОВИЧ**
(к 105-летию со дня рождения)
(1904 – 1987)



Овчинников Иван Кириллович родился 28(15) июня 1904 г. в семье крестьянина Вятской губернии Орловского уезда в деревне Овчинниково. До 1923 года жил с родителями и с малых лет помогал им в хозяйстве. С 1912 по 1929 гг. учился в начальной и средней школе. С 1923 по 1925 гг. учился в Вятском педагогическом институте на физико-математическом отделении, а затем один год работал учителем физики и химии в средней школе села Верхоянжемска.

В 1926 году поступил учиться в Ленинградский университет на физическое отделение физмата, по окончании которого в 1931 году получил специальность «научный работник по физике». Будучи студентом, сотрудничал с работниками Ленинградского геологического комитета, провел два полевых сезона в Сибири и на Урале. Назначение на работу получил в Уральское геологическое управление в качестве геофизика.

Иван Кириллович работал по совместительству ассистентом кафедры геофизики Свердловского горного института, успешно сочетая работу в полевых геофизических партиях с проведением лекционных и лабораторных занятий по электроразведке и радиометрии со студентами. В 1933 году он уволился из Уральского геологического управления.

В 1933–1938 гг. работал ассистентом кафедры геофизики СГИ, читал лекции по электроразведке, радиометрии, физике, теории поля, руководил дипломным проектированием, заведовал лабораторией и кабинетом электрометрии, писал диссертацию.

В 1938 г. Иван Кириллович поступил на работу в Уральский индустриальный (политехнический) институт, через год защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук и работал в должности доцента.

В 1944 г. из-за резкого сокращения нагрузки он перешел в Свердловский горный институт на вакантное место заведующего кафедрой физики и бессменно руководил кафедрой 35 лет.

Послевоенные годы были благоприятными для развития института. Работали Высшие инженерные курсы, значительно увеличился прием студентов, лекции по физике слушали ежегодно по двух тысяч студентов. Чтобы справляться с таким потоком, кафедру необходимо было расширять, сохраняя на высоком уровне качество преподавания. Иван Кириллович успешно решил эту проблему. Был установлен лабораторный практикум, насчитывающий 50 различных работ, среди



За рабочим столом

них такие уникальные, как работы по спектральному и рентгеновскому анализам. Кроме этого, хорошие лаборатории были оборудованы в Копейске, Коркино, Асбесте, Североуральске, Карпинске и Качканаре.

Иван Кириллович – автор ряда методов поисков глубинных колчеданных месторождений. Разработанный им метод компенсаций позволил в 1951 году открыть в городе Красноуральске медноколчеданное месторождение, названное «Северным».



На переднем плане А. К. Козырин и И. К. Овчинников в полевых условиях

В 1957 году он защитил в Геофизическом институте АН СССР докторскую диссертацию «Экранирующее влияние поверхностного слоя земной коры при электроразведке рудных месторождений». В 1958 г. ему была присвоена учченая степень доктора физико-математических наук. Профессор Овчинников и его ученики продолжали изучать явления, связанные с поисками и разведкой полезных ископаемых, занимались изучением физических свойств сульфидов, поляризации рудных зерен, магнитных свойств ферромагнетиков, углей спектральным методом.

По результатам теоретических исследований было написано более 30 научных статей. Школу Ивана Кирилловича прошли все выпускники-геофизики. Среди них ведущие специалисты производства, профессора, научные сотрудники института, Академии наук. Он является основателем Уральской школы электроразведки.

В 1970 году на кафедре для изучения изоточного состава серы сульфидов была создана масс-спектрометрическая лаборатория. В этой лаборатории под руководством Ивана

Кирилловича сотрудники института Р. И. Перкова, С. А. Игумнов, Т. П. Славина исследовали изотопный состав серы сульфидов уральских месторождений и защитили диссертации. Другие физические методы исследований, экспериментальные и теоретические, нашли отражение в диссертационных работах В. В. Жаворонковой, А. А. Кривошенина, А. Н. Мезенцева, Л. П. Юферевой.

Иван Кириллович является автором важнейших работ. В 1975 году вышла из печати его монография «Электроразведка рудных объектов под верхним электропроводным слоем земной коры».

Будучи отличным методистом, он использовал не только отечественный опыт, но и зарубежный, в частности Массачусетского университета. Самых лучших оценок заслуживает его классический по содержанию учебник «Теория поля», по которому до сих пор обучаются студенты-геофизики.

Тогда же, в 70-е годы, были изданы «Методические разработки по курсу физики», переизданы «Руководства к лабораторным занятиям по физике» в шести частях.

Иван Кириллович читал лекции по теории поля и физике студентам геофизического факультета. Представление о физике в целом застает студентам именно в общем курсе физики. Это способны сделать только большие ученые, обладающие широким научным кругозором. Таким физиком был Иван Кириллович. Он обладал необычайным талантом находить способы изложения сложных вопросов простым и ясным языком, не жертвуя при этом строгостью и научностью. Студенты уважали его за доходчивое объяснение, требовательность и объективность.

Много времени он уделял состоянию материальной базы кафедры, приобретению лабораторного оборудования и наглядных пособий, демонстрационных опытов. В 1973 г. наши лаборатории были признаны лучшими среди лабораторий кафедр физики других институтов города.

Для обеспечения учебного процесса умел подбирать преподавателей, лаборантов, учебного мастера, лекционного демонстратора. Все годы кафедра отличалась высоким уровнем методической и учебной работы, хорошим качеством лекций, сопровождавшихся лекционными демонстрациями.

Назовем тех, кто вместе с И. К. Овчинниковым своим кропотливым и добросовестным трудом создавал высокий авторитет кафедры: К. П. Пузанова, Р. И. Перкова, Н. И. Примизенкина, З. Я. Голубкова, Л. С. Дружинина, А. А. Крикошевин, С. Ф. Бородулин, Е. М. Бовтунова, О. Н. Волкова, М. В. Марков, А. Г. Баженова, А. Н. Мезенцев, В. В. Жаворонкова.

Ближайшими соратниками Ивана Кирилловича были Л. А. Печеркин и В. И. Зюзин. Леонид Андреевич начал работать в 1938 г., вместе с Капитолиной Платоновной Пузановой занимался изучением химического состава горных пород спектральным методом. Затем воевал, был награжден орденами и медалями, на кафедру вернулся в 1946 г. При его участии были поставлены многие лабораторные работы, создана спектральная лаборатория, в которой он был единственным юстировщиком приборов. Широкоэрудированным специалистом был Виктор Иванович Зюзин. Как и Л. А. Печеркин, воевал, был тяжело ранен, на кафедре начал работать в 1943 году. Добрую память о себе оставил еще один фронтовик –

Николай Васильевич Страхов. Его золотыми руками было создано много демонстрационных и лабораторных установок.

Иван Кириллович, проявляя повседневную заботу о кадрах, посыпал занятия преподавателей. Мы, тогда еще молодые преподаватели, побаивались его, но в его дружеских критических замечаниях находили большую пользу. Он постоянно советовал нам до конца продумывать изложение темы, решение задачи, объяснение опыта. На кафедре постоянно действовал семинар, на котором обсуждались сложные вопросы физики. Иван Кириллович человека оценивал по его отношению к работе, защищал своих сотрудников от необоснованных нареканий. Огромную благодарность в связи с 80-летием Ивана Кирилловича выразила (от нас в том числе) В. В. Жаворонкова:

Не помню – народ ли, мудрец ли сказал:
Богат человек тем, что людям отдал.
Ивану Кириллычу истина эта
Относится прямо – сомнения нету.



Сотрудники кафедры физики

И мы собрались, чтобы вспомнить опять.
Как много сумел нам он в жизни отдать.
Вот я – в институте меня он учил,
Теорию поля нам в годы вбил.
Теперь-то я знаю, что это за труд!
Коль скучно читашь – студенты заснут.
Работала в партии я у него,
О времени том вспоминаю тепло,
Как он терпеливо нам все объяснял,
Как думать учил, как творить призывал!
Поздней он меня пригласил в аспиранты.
Я так сомневалась – не хватит таланта!
А он ободрял, помогал, направлял,
Дал тему и рядом в работе шагал!
А тема – поляризация минералов.
Как много с ней в жизни моей увязалось!
Защита и степень, работа... К тому же
Обязана ей и знакомством я с мужем.
Выходит, учитель мой, как говорят,
Не только учитель для нас, но и свят!
И дальние со всеми меня опекают,
Работать учит, спуску нам не давая.
За все Вам спасибо – примите его!
Я вспомнила малую часть из того,
Что в жизни своей получила от Вас!
И Вы посмотрите: как много здесь нас,
Что Вам благодарны! А сколько здесь нет,
Кто шлет Вам сегодня сердечный привет.

28 июня 1984 года

Все годы Иван Кириллович вел большую общественную работу: он избирался председателем профбюро, неоднократно заместителем председателя местного комитета института, в течение нескольких лет руководил методическим семинаром кафедр физики г. Свердловска. Он являлся членом совета геофизического факультета и членом трех специализированных советов по присуждению ученых степеней.

Плодотворный труд И. К. Овчинникова отмечен высокими наградами: орденом Трудового Красного Знамени (1953), медалью «За доблестный труд» (1970), почетными знаками Министерства геологии СССР «Отличник разведки недр» (1969) и Министерства высших учебных заведений СССР «За отличные успехи в работе» (1977), почетными знаками «Победитель соцсоревнования» и медалью «Ветеран труда».

Славин Т. П.,
доцент кафедры физики;
Луканиевич Л. Н.,
старший преподаватель кафедры физики

АЛЬБОВ
МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ
(к 110-летию со дня рождения)
(1899 – 1984)



Михаил Николаевич Альбов родился 27 октября 1899 г. в г. Никольске Вологодской области в семье учителя. После окончания реального училища осенью 1917 г. поступил в горный институт г. Екатеринослава (Днепропетровска), где учился до апреля 1918 г. Его дальнейшее обучение связано с Ленинградским горным институтом; в этот переломный для страны период он окончил его в 1925 г. Получив отличные рекомендации своих учителей — профессоров Н. К. Высоцкого и А. Н. Заварницкого, молодой специалист М. Н. Альбов приехал на Урал и свою трудовую деятельность начал в системе «Уралзолото» и «Уралплатина». Это позволило ему побывать на многочисленных разрабатываемых золоторудных месторождениях, ознакомиться с их геологическим строением, сформулировать целый ряд актуальных проблем, заслуживающих дальнейшего изучения.

В 1933 г. Михаил Николаевич зачислен ассистентом кафедры разведочного дела Свердловского горного института. Переход на преподавательскую работу не прервал производственные связи. Он ежегодно в летний период вместе со студентами занимался изучением золоторудных, меднорудных и вольфрамовых месторождений Урала. Был одним из руководителей отряда в составе Уральской вольфрамовой экспедиции, которую возглавлял А. П. Смолин. Собранный обширный материал позволил Михаилу Николаевичу подготовить и защитить в 1939 г. кандидатскую диссертацию, а в 1950-м — докторскую.

В период с 1950 по 1958 гг. М. Н. Альбов трудился в Уральском государственном уни-

верситете в должностях декана геологического факультета (1950-1951) и проректора по научной работе (1952-1957). В 1958 г. вместе со студентами и преподавателями госуниверситета перешел в Свердловский горный институт, где возглавил кафедру поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. На этой кафедре он труился до конца своей жизни.

Творческое наследие М. Н. Альбова огромно: его перу принадлежит более 100 опубликованных работ, в том числе 15 монографий. Две из них переведены на польский, румынский и китайский языки. Им подготовлено 22 кандидата наук; являлся консультантом докторской диссертации Н. В. Нестерова.

Характерная особенность ведущих научных работ Михаила Николаевича — фундаментальность рассматриваемых проблем. Монография «Вторичная зональность золоторудных месторождений» (1960) в полной мере отражает сказанное. В этой книге Михаил Николаевич отмечает, что своеобразие геологической истории региона в мезозое предопределило формирование химических кор выветривания, что сопровождалось образованием зоны окисления в пределах золоторудных залежей с перераспределением металла в верхних горизонтах. В работе изложена методика, позволяющая производить обоснование вторичной зональности. Разработаны геологические факторы, определяющие ее появление в рудных телах. Приведена геологическая характеристика зоны окисления в пределах основных золоторудных месторождений Урала (разобрано порядка 10 объектов).

Научные разработки Михаила Николаевича по зоне гипергенеза золоторудных объектов оказались особо востребованы в начале 90-х годов XX века в связи с проблемой оценки перспектив золотоносности химических кор выветривания не только на Урале, но и в пределах других рудно-россыпных районов страны. Так, на XIV Международном совещании по геологии россыпей и кор выветривания (сентябрь 2010 г., г. Новосибирск) Михаил Николаевич признан одним из корифеев, внесших свой научный вклад в решение важной народнохозяйственной проблемы.

Другой фундаментальной работой явилось учебное пособие «Опробование месторождений полезных ископаемых». Книга выдержала 5 изданий (1943, 1952, 1961, 1965, 1975), что свидетельствует о ее востребованности. Здесь практически впервые изложены теоретические основы опробования, разработаны методики и технические средства выполнения этих работ на стадии поисков и разведки месторождений. В учебном пособии обобщены (на середину 70-х годов XX века) все материалы, касающиеся как теоретических вопросов опробования, так и новых прогрессивных способов. При этом были учтены материалы двух Всесоюзных совещаний по опробованию полезных ископаемых (1960 и 1966), проведенных на базе кафедры поисков и разведки МПИ. Многие сформулированные в книге вопросы получили дальнейшее развитие в трудах В. З. Козина, Ю. К. Панова, Ю. А. Ткаченко, С. А. Батутина и др.

Важной вехой в творческом наследии М. Н. Альбова также является учебное пособие «Рудничная геология», выдержанное два издания (1956, 1973). В нем обобщен многочисленный опыт, накопленный рудничной геологической службой страны. Рудничные геологи, занимаясь документацией вскрытых минерализованных недр, нередко получают доступ к уникальным геологическим материалам. На основе этих данных порой разрабатываются кардинальные вопросы теории рудообразования. В 1986 г. сотрудники кафедры под руководством профессора В. Ф. Мяткова подготовили новое учебное пособие для вузов «Рудничная геология». В нем получило развитие целый ряд проблем и вопросов, обозначенных в работах Михаила Николаевича.

М. Н. Альбов был тесно связан с решением актуальных производственных вопросов. Он посетил многие горнодобывающие предприятия Урала побывал на рудниках юга Якутии (Алдан), являлся экспертом ГКЗ, ВАКа, членом НТС при министерстве высшего образования СССР. Награжден орденом «Знак Почета», рядом медалей СССР. Михаила Николаевича отличала исключительная вежливость в общении, внимательность по отношению к студентам и сотрудникам.

Баранников А. Г.,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры ГИР

**КУТЮХИН
ПАВЕЛ ИВАНОВИЧ
(к 110-летию со дня рождения)
(1899 – 1962)**



Павел Иванович Кутюхин родился в крестьянской семье 29 июня 1899 г. в селе Слобода Билимбайского района Пермской губернии. До 1918 г. учился в местной средней школе, затем был мобилизован в армию. В апреле 1920 г. поступил на рабфак Свердловского горного института. Окончить его удалось лишь в 1929 г. С января 1930 г. стал работать ассистентом на кафедре разведочного дела. С 1938 года – доцент, в 1942–1951 гг. – заведующий кафедрой разведочного дела, в 1943 г. – декан геологоразведочного факультета. После объединения кафедр в период 1951–1955 гг. – заведующий кафедрой геологии и разведки рудных месторождений.

Еще в студенческие годы Павел Иванович принимал участие в геологических экспедициях, которые возглавляла профессора института К. К. Матвеев, А. П. Смолин. Объектами изучения были уральские золоторудные и вольфрамовые месторождения, а также мелноколчеданные, меднокобальтовые. С этого времени у него проявились любовь к минералогии, склонность к детальным геолого-минералогическим и геолого-структурным исследованиям. Собранные материалы позволили П. И. Кутюхину защитить в 1939 г. кандидатскую диссертацию на тему: «Кварцевые золото-вольфрамовые жилы Березовска и их вещественный состав».

Павел Иванович однозначно не только тип ученого-теоретика, но, пожалуй, в большей степени практика, чутко улавливавшего запросы производства. Он являлся постоянным консультантом разведочных работ на ряде ведущих золотодобывающих предприятий Урала. В пределах Джетыгиринского и Берес-

зовского рудных полей при его участии были открыты новые золоторудные жилы. В Джетыгиринском районе (С-З Казахстан) по его рекомендации выделили новый перспективный на золото участок, позднее названный «Кутюхинским». Интенсивная производственная деятельность постоянно совмещалась с учебным процессом. Для выполнения полевых работ широко привлекались студенты кафедры. Многие из его учеников стали видными специалистами геологоразведочной отрасли страны. Выпускники кафедры А. П. Наседкин и Г. Н. Старцев защитили кандидатские диссертации и остались работать в институте. Десятки отчетов П. И. Кутюхина, посвященные вопросам детального геологического картирования ряда рудных полей (Березовского, Джетыгиринского и др.), хранятся в геологических фондах. Ему принадлежат более 60 опубликованных и рукописных работ. Павел Иванович впервые установил и описал такие присутствующие в уральских месторождениях минералы, как миллерит, виоларит, булвижерит, герслорфит и др. Многие ценные образцы были переданы в Уральский геологический музей. На кафедре поисков и разведки им была создана коллекция минералов с характерными поисковыми признаками. Эта коллекция и сейчас задействована в учебном процессе. По всей совокупности работ и достижениям в подготовке кадров для геологоразведочной отрасли страны ВАК СССР в 1962 г. присвоил П. И. Кутюхину ученое звание профессора. Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени (1951).

Сотрудники геологического факультета и производственных организаций, кому дове-

лось работать с Павлом Ивановичем, вспоминают его с большой душевной теплотой, отмечая его корректность, внимательность к

просьбам студентов и преданность делу, которому он посвятил свою жизнь.

Бараников А. Г.,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры ГПР

**КУБАЧЕК
ВЛАДИМИР РУДОЛЬФОВИЧ
(к 95-летию со дня рождения)
(1916 – 1985)**



Кубачек Владимир Рудольфович родился 16 мая 1916 года в г. Горловка Донецкой области.

Мать Варвара Дмитриевна, до замужества Махова, уроженка г. Ливны Орловской губернии, русская, образование среднее (гимназия), из служащих.

Отец Калинников Андрей Николаевич, русский, из служащих, умер в 1918 году от туберкулеза.

Мать вышла замуж за Кубачека Рудольфа Францевича, позднее он усыновил Владимира и дал ему свою фамилию и отчество – Кубачек Владимир Рудольфович.

Р. Ф. Кубачек – чех по национальности, по образованию инженер-механик, попал в плен в России во время Первой мировой войны в 1914 году, до 1925 года работал в России в качестве иностранного специалиста, затем принял российское гражданство.

С 1919 по 1922 гг. семья жила в Ставропольском крае, где Рудольф Францевич Кубачек работал уполномоченным земельного отдела Ставропольской губернии, используя свои инженерные знания, помогал восстанавливать разрушенное войной хозяйство (в голодные годы восстановил работу мельниц, находящихся в его ведении).

В 1922 году Р. Ф. Кубачек с семьей переехал в Донбасс, поступил на работу в качестве главного механика Донжонского рудоуправления.

В 1924 году Рудольф Францевич с семьей переселился во Владикавказ и начал работать в системе Глинцимета, в качестве главного механика работал на нескольких предприятиях цветной металлургии, вплоть до 1938 года: стране нужны были грамотные инженерные

кадры. В 1938 году арестован НКВД, в 1940 году реабилитирован. С 1940 по 1949 гг. работал в Гипромельруде в Свердловске, умер в 1949 г.

География мест работы Кубачека Рудольфа Францевича обширна, вслед за ним следовали жена Варвара Дмитриевна и сын Владимир. Мать Владимира была человеком волевым, с очень сильным характером, образованной, очень начитанной, пешителем искусства, кроме того, она была трудолюбива, интересовалась всем новым, происходящим в жизни. Варвара Дмитриевна имела художественные склонности (один из ее предков был профессиональным художником), которые она реализовывала в вышивании, выполненным с величайшим мастерством. Володя был единственным и горячо любимым сыном. Многие из лучших качеств матери он и унаследовал: волю, и целеустремленность, и способность доводить начатое дело до конца, и живой аналитический ум, и отличные организаторские способности, и даже художественные склонности (он очень хорошо рисовал). Атмосфера семьи была благоприятной для развития и формирования незаурядной личности.

С 1924 года жизнь семьи тесно связана с Северным Кавказом.

В 1924 году сын Владимир начал учиться в школе во Владикавказе.

В 1929 году вместе с родителями переехал в Карсакпай (Казахстан), затем в Риддер (позднее Лениногорск).

В 1930 году закончил семилетку. Этот год для страны в системе образования интересен тем, что восьмой и последующие классы были отменены, дети должны были для продолже-

ния учебы поступать в техникум. Владимир поступил в горно-механический техникум в г. Риддер. Одновременно с учебой с 1931 года началась трудовая деятельность на Риддерском горно-металлургическом комбинате подручным слесаря.

В 1933 году закончил техникум, к этому времени родители вернулись в Орджоникидзе.

В 1933 году после получения диплома Владимир Рудольфович Кубачек поступил работать в Садонское рудоуправление в качестве техника-конструктора.

В 1935 году Владимир Рудольфович обратился в Главцветмет с просьбой перевести его в город, где бы он мог продолжить свое образование. Просьба была удовлетворена, он был переведен для работы в Севгипцветмет в город Свердловск, работал конструктором.

С 1936 года – работник Уралмашзавода. В 1936 году поступил на вечернее отделение в Уральский индустриальный институт, который окончил в 1945 году.

В 1945 году женился на Князьковой Лидии Дмитриевне.

Владимир Рудольфович Кубачек проработал на Уралмашзаводе (УЗТМ) более 25 лет и вошел в историю горнорудного машиностроения как один из его создателей. Первая его большая работа «Параметрические ряды конусных дробилок мелкого и среднего дробления» была издана в 1946 году.

Впоследствии, будучи главным конструктором горного машиностроения Уралмашзавода, Владимир Рудольфович руководил и принимал участие в создании:

- конусных дробилок мелкого и среднего дробления;
- конусных дробилок крупного дробления;
- щековых дробилок;
- шаровых, стержневых и трубных мельниц;
- карьерных экскаваторов;
- шагающих экскаваторов;
- агломерационного оборудования;
- обжиговых машин;
- нефтебуркового оборудования;
- шахтно-проходческих машин.

Индустриализация народного хозяйства требовали создания высокопроизводительного отечественного горного оборудования. Первые образцы горных машин, созданные на Уралмашзаводе в середине 30-х годов, в

большинстве случаев копировали зарубежные. Однако открытыми оставались вопросы теории работы машин, выбора их параметров, расчета параметров и прочности, выбора марок материалов, поверхностной обработки, технологии изготовления, сборки и монтажа. Важнейшими вопросами оставались пути развития и совершенствования оборудования.

Владимир Рудольфович Кубачек был одним из руководителей этих исследований в период становления горного машиностроения в нашей стране. Во главе отрасли стояла плеяды галантных руководителей, сыгравших значительную роль не только в создании, но и в развитии на Уралмашзаводе, а позднее и в стране производства экскаваторов и горно-обогатительного оборудования. К числу этих инженеров следует отнести Д. И. Беренова, Б. И. Сатовского и В. Р. Кубачека. К числу основных достижений этих людей и коллектива, которыми они руководили, следует отнести создание первого в стране карьерного СЭ-3 и шагающего ЭШ 14/65 экскаваторов, дробилок, мельниц и других машин и, что самое главное, организацию их серийного производства – изготовления, транспортировки, монтажа и испытаний.

Проектирование этих машин началось практически с нуля, а темп выпуска машин не давал права на ошибки и доводки. Талант Владимира Рудольфовича раскрылся уже на первых, принятых им решениях. Сейчас уже мало кто знает, что, например, привод ходового механизма от отдельного, установленного на нижней раме двигателя защищован Кубачеком 10 мая 1948 года! Внедрение этого изобретения было одним из основных факторов, позволявших позже выпускать экскаваторы СЭ-3, ЭКГ-4, ЭКГ-5 (и их модификации) и др. в невиданных в мире сериях, до 500 единиц в год.

Повышение технологичности, снижение трудозатрат, взаимозаменяемость, надежность и повышение долговечности оборудования, отработка конструкций первых образцов и требования промышленности привели к необходимости создания собственных конструкций.

Отечественная война 1941–1945 гг. разрушила народное хозяйство, потребности нового строительства, а также огромные успехи в технологии изготовления машин, вызванные

развитием производства в военное время, существенно изменили возможности машиностроения в послевоенный период. Переход к серийному изготовлению машин позволил лучше отрабатывать конструкции и открыть дорогу проведению теоретических и экспериментальных работ. Таким образом, с серединой 50-х годов на УЗТМ началась модернизация ранее созданных машин и резкое повышение их параметров. В этот период создавались экскаваторы ЭВГ-6, ЭКГ-8, ЭШ 15/90 и ЭШ 25/100, конусные дробилки, агломерационные машины и др.

Первыми машинами и первыми отечественными дробилками были конусные дробилки мелкого и среднего дробления, в проектировании которых принимал участие Владимир Рудольфович. В 1935 г. был создан ряд дробилок среднего и мелкого дробления, в процессе проектирования которых была разработана методика их динамического и силового расчета, методы определения геометрических и кинематических параметров машин. С 1935 г. изготавливались модели 1220, 1950, 2100. Было определено, что крупность и ранномерность продукта — основные критерии качества дробилок. Встиз вопрос оценки интенсификации процессов дробления. В 1956 году Кубачек прошел модернизацию дробилок 2100 и 1650, а также были созданы промежуточные типоразмеры КСД 2200, КСД 2200Б, КМД 2200, КСД 1750Б и КМД 1750. При проведении этих работ были применены новые методы исследований — гензометрия, скорость киносъемка дробящего пространства и исследования с использованием поляртационно-оптического метода. С 1958 по 1969 гг. горно-обогатительная промышленность получила около 1200 таких дробилок.

Производство конусных дробилок крупного дробления начато на УЗТМ в середине 30-х годов с моделями № 1 (ширина круговой загрузочной шели 300 мм); № 2 (500 мм) и № 3 (900 мм). После войны до 1955 г. эти дробилки выпускались в улучшенном варианте, а в 1955 г. под руководством Владимира Рудольфовича были разработаны проекты дробилок ККД 1500, 1200 и 900. При этом была решена задача коренного увеличения производительности (на 20–25 %), повышения износостойкости брови, обеспечена прямоточ-

ность движения продукта в зоне разрушения, уменьшена строительная высота и масса дробилок; обеспечен пуск под завалом. В 1958–1969 гг. выпущено 170 единиц этих машин. Одновременно проектировались и изготавливались пластинчатые питатели (6 моделей) как горизонтальные, так и наклонные, щековые дробилки, шаровые и стержневые мельницы.

В 1944 г. на УЗТМ под руководством Б. И. Сатовского при непосредственном участии Владимира Рудольфовича было закончено проектирование и изготовление первого экскаватора СЭ-3. По предложению В. Р. Кубачека, при первой модернизации машины в 1947 г. введен индивидуальный привод хода, что привело к большому сокращению трудозатрат и к созданию экскаваторов ЭКГ-4, ЭКГ-4,6, ЭКГ-4,6А, ЭКГ-5.

Созданный под руководством Владимира Рудольфовича экскаватор ЭКГ-8 позднее был переделан для серийного производства на Ижорском заводе тяжелого машиностроения. Первые экземпляры этого экскаватора работали на Коркинских угольных разрезах, Коунрадском руднике и Норильском ГОКе.

В 1948 г. В. Р. Кубачек участвовал в работе над первым в нашей стране шагающим экскаватором ЭШ 14/65. Здесь он выполнил расчет основных параметров машины, проектировал лебедки и поворотный механизм, осуществил компоновку и оригинальную систему наводки тяговых кантов. За этим драглайном последовали ЭШ 20/65, ЭШ 10/75, ЭШ 14/75 и позднее ЭШ 15/90.

За разработку драглайна ЭШ 14/65 Владимир Рудольфович в 1951 г. был удостоен Сталинской премии I степени. Создание машин сопровождалось научными и экспериментальными исследованиями, в том числе в области экскаваторостроения. Здесь были важные исследования по определению соотношения скоростей шагора и подъема экскаватора, что определило траекторию ковши, сделаны важнейшие выводы, использованные при проектировании экскаваторов. Весьма интересны исследования теорий поворотного движения экскаваторов. Полученные значения величины оптимального передаточного числа механизма поворота использованы в практике проектирования карьерных и шагающих экскаваторов УЗТМ. Зависимости, полученные для опреде-

зения времени разгона и торможения и времени цикла в зависимости от механических характеристик привода, соответствовали экспериментальным данным и позволяли проводить качественную настройку электропривода. Полученные аналитические значения зависимости времени поворота от передаточного числа механизма поворота внесли большой вклад в теорию и практику проектирования экскаватора.

В 1963 году, уходя с завода на должность председателя Средне-Уральского совнархоза, директор Уралмашзавода В. В. Кротов пригласил В. Р. Кубачека на должность руководителя научно-технического управления совнархоза.

К этому времени совнархоза показали свою неэффективность: развитие страны тормозилось из-за местнических решений, принятых территориальными органами, ломавших техническую политику страны и приводящих к снижению эффективности производства (достаточно сказать о возникшей необходимости увеличения цены на хлеб и вынужденном решении о закупке зерна за границей). Была проведена реорганизация совнархозов, связанная с укрупнением предприятий и органов управления, возник избыток управленцев. В 1964 году В. Р. Кубачек покидает совнархоз. На Уралмашзаводе место главного конструктора горного оборудования было занято достойным специалистом – Б. И. Сатовским. И Кубачек В. Р. пришел в Свердловский горный институт, где им была организована выпускающая кафедра горных машин и комплексов.

В мае 1964 года из объединенной кафедры горных машин и рудничного транспорта была выделена кафедра, получившая название горных машин и комплексов (ГМК), которая стала выпускающей в связи с организацией в институте двух новых специализаций: «Конструирование и производство горных машин» (первый прием в 1962 году) и «Машины и оборудование обогатительных фабрик» (первый прием в 1964 году). В это же время кафедра была передана из состава горного факультета в административное подчинение горно-механическому факультету. Заведующим этой кафедрой стал профессор Владимир Рудольфович Кубачек, выпускник Уральского индустриального института им. С. М. Кирова.

С приходом Владимира Рудольфовича на кафедру вопросы совершенствования экскаваторного оборудования становятся одними из основных направлений научной деятельности коллектива кафедры. Активно начали проводиться исследования по изучению влияния различных факторов на рабочие процессы одноковшовых экскаваторов с различными видами рабочего оборудования, по повышению надежности и долговечности узлов и деталей экскаваторов.

В то время ядро учебно-педагогического коллектива вновь образованной кафедры составили сотрудники: доценты И. Ф. Ефремов, В. Д. Легеза, ст. преп. В. А. Толмачев, зав. заб. М. Д. Ющенко, инженеры Ю. А. Серебряков, В. П. Кудрявцев, уч. мастер П. П. Кузнецов, ст. препаратор В. Ф. Сальникова.

Учитывая новый статус кафедры как выпускающей, необходимо было решать задачи обеспечения лабораторной базы. Были реорганизованы лаборатория подземных горных машин, лаборатория буровой техники. Вновь организованы лаборатории гидропривода и лаборатория механизации открытых горных работ, которые постоянно пополняются новыми макетами и действующими моделями горных машин. Лаборатория механизации открытых горных работ является уникальной по настоящее время, подобной лаборатории нет ни в одном вузе России и бывшего СССР.

Наряду с развитием лабораторной базы кафедры решались задачи комплектования преподавательского состава. К учебному процессу привлекались ведущие специалисты с предприятий, готовились кафедры из выпускников института. «Кадры решают все!» – этот звучит стих актуальным для кафедры как никогда. Считаю, что он актуален в любое время. В это время на кафедру были приглашены доценты канд. техн. наук Н. Е. Москвич – директор Свердловского филиала Института метрологии, Ю. А. Муйзеник – начальник исследовательской лаборатории НИИтяжмаш УЗТМ, безвременно ушедший из жизни, которому в этом году исполнилось бы 80 лет, Ю. М. Коркин – зам. директора НПО «Уралгормаш». Все названные доценты внесли неоценимый вклад в становление и развитие кафедры в наиболее трудный для нее

период. Его отличал новаторский подход к процессу обучения студентов. Все новые и оригинальные конструктивные решения НИО «Уралгормаш» были объектами изучения студентов кафедры, как говорят, по горячим следам. Ю. М. Коркина отличали исключительная доброжелательность в отношении со студентами, а студенты его очень любили. По окончанию обстоятельств Коркин был вынужден оставить преподавательскую деятельность на кафедре, о чем мы искренне сожалеем до сих пор.

Для подготовки научных кадров на кафедре была открыта аспирантура. Первыми аспирантами были конструкторы УЗТМ Б. С. Конаков и И. И. Рутковский (1965), П. А. Каюнов (1966), который работает на кафедре по настоящее время.

В настоящее время на кафедре ГМК работают 8 профессоров, из них 5 докторов технических наук, трое из которых являются выпускниками кафедры ГМК (Саитов В. И., Суслов И. М., Лагунова Ю. А.) – и все они считают себя учениками Владимира Рудольфовича Кубачека.

В нашем университете работают выпускники кафедры ГМК: Попов Юрий Владимирович, зав. кафедрой горной механики, д-р техн. наук; Белов Сергей Валерьевич, начальник Учебно-методического управления университета, канд. техн. наук; Гаврилова Людмила Анатольевна, начальник отдела менеджмента и качества образования, канд. техн. наук; Новикова Наталья Александровна, ст. препод. каф. ЭГО; Чучманова Любовь Дмитриевна, ст. препод. каф. ТМ; Яворский Владимир Васильевич, директор студенческого городка и др.

Выпускники кафедры работают на горных и машиностроительных предприятиях страны. Многие из них добились больших успехов в производственной карьере. Так, работал директором Уралмашзавода И. И. Строганов, Я. Я. Кон – директор по персоналу холдинга ОМЗ, В. В. Андреев – заместитель директора Уралгипрошахт, А. И. Аникин – директор ОАО «Ангер», С. А. Червяков – технический директор ОАО «Уралмаш завод», О. М. Белый – начальник блока корпусов ОАО «Уралмаш завод», А. Р. Ахметшин – директор по режиму и безопасности ОАО «Уралмаш завод», О. Ю. Фигурин – директор завода крупнопа-

рельного домостроения. Свою жизнь они продолжают.

Отмечены правительственные наградами выпускники кафедры ГМК. Л. П. Смирнова награждена орденом Трудового Красного Знания, М. А. Скоморохов – орденом «За заслуги перед Отечеством».

Мы понимаем, что только тесные связи с предприятиями, потребителями наших выпускников, являются залогом нашей успешной работы. Кафедра ГМК, в числе первых в университете, в 2000 году от лица университета заключила генеральный договор о сотрудничестве с ОАО «Уралмаш», в котором четко расписаны обоюдные обязательства сторон.

Кафедра, в частности, готовит специалистов для ОАО «Уралмаш завод», выполняет НИР по тематике завода и кафедры, а ОАО «Уралмаш завод» помогает кафедре решать практические задачи укрепления материальной базы и совершенствования учебного процесса.

В результате такого сотрудничества университет получил прекрасно отремонтированный зал библиотеки, а кафедра – отремонтированное помещение. Учебная лаборатория кафедры постоянно пополняется действующими моделями машин для открытых горных работ.

Коллектив кафедры активно ведет научные исследования. В настоящее время сложились несколько направлений научных исследований:

1) изучение рабочих процессов горных и нефтегазопромысловых машин с целью их оптимизации;

2) оптимизация главных конструктивных параметров машин и рациональное исполнение их рабочих органов;

3) разработка новых конструктивных решений горных машин, дробильного и нефтегазопромыслового оборудования.

Как следствие научно-исследовательской работы – широкая изобретательская деятельность кафедры. Сотрудниками получено свыше 150 авторских свидетельств и патентов. В них отражены перспективные технические решения по конструкциям горных машин с внутренним силовым замыканием, по дробильно-размольному оборудованию, по рабочему и ходовому оборудованию одноковшовых экскаваторов, по гидравлическим приводам горных машин.

По сложившимся на кафедре традициям сотрудники кафедры связаны по НИР с коллегами из других вузов. В разное время на кафедре выступали П. И. Кох (Краматорский политехнический институт), Р. Ю. Подзрни (Московский горный институт), Н. Г. Домбровский (Московский инженерно-строительный институт), В. С. Берсенев (Ленинградский горный институт), Ю. О. Улуотс (комбинат «Эстонец») и др.

Кафедру связывает многолетним совместным трудом с различными предприятиями: ОАО «Уралмашзавод», НКМЗ, Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «Ураласбест», Ковейский машиностроительный завод, СУМЗ, Соликамский комбинат и др.

Владимир Рудольфович был автором многих полезных изобретений.

По инициативе Владимира Рудольфовича в отделе главного конструктора горного машиностроения (ОГК ГМ) Уралмашзавода была организована лаборатория горных машин, которая предполагалась как связующее звено между Свердловским горным институтом (СГИ) и ОГК ГМ Уралмашзавода, между горной наукой и горным машиностроением.

У себя на кафедре Владимир Рудольфович одним из первых в вузах Свердловска активно внедрял в учебный процесс компьютерные технологии.

Благодаря Владимиру Рудольфовичу у кафедры ГМК и ОГК ГМ сложились тесные контакты по вопросам НИР, студенческих курсовых и преддипломных практик, защиты дипломных проектов, приема выпускников кафедры на работу в ОГК ГМ, заключений по диссертациям, книгам и ее техническим вопросам.

В. Р. Кубачек был основоположником научно-производственной школы, он автор более 140 научных трудов и 42 изобретений, до сих пор легенды о его технической зрудности и организаторском таланте живут среди тех людей, с кем он общался.

Вклад В. Р. Кубачека в науку и практику горного машиностроения неоценим и требует дальнейших подробных исследований.

Суслов Н. М.,
зав. кафедрой ГМК,
доктор технических наук, профессор

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	3	NATURAL SCIENCES	3
Антикоррозионные изоляционные материалы на основе ферrocена, его функционально замещенных производных и нефтеполимерной смолы <i>Аракашев Р. А., Валиев Н. Г., Сулейманов Г. З., Сулейманова И. Г.</i>	3	Anticorrosion insulation materials based on ferrocene, its functionality substituted derivatives and oil-polymer resin <i>Arikashov R. A., Valiev N. G., Suleymanov G. Z., Suleymanova I. G.</i>	3
Литохимия синколлизионных псаммитов и палеогеодинамика: некоторые примеры <i>Маслов А. В.</i>	6	Lithochemistry of sinecollision psammites and paleogeodynamics: some examples <i>Maslov A. V.</i>	6
О природе формирования мезистых глин Гумешевского медно-скарнового месторождения <i>Баранников А. Г., Савельева К. П., Амирзанова Л. М.</i>	14	The nature of forming of cuprous clays of gumeshevsky cu-skarn deposits <i>Barannikov A. G., Savelyev K. P., Amirzanova L. M.</i>	14
Уральские раннеколлизионные шеелитоносные кварцевые жилы <i>Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н.</i>	22	Ural early-collision scheelite-bearing quartz veins <i>Polenov Yu. A., Ogordnikov V. N., Sazonov V. N.</i>	22
Карты рудоносных метасоматических образований как основа прогнозной оценки рудных районов, полей и месторождений <i>Грязнов О. Н.</i>	34	Maps of ore-bearing metasomatic formations as a basis for forecast assessment of ore regions, fields and deposits <i>Gryaznov O. N.</i>	34
Прогнозная оценка рудных районов, полей и месторождений по материалам карттирования рудоносных метасоматических образований <i>Грязнов О. Н.</i>	41	Projected assessment of ore regions, fields and deposits on the materials of mapping of ore metasomatic formations <i>Gryaznov O. N.</i>	41
Поиски углеводородов с использованием методики GORE в Западной Сибири <i>Паняк С. Г., Герман В. И.</i>	48	Search for hydrocarbons using gore technique in western siberia <i>Panyak S. G., Herman V. I.</i>	48
Воздействие выбросов ОАО "Среднесуральский медеплавильный завод" на воздушный бассейн <i>Макушев Д. Ю.</i>	53	Impact of emissions by JSC "Sredneuralsky copper smelter" on the atmosphere <i>Makushhev D. Yu.</i>	53
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	59	TECHNICAL SCIENCES	59
Теория расчета устойчивости оснований и откосов <i>Жабко А. В.</i>	59	Calculation theory of stability of foundations and slopes <i>Zhabko A. V.</i>	59

Оценка коэффициента полезного действия испульской системы буровых машин ударного действия	Efficiency assessment of coefficient of impulse system of percussion drilling machines
<i>Комиссаров А. П., Прокопович Г. В.</i>	<i>Komissarov A. P., Prokopovich G. V.</i>
66	66
Кинематический анализ трехорбитного гидравлического шагающего механизма экскаватора с одноподшипниковым приводом сторон механизма	Kinematic analysis of tricycle hydraulic walking mechanism of excavator with single cylinder drive of mechanism sides
<i>Суслов Н. М.</i>	<i>Suslov N. M.</i>
68	68
Обеспечение вентиляторами главного проветривания требуемых вентиляционных режимов шахт, рудников и метрополитенов	Provision of mines, pits and metro with fans of the main ventilation of required ventilation modes
<i>Копачев В. Ф.</i>	<i>Kopachev V. F.</i>
71	71
Алгоритм управления замкнутым циклом дробления	Control algorithm of a closed cycle of crushing
<i>Дылдин Г. П.</i>	<i>Dyldin G. P.</i>
75	75
Формирование основ стратегии ремонта и модернизации технологического оборудования с применением композитов	Forming foundations of repair strategy and modernization of technological equipment with application of composites
<i>Ходоников Ю. В., Боярских Г. А.</i>	<i>Kholodnikov Yu. V., Boyarskikh G. A.</i>
78	78
Использование аэродинамического эффекта в фрикционных сепараторах для разделения минеральных комплексов, обладающих парусностью	Use of aerodynamic effect in friction separators for separation of mineral complexes having "sailing" characteristics
<i>Потапов В. Я., Тимухин С. А., Потапов В. В., Конев Я. И.</i>	<i>Potapov V. Ya., Timukhin S. A., Potapov V. V., Konev Ya. I.</i>
84	84
Особенности структуры комплексов главных вентиляторных установок	Features of complexes structure of major fan installations
<i>Копачев В. Ф.</i>	<i>Kopachev V. F.</i>
90	90
Условия рационального перемещения опорных башмаков трехорбитного гидравлического механизма шагания экскаватора	Conditions of rational movement of support shoe of tricycle hydraulic mechanism of walking excavator
<i>Суслов Н. М.</i>	<i>Suslov N. M.</i>
94	94
К вопросу о трактовке и уточнении рабочих характеристик рудничных турбомашин	On the interpretation and clarification of performance characteristics of mine turbo-machines
<i>Тимухин С. А.</i>	<i>Timukhin S. A.</i>
96	96
Регулирование режима работы комплекса поверочного грохочения	Control of operation mode of a complex of testing screening
<i>Дылдин Г. П.</i>	<i>Dyldin G. P.</i>
100	100
Оценка затрат на техническое обслуживание шахтных центробежных насосов с учетом их избыточной напорности	Assessment of expenditures on maintenance of mine centrifugal pumps accounting their excessive pressure
<i>Тимухин С. А., Дмитриев С. В., Петровых Л. В.</i>	<i>Timukhin S. A., Dmitriev S. V., Petrov L. V.</i>
102	102

Исследование влияния вихревого источника на угол раскрытия межлопаточного канала радиального вентилятора Макаров В. Н., Леонтьев Е. В.	105	Investigation of influence of eddy-source onto the corner of disclosure of interblade channel of radial fan Makarov V. N., Leont'ev E. V.	105
Совершенствование методики определения трением характеристики асбестосодержащих продуктов Потапов В. Я., Потапов В. В.	109	Improved methods for determining frictional characteristics of asbestos-containing products Potapov V. Ya., Potapov V. V.	109
Применение многоканальных подъемных установок в наземном исполнении на примере ОАО "Гайский ГОК" Плотников А. М.	113	Application of multi-cable hoisting units on surface performance on the example of LLC "gaisky concentration plant (GOK)" Plotnikov A. M.	113
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	120	SOCIAL-ECONOMIC AND HUMANITIES	120
Совершенствование управления непрерывным профессиональным образовательным процессом при подготовке специалистов (на примере Североуральского образовательного центра) Копылов А. Н., Стровский В. Е.	120	Improvement of management of continuous professional educational process in specialists training (case of severouralsky educational centre) Kopylov A. N., Strovsky V. E.	120
Модернизация геологической отрасли и перспективные направления формирования сырьевой базы наукоемких отраслей Душин А. В.	124	Modernization of geological branch and future directions of formation of raw material base of science intensive branches Dushin A. V.	124
Приоритетные направления формирования "наилучших доступных геотехнологий" и анализ экологико-экономических факторов Славковская Ю. О.	128	Priority directions of formation of "best available technologies" and analysis of ecological and economic factors Slavkovskaya Yu. O.	128
Пространственное водопользование: проблемы и их решение Литвинова А. А., Косолапов О. В.	132	Regional water management: problems and solutions Litvinova A. A., Kosolapov O. V.	132
Проблемы правового обеспечения экологического страхования недропользования в условиях глобализации экономики Полянская И. Г., Кокарева М. С.	138	Problems of law support of environment insurance Of the nature use in conditions of economy globalization Polyanskaya I. G., Kokareva M. S.	138
Эволюция системы платности недропользования Игнатьева Т. А., Игнатьева М. Н.	145	Evolution of the payment system of subsoil use Ignatyeva T. A., Ignatyeva M. N.	145
Развитие на промышленных предприятиях экологически ориентированного менеджмента в ситуации экологико-экономического кризиса Мочалова Л. А.	150	Development at industrial enterprise of environment oriented management in situation of ecologo-economic crises Mochalova L. A.	150

Особенности социального развития	Characteristics of social development
малых городов горнозаводского Урала	of small towns Of mining – industrial urals
<i>Koch I. A.</i>	155
ИЗ ИСТОРИИ	FROM THE HISTORY
Воспоминания о К. В. Зебзиеве	Reminiscences about K. V. Zebziyev
<i>Vasilyev V. K.</i>	165
наши юбиляры	OUR JUBILEE PERSONS
Клер Модест Онисимович (1879 – 1966)	Kler Modest Onisimovich (1879 – 1966)
<i>Ruban N. V.</i>	174
Ортин Михаил Федорович (к 130-летию юбилею со дня рождения) (1880 – 1958)	Ortin Mikhail Fedorovich (to 130-th jubilee) (1880 – 1958)
<i>Kozin V. Z.</i>	175
Шевяков Лев Дмитриевич (1889 – 1963)	Shevyakov Lev Dmitriyevich (1889 – 1963)
<i>Valiev N. G., Vandyshov A. M.</i>	177
Быков Леонид Николаевич (115 лет со дня рождения) (1895 – 1979)	Bykov Leonid Nikolayevich (115 years from birth) (1895 – 1979)
<i>Yermalayev A. I., Tokmakov V. V.</i>	181
Веселов Алексей Илларионович (1895 – 1982)	Veselov Alexei Illyarionovich (1895 – 1982)
<i>Timukhin S. A.</i>	186
Малахов Анисим Ефремович (к 110-летию со дня рождения) (1899 – 1989)	Malakhov Anisim Yefremovich (110th anniversary from birth) (1899 – 1989)
<i>Malakhov I. A.</i>	189
Овчинников Иван Кириллович (к 105-летию со дня рождения) (1904 – 1987)	Ovchinnikov Ivan Kirillovich (to 105th year from birth) (1904 – 1987)
<i>Slavina T. P., Lukashovich L. N.</i>	191
Альбов Михаил Николаевич (к 110-летию со дня рождения) (1899 – 1984)	Albov Mikhail Nikolayevich (to 110th year from birth) (1899 – 1984)
<i>Barannikov A. G.</i>	195
Кутюхин Павел Иванович (к 110-летию со дня рождения) (1899 – 1962)	Kutukhin Pavel Ivanovich (to 110th year from birth) (1899 – 1962)
<i>Barannikov A. G.</i>	197
Кубачек Владимир Рудольфович (к 95-летию со дня рождения) (1916 – 1985)	Kubachev Vladimir Rudolfovich (to 95th year from birth) (1916 – 1985)
<i>Suslov N. M.</i>	199

Заявки на журнал направлять по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Издательство УГГУ

Научное издание

ИЗВЕСТИЯ УГГУ

Выпуск 25–26

Научно-технический журнал

Редактор Устящцева Л. В.
Компьютерная верстка Кузиной Н. Л.
Перевод на англ. яз. Удачиной Н. А.

Подписано в печать 30.06.2011 г. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,0. Уч.-изд. л. 20,5. Тираж 200. Заказ № 1170181.

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета в ООО «Форт Диалог-Исеть»
620085, г. Екатеринбург, ул. Монтерская, 3 (343) 228-02-32