© П.М. Соложенкин, 2007

УДК 622.765+665.75

П.М. Соложенкин

К ПРОБЛЕМЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ СУРЬМЫ ГАЛОГЕНИДАМИ МЕТАЛЛОВ

Семинар № 18

Гидрометаллургический способ переработки сурьмяного сырья позволяет получить дорогостоящий триоксид сурьмы, высококачественную сурьму непосредственно из сурьмяных концентратов, минуя процессы извлечения из концентратов металлической сурьмы и сжигания ее при высокой температуре в токе воздуха, а также резко сократить загрязнение воздуха диоксидом серы.

Впервые в 1896 Баттерфилд (Butterfield) описал в патенте №9052 выщелачивание руд сульфидов сурьмы растворами хлорного железа с последующей цементацией металла железным скрапом [1]. Из полученного раствора выделяется или катодная сурьма с содержанием Sb>95 % или триоксид сурьмы марки ч.д.а.

В 1975 г Ким Су Сик с соавторами сообщили о кислотном выщелачивании сурьмяного концентрата и показали, что извлечение сурьмы порядка 99 % может быть достигнуто при следующих условиях: $FeCl_3$/ HCl/ NaCl/ Sb_2S_3 как 9/1, 3/2,5/1 (в молях) при температуре 105 ^oC и времени выщелачивания 40 мин [1].

В американском патенте № 3986943 предложена технологическая схема переработки сурьмусодержащих материалов путем выщелачивания- электроосаждения [1]. Тугов Н.И. проводил подобные исследования в течение 1963-1965 г. [2].

В последние годы значительные исследования по выщелачиванию сульфидов сурьмы растворами хлорного железа проведены в Китае и РФ [1,3-7].

Кислотное окислительное выщелачивание антимонита растворами галогенидов металлов, позволяет создать ряд замкнутых технологических схем, по которым можно извлекать не только цветные, но и благородные металлы, а также элементарную серу из Au-Sb концентратов [8-11].

Детально исследованы новые растворители сульфида сурьмы на основе галогенидов железа (сурьмы) для осуществления реакции по схемам:

$$2Sb_2S_3 + 6MeA_3 = 2SbA_3 + 6MeA_2 + 3S \quad (1)$$

$$2Sb_2S_3 + 6MeA_3 = 4SbA_3 + 3FeA_2 + 3FeS + 3S \quad (2)$$

$$2Sb_2S_3 + 6FeCl_3 + 2_nHCl = 2H_nSbCl_{n+3} + 2SbCl_3 + 3FeCl_2 + 3FeS + 3S \quad (3)$$

$$Sb_2S_3 + 6FeCl_3 + 2_nHCl = 2H_nSbCl_{n+3} + 6\,FeCl_2 + 3S \quad (4)$$

где A-Cl, F, Br, I; Me-Fe, Sb, n = 1,2,3.

В качестве растворителей антимонита в настоящее работе применяли растворы FeC1з, $SbCl_5$, FeF_3, растворы Fe $(BF_4)_3$ производные HBF_4 кислоты, газо-

образный хлор и хлориды серы [12-15]. Термодинамические константы отдельных реакции приведены ниже:

$Sb_2S_3 + 6Fe^{3+} + 6C1- = 2SbCl_3 +$

$+ 6Fe^{2+} + 3S$, $\Delta F = +196, 98$ кДж,

$lgK = -144,42$ (5)

$Sb_2S_3 + 3H_2O_2 + 6HC1 = 2SbCl_3 +$

$+ 3S + 6H_2O$, $\Delta F = -756, 78$ кДж,

$lgK = 554,81$; (6)

$Sb_2S_3 + 3C1_2 = 2SbCl_3 + 3S$,

$\Delta F = -536, 35$ кДж, $lgK = 393,22$; (7)

$Sb_2S_3 + 6C1_2 = 2SbCl_3 + 3S_2C1_2$,

$\Delta F = -631, 11$ кДж, $lgK = 462,7$; (8)

$Fe_2O_3 + 6HF = 2FeF_3 + 3H_2O$

$Sb_2S_3 + 6 FeF_3 = 2 SbF_3 + 6 FeF_2 + 3S$ (9)

$Sb_2S_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 4 FeF_3 + 6 HF = 2$

$SbF_3 + 6 FeF_2 + 3S + 3H_2SO_4$ (10)

$Sb_2S_3 + 2 SbF_5 = 5SbF_3 + 3S$ (11)

$Sb_2S_3 + 6 Fe(BF_4)_3 = 2 Sb(BF_4)_3 +$

$+6Fe(BF_4)_2 + 3S$. (12)

$2 Sb(BF_4)_3 + 6 Fe(BF_4)_2 = 2 Sb +$

$+6Fe(BF_4)_3$ (13)

$Sb_2S_3 + 3 S_2Cl_2 = 2SbCl_3 + 9S$ (14)

$Sb_2S_3 + 3 SCl_2 = 2SbCl_3 + 6S$ (15)

$Sb_2S_3 + 5 S_2Cl_2 = 2SbCl_5 + 13S$ (16)

$Sb_2S_3 + 5 SCl_2 = 2SbCl_5 + 8S$ (17)

Из приведенных реакций, величин стандартной свободной энергии и констант равновесия следует, что наиболее предпочтительно использовать в качестве растворителя FeF_3 и $FeCl_3$, $SbCl_5$ (пентахлорид сурьмы), хлор. Из кека кислотного выщелачивания после удаления S возможно выделить золото известными методами.

Хлорное железо вместе HCl взаимодействует с сульфидом сурьмы и переводит сурьму в хлорид сурьмы, окисляя в этих условиях серу до элементного состояния:

$Sb_2S_3 + 6 FeCl_3 = 2 SbCl_3 +$

$+6FeCl_2 + 3S$ (18)

В этих также имеет место следующие реакции:

$Sb_2S_3 + 6HCl = 2 SbCl_3 + 3H_2S$ (19)

$3FeCl_2 + 3H_2S = 3FeS + 6HCl$ (20)

$2Sb_2S_3 + 6FeCl_3 = 4SbCl_3 + 3FeCl_2 +$

$+3FeS + 3S$ (21)

Это уравнение не учитывает наличие в системе соляной кислоты. Поэтому более правильно данную реакцию преобразовать в следующие уравнения:

I. $Sb_2S_3 + 8HCl = 2 HSbCl_4 + 3 H_2S$

$Sb_2S_3 + 6 FeCl_3 = 2 SbCl_3 +$

$+6 FeCl_2 + 3S$

$3FeCl_2 + 3H_2S = 3FeS + 6HCl$

$2Sb_2S_3 + 6 FeCl_3 + 2 HCl =$

$+2 HSbCl_4 + 2 SbCl_3 + 3 FeCl_2 +$

$+3FeS + 3S$ (22)

II. $Sb_2S_3 + 10HCl = 2 H_2SbCl_5 +$

$+3H_2S$

$Sb_2S_3 + 6 FeCl_3 = 2 SbCl_3 +$

$+6 FeCl_2 + 3S$

$3FeCl_2 + 3H_2S = 3FeS + 6HCl$

$2Sb_2S_3 + 6 FeCl_3 + 4HCl =$

$= 2H_2SbCl_5 + 2SbCl_3 + 3 FeCl_2 +$

$+ 3 FeS + 3S$ (23)

III. $Sb_2S_3 + 12HCl = 2 H_3SbCl_6 +$

$+3H_2S$

$Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 = 2\ SbCl_3 +$

$+6\ FeCl_2 + 3S$

$3FeCl_2 + 3H_2S = 3FeS + 6HCl$

$\mathbf{2Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 + 6HCl =}$

$\mathbf{= 2H_3SbCl_6 + +2SbCl_3 + 3\ FeCl_2 +}$

$\mathbf{+ 3\ FeS + 3S}$ (24)

Также вероятно идут реакции по следующим схемам:

$Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 = 2\ SbCl_3 + 6\ FeCl_2 +$

$+3S$

$\underline{2\ SbCl_3 + 2\ HCl = 2HSbCl_4}$

$\mathbf{Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 + 2\ HCl =}$

$\mathbf{= 2HSbCl_4 + 6\ FeCl_2 + 3S}$ (25)

$Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 = 2\ SbCl_3 + 6\ FeCl_2 +$

$+3S$

$\underline{2\ SbCl_3 + 2\ HCl = 2H_2SbCl_5}$

$\mathbf{Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 + 4HCl =}$

$\mathbf{= 2H_2SbCl_5 + 6\ FeCl_2 + 3S}$ (26)

$Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 = 2\ SbCl_3 + 6\ FeCl_2 +$

$+3S$

$\underline{2\ SbCl_3 + 2\ HCl = 2H_3SbCl_6}$

$\mathbf{Sb_2S_3 + 6\ FeCl_3 + 6HCl =}$

$\mathbf{= 2H_3SbCl_6 + 6FeCl_2 + 3S}$ (27)

Химизм этих реакции требует дальнейшего исследования.

Выщелачивание Sb_2S_3 фторидом железа(III) можно представить реакциями:

$Fe_2O_3 + 6HF = 2FeF_3 + 3H_2O$

$\mathbf{Sb_2S_3 + 6\ FeF_3 = 2\ SbF_3 + 6\ FeF_2 +}$

$\mathbf{+3S}$ (28)

$Fe_2(SO_4)_3 + 6\ HF = 2FeF_3 + 3H_2SO_4$

$\underline{Sb_2S_3 + 6\ FeF_3 = 2\ SbF_3 + 6\ FeF_2 + 3S}$

$\mathbf{Sb_2S_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 4\ FeF_3 +}$

$\mathbf{+ 6\ HF = 2\ SbF_3 + 6\ FeF_2 + 3S +}$

$\mathbf{+3H_2SO_4}$ (29)

$Sb_2S_3 + 6\ HF = 2\ SbF_3 + 3H_2S$

$Sb_2S_3 + 6\ FeF_3 = 2\ SbF_3 + 6\ FeF_2 + 3S$

$\underline{3FeF_2 + 3H_2S = 3FeS + 6HF}$

$\mathbf{2Sb_2S_3 + 6\ FeF_3 = 4\ SbF_3 +}$

$\mathbf{+3FeS + 3FeF_2 + 3S}$ (30)

$\mathbf{Sb_2S_3 + 2\ SbF_5 = 5SbF_3 + 3S}$ (31)

$SbF_3 + F_2 = SbF_5$

Фторидные соединения в гидрометаллургии сурьмы применяются для электролитического рафинирования сурьмянистых золотосодержащих сплавов и электролитического рафинирования сурьмы.

Использовали феррохлоридное выщелачивание Au-Sb концентрата для получения сурьмы высших марок Су 0, Су 00 [8-11].

Метод получения сурьмы из Au-Sb концентрата включает выщелачивание материала кислым раствором хлорного железа, отделение из пульпы серы и кека. Растворы сурьмы направляли на осаждение сурьмы в электролизера с диафрагмой из бельтинговой ткани и с последующим возвращением электролита на выщелачивание.

Электролиз вели с использованием стального анода и графитового катода при напряжении 2 В, катодную сурьму направляли на огневое рафии-нирование до металла высших марок (Су0, Су ОО), а обедненный по сурьме электролит (анолит) возвращали на выщелачивание концентрата. Извлечение сурьмы в металл составило 95%, золота в кек -96 %. Оптимальные условиям перевода сурьмы в раствор из сарылахских Au-Sb концентратов, содержащих 62 % Sb, 25

Таблица 1

Реакции для получения $SbCl_5$

I.1.	$SbCl_3 + Cl_2 = SbCl_5$
I.2.	$SbCl_3 + Cl_2 + HCl = HSbCl_6$
I.3.	$SbCl_3 + NaOCl + 2HCl = SbCl_5 + NaCl + H_2O$
I.4.	$SbCl_3 + HOCl + HCl = SbCl_5 + H_2O$
II.1.	$5\ SbCl_3 + 2\ KMnO_4 + 16\ HCl = 5\ SbCl_5 + 2\ KCl + 2\ MnCl_2 + 8\ H_2O$
II.2.	$5\ SbCl_3 + 2K\ MnO_4 + 21\ HCl = 5\ HSbCl_6 + 2\ KCl + 2\ MnCl_2 + 8\ H_2O$
III.3.	$SbCl_3 + MnO_2 + 4\ HCl = SbCl_5 + MnCl_2 + 2\ H_2O$
IV.1.	$SbCl_3 + H_2O_2 + 2\ HCl = SbCl_5 + 2\ H_2O$
IV.2.	$SbCl_3 + H_2O_2 + 3\ HCl = HSbCl_6 + 2\ H_2O$
V.1.	$SbCl_3 + Na_2O_2 + 2\ HCl = SbCl_5 + 2\ NaOH$
V.2.	$SbCl_3 + Na_2O_2 + 4\ HCl = SbCl_5 + 2\ NaCl + 2\ H_2O$
V.3.	$SbCl_3 + Na_2O_2 + 5\ HCl = HSbCl_6 + 2\ NaCl + 2\ H_2O$
VI.1.	$SbCl_3 + Na_2S_2O_8 + 2\ HCl = SbCl_5 + Na_2SO_4 + H_2SO_4$
VI.2.	$SbCl_3 + Na_2S_2O_8 + 3\ HCl = HSbCl_6 + Na_2SO_4 + H_2SO_4$
VII.1.	$2SbCl_3 + 2NaHSO_5 + 4\ HCl = 2SbCl_5 + Na_2SO_4 + H_2SO_4 + 2\ H_2O$
VII.2	$2SbCl_3 + 2\ NaHSO_5 + 6\ HCl = 2HSbCl_6 + Na_2SO_4 + H_2SO_4 + 2\ H_2O$
VIII.1.	$SbCl_3 + 2\ NaNO_2 + 4HCl = SbCl_5 + 2\ NaCl + 2\ H_2O + 2\ NO$
VIII.2.	$SbCl_3 + 2\ NaNO_2 + 5\ HCl = HSbCl_6 + 2\ NaCl + 2\ H_2O$

% S, 14 г/т Au: концентрация хлорного железа 300-560 г/л; соляной кислоты 10-25 г/л; Т: Ж = 1:5; температура процесса 80-95 ^oC и время выщелачивания 3 часа. При этих условиях сурьма переходила в раствор на 99,1-99,3 %. Золото практически оставалось в кеке на 95- 96,0 %, содержание золота в нем было 11 г/т, а содержание сурьмы - 3,3 -4 %.

Разработаны основные параметры выделения триоксида сурьмы марки ч. д. а. из растворов $SbCl_3$.

Жесткие нормы противопожарной безопасности в большинстве промышленно развитых стран стимулируют рост потребления триоксида сурьмы, на базе которого с использованием органических растворителей выпускаются замедлители горения - огнестойкие пропитки пластмасс, мебельных тканей, ковровых покрытий.

Разработанная технология включает феррохлоридное выщелачивание концентрата, восстановление растворов, гидролиз солянокислого раствора с выделением оксихлорида сурьмы, синтез триоксида сурьмы путем нейтрализации SbOCl и его сушку, регенерацию раствора гидролиза [2-7].

Разработаны способы получение $SbCl_5$ и использования ее в качестве растворителя минералов сурьмы[15-17].

Использование $SbCl_5$ более эффективные, чем $FeCl_3$,так как в этом случае исключается возможность загрязнение триоксида сурьмы ионами железа в процессе гидролиза. В качестве растворителя антимонита применяли растворы пентахлорида сурьмы[15]:

$$Sb_2S_3 + 3\ SbCl_5 = 5SbCl_3 + 3S; \qquad (32)$$

$$Sb_2S_3 + 3HSbCl_6 = 5SbCl_3 + 3S + 3HCl \qquad (33)$$

В табл. 1 представлен анализ реакции окисления растворов $SbCl_3$ различными окислителями и возможные реакции получения $SbCl_5$.

Таблица 2

Влияние температуры на выщелачивание сурьмы. Навеска 10 г сурьмяного концентрата (54,5 % Sb), Т: Ж=1:10, время выщелачивания 2 час.

№ п. п	Т, °С	Вес кека, г	Содержание Sb в кеке, %	Количество сурьмы		Извлечение сурьмы в раствор, %	Условия опыта
				в кеке, г	в растворе, г		
1	19	6,3	59,6	3,7	1,75	32,3	Раствор Sb (V)-90 г/л; (116 % от теоретически необходимого)
2	40	4,1	36,7	1,5	3,95	72,5	
3	60	2,7	6,42	0,17	5,28	97,0	
4	90-92	1,5	1,02	0,015	5,435	99,8	

Таблица 3

Влияние концентрации Sb (V) и температуры на выщелачивание сурьмы

№ п. п	Концентрация Sb (V), г/л	Т: Ж	Т, °С	Навеска, г	Вес кека, г	Содержание Sb в кеке, %	Количество сурьмы		Извлечение сурьмы в раствор, %
							в кеке, г	в растворе, г	
1	140	1:7	60	20	10,0	1,61	16,1	9,29	85,2
2	95	1:10	60	20	5,4	6,4	0,34	10,56	97,0
3	85	1:10	40	10	4,1	36,7	1,50	3,95	72,5
4	81	1:12	40	10	4,1	17,25	0,81	4,64	85,1

Таблица 4

Технологические показатели процесса получения триоксида сурьмы

Продукт	Выход, %	Содержание Sb,%	Извлечение Sb,%
Триоксид сурьмы	42,0	84,7(99,5% Sb_2O_3)	90,5
Au-содержащий кек	58,0	0,87	0,43
Технологические растворы	-	-	9,07
Исходный концентрат	100,0	52,60	100,0

Наиболее целесообразно получать выщелачивающий раствор по следующей реакции:

$$SbCl_3 + HCl + H_2O_2 = SbCl_5 + 2H_20. \quad (34)$$

Получение растворов пятихлористой сурьмы представлено в[9]. Полученный раствор Sb (V) содержал: Sb (V) -105 г/л; Sb (III)-нет; H_2O_2-нет; HCl-3,8-3,0 N. К 100 мл данного раствора приливали 10 мл HCl конц. и использовали его для выщелачивания, который содержал Sb (V)-90 г/л; HCl-4,0-4,0 N. В опытах навеска концентрата была 10 г. Теоретически на 0,7168 кг Sb сульфидного концентрата необходимо 1,075 кг Sb в виде $SbCl_5$. Избыток пентахлорида сурьмы был порядка 10 %. Были установлены основные параметры процесса выщелачивания (табл. 2).

Влияние температуры на процесс выщелачивания значительно. Наиболее оптимальной температурой процесса является температура в пределах 60-90 °С. В табл. 3 приведены результаты выще-

лачивания сурьмы при различном отношении Т: Ж, различной температуре и концентрации Sb (V).

В разбавленной пульпе происходит выщелачивание сурьмы в раствор более эффективно. Переход сурьмы из концентрата более активно в случае применения менее насыщенных катионами сурьмы растворов, т.е. чем меньше исходная концентрация Sb (V), тем эффективнее процесс выщелачивания.

Можно считать оптимальными условиями процесса с использованием в качестве выщелачивающего агента Sb (V): Т: Ж = 1:10; время выщелачивания 2 час, температура -90 ^{o}C. Извлечение сурьмы в раствор при этом достигает 99,8 %.

Полученные технологические показатели по технологической схеме приведены в табл. 4.

Получаемый по феррохлоридной технологии триоксид сурьмы имеет стабильное качество, чистота достигает 99,5 % Sb_2O_3, а по содержанию As , Pb , Fe, Ni и суммы K + Na + Ca превосходит Китайский национальный стандарт (Sb_2O_3 -O), Harshaw Chemical Co (США, белая и голубая звезда), Mikuni Smelting Refining Co (Япония), Manciano plant (Италия), Anzon Cookson (Англия).

Технологическая схема переработки золото - сурьмяных концентратов пятихлористой сурьмой с получением триоксида сурьмы и катодной сурьмы представлена в [16-17].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Zhan Tian-cong***.** The metallurgy of antimony / Central South University of Technology. — Press Changsha the Peoples Republic, 1988. 731 p.

2. *Тугов Н.И., Цыганов Г.А.* // Узб. хим.. журн. 1963, № 2,с.17-21.

3. *Соложенкин П. М.* Технология обогащения комплексных сурьмяных руд Китая . – М.: ЦНИИЭИЦМ , 1992. – 55 с.

4. *Соложенкин П. М., Усова С.В., Акназарова Т. Н., Фазылова Р.Р.* Технология прямой переработки сурьмяных огарков с целью получения пигментов на основе сурьмы. Цветные металлы 1994, № 1, с.23-26.

5. *Соложенкин П.М.* Способы переработки сурьмяно-мышьяковых руд и концентратов. « Цветные металлы ». 1997, № 7,с.27-33.

6. *Solozhenkin P. M.* The technology of direct processing of antimony calcines for obtaining of antimony pigments in: Proceedings of the XIX IMPC 1995.

7. *Solozhenkin P. M, Nebera V. P. and. Abdulmanov I. G.* The technology of direct processing of antimony-bearing materials for obtaining of antimony compounds in: Proceedings of the XXIMPC, 4, Aachen 1997.

8. Патент 2219267 РФ С1 7С 22 В 30/02.Способ получения сурьмы из концентрата// Розловский А. А., Бондаренко Е.В., Дьяков В.Е., Звонков Ю.Ф. Опубл. 20.12.2003 Бюл. №35

9. *Solozhenkin P. M., Bondarenko E. V.* Extraction of antimony trioxide from gold-antimony concentrates by new solutioners**.** Proceeding 8 th Conference on Environment and Mineral Processing, 24.6-26.6.2004. VSB- TU Ostrava. p. 487-492.

10. *Соложенкин П.М.* Развитие обогащения и переработки золото-сурьмяных руд и концентратов Республики Саха (Якутия) в зоне вечной мерзлоты. Вестник XXI. Горнометаллургическая секция. Разведка, добыча, переработка полезных ископаемых. Сборник статей.15 лет РАЕН. Москва. 2005. С. 344-352.

11. *Бондаренко Е.В., Кушаков Ш.Т., Соложенкин П.М.* Извлечение металлической сурьмы из сарылахских золото – сурьмяных концентратов феррохлоридным выщелачиванием. Современные методы оценки технологических свойств труднообогатимого и нетрадиционного минерального сырья благородных металлов и алмазов и прогрессивные технологии их переработки (Плаксинские чтения): Материалы международного сове-

щания. Иркутск 13-17 сентября 2004 г. - М.: Альтекс. - 2004. - С. 154-155.

12. EP 0 806 487A1 C22 B30/02, C25 C1/22. Extraction of antimony from suifide ores by alkaline leaching, recovery of elemental sulfur and electrowinning antimony from fluoborate solution / Olper, Marco. Date of publication 12.11.1997 Bulletin 1997/46.

13. Авт.св. 872586 СССР.С1 С22В30/ 02. Способ выщелачивания антимонита //Соложенкин П.М., Глухов И.А., Шалухина Л.М. Опубл. 1981 Бюл 38.

14. *Solozhenkin P. M., Volkov S.V., Shaluhina L. M., Fokina Z.A., Zinchenko Z. A., Emelyanov A.F.* The technology of Gold Recovery from Black Sands by Method of Liquid Phase Chlorination. In: Proceedings of the XVIII IMPC, Sydney,23-28 May 1993.p.1147-1152.

15. Патент 2254386РФ. МПК[7] С22 В11/00, 30/02,3/12. Способ переработки золотосодержащего сурьмяного концентрата //Жирков Е.П., Каздобин В.А., Соложенкин П.М., Усова С.В., Иванова Н.К., Соложенкин И.П., Соложенкин О.И. Опубл. 20.06.2005 Бюл №17.

16. *Соложенкин П.М., Ляликова- Медведева Н.Н.* Биотехнология переработки сурьмяных руд и концентратов. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых.2001, №5, с.95-103.

17. *Solozhenkin P. M. and Lyalikova - Medvedeva N.N.* Journal of Mining Science, 2001, Vol. 37, № 5, p.534-541.

Коротко об авторах

Соложенкин Петр Михайлович - профессор, доктор технических наук, Институт комплексного освоения недр РАН, академик АН Республики Таджикистан, действительный член РАЕН, действительный член Международной инженерной академии.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)			
ШЕЛЕХОВ Павел Юрьевич	Научно-методические основы создания безаварийной технологии пневмозаряжания скважин россыпными взрывчатыми веществами при добыче полезных ископаемых	25.00.22	д.т.н.
КЛИМОВ Сергей	Применение гидроцилиндров с гибким штоком для монтажа оборудования нагор-	05.05.06	к.т.н.

Борисович	ных карьеров		