

Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов  
«Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения»

поверхность корня растения, обычно до нескольких миллиметров от поверхности корня. Загрязняющие вещества либо адсорбируются на поверхности корня, либо поглощаются корнями растений. Растения, используемые для ризофилтрации, не высаживаются непосредственно на месте, а вначале акклиматизируются для загрязняющих веществ. Растения выращивают гидропонически в чистой воде, а не в почве, до тех пор, пока не будет развита большая корневая система. После того, как будет создана большая корневая система, водоснабжение заменяется подачей загрязненной воды для акклиматизации установки. После того, как растения становятся акклиматизированными, они высаживаются в загрязненной области, где корни поглощают загрязненную воду и загрязняющие вещества вместе с ней. По мере того как корни становятся насыщенными, их собирают и удаляют безопасно. Повторные обработки участка могут уменьшить загрязнение до приемлемых уровней, как это было показано в Чернобыле, где подсолнечники выращивались в радиоактивно загрязненных бассейнах [5].

Обобщив вышесказанное можно сделать следующий вывод.

Для выбора подходящих вариантов коррекции необходимы базовые знания об источниках, химии и потенциальных рисках токсичных тяжелых металлов на загрязненных почвах. Для устранения связанных с этим рисков необходимо восстановить почву, загрязненную тяжелыми металлами, сделать земельный ресурс доступным для сельскохозяйственного производства, повысить продовольственную безопасность и уменьшить проблемы землевладения. Имобилизация, промывка почв и фиторемедиация часто перечисляются среди лучших доступных технологий очистки загрязненных тяжелыми металлами почв, но в основном демонстрируются в развитых странах. Эти технологии рекомендуются для применения на местах и коммерциализации в развивающихся странах, где сельское хозяйство, урбанизация и индустриализация оставляют наследие ухудшения состояния окружающей среды.

Литература.

1. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека //FR [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.forens-med.ru/book.php?id=1839>
2. Биоаккумуляция// Академик [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/181>.
3. Heavy Metals Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risk and Best Available Strategies for Remediation // Международные научные исследования [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2011/402647/>
4. HeavyMetals/Lenntech [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.lenntech.com/processes/heavy/heavy-metals/heavy-metals.htm>
5. Potential Biotechnological Strategies for the Cleanup of Heavy Metals and Metalloids //Frontiers in Plant Science [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4791364/>
6. Фитостабилизация // Агрохимия [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://agrohimiya24.ru/mikroelementy/2090-fitostabilizaciya.html>

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРИЙ-СТРОНЦИЕВОГО КАРБОНАТИТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ  
СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*А.Р. Михно, маг., Р.Е. Крюков, к.т.н., доц., Н.А. Козырев, д.т.н., проф.  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»  
654007, Россия, Кемеровская обл., Новокузнецк, ул. Кирова, 42.  
E-mail: mikno-mm131@mail.ru*

**Аннотация:** В данной работе рассмотрена возможность использования барий-стронциевого карбонатита при изготовлении сварочных флюсов на основе шлака производства силикомарганца, а так же на основе ковшевых электросталеплавильных шлаков, образованных при производстве рельсовых марок стали.

В серии опытов в лабораторных условиях изготавливали и исследовали различные составы сварочных флюсов, были определены химические составы наплавленного металла, проведен металлографический анализ.

**Abstract:** In this paper the possibility of using barium-strontium carbonatite in the manufacture of welding fluxes on the basis of slag from the production of silicomanganese, and based on ladle steelmaking slags formed in the production of rail steel grades.

In a series of experiments in the laboratory have produced and investigated different compositions of welding fluxes, were determined the chemical compositions of the weld metal metallographic analysis.

#### **Введение**

Утилизация техногенных отходов металлургического производства в качестве компонентов для изготовления сварочных флюсов широко используется в РФ и за рубежом. Перспективными направлениями повышения качества сварного шва является разработка и использования новых флюсов, флюс добавок с применением техногенных металлургических отходов - шлаков и шламов. Одними из таких компонентов являются шлак производства силикомарганца и ковшевой электросталеплавильный шлак. Большая работа проведена по использованию барий-стронциевого карбонатита в качестве флюс добавок [1-6].

#### **Материал и методика исследования**

В качестве первого флюса использовался электросталеплавильный шлак производства рельсовой стали производимой на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с химическим составом, мас. %: 1,31% FeO, 0,22% MnO, 35,19% Ca, 36,26% SiO<sub>2</sub>, 6,17% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,30% MgO, 0,28% Na<sub>2</sub>O, 0% K<sub>2</sub>O, 3,34% F, <0,12% C, 1,26% S, 0,02% P.

В качестве второго флюса использовался шлак силикомарганца производства Западно-Сибирского металлургического завода с химическим составом : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6,91-9,62%, CaO 22,85-31,70%, SiO<sub>2</sub> 46,46-48,16 %, FeO 0,27-0,81 %, MgO 6,48-7,92 %, MnO 8,01-8,43%, F 0,28-0,76%, Na<sub>2</sub>O 0,26-0,36% K<sub>2</sub>O до 0,6 2 %, S 0,15-0,17 %, P 0,01 %.

В качестве флюс – добавки использовался барий-стронциевый модификатор БСК по ТУ 1717-001-75073896-2005 производства ООО « НПК Металлотехнопром » с химическим составом, мас. %: 13,0-19,0% BaO, 3,5- 7,5% SrO, 17,5-25,5% CaO, 19,8- 29,8% SiO<sub>2</sub>, 0,7- 1,1% MgO, 2,5- 3,5% K<sub>2</sub>O, 1,0- 2,0% Na<sub>2</sub>O, 1,5- 6,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0 - 0,4% MnO, 1,9- 3,9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,7- 1,1% TiO<sub>2</sub>, 16,0-20,0% CO<sub>2</sub>.

Приготовление стронций - бариевой флюс - добавки проводили по двум вариантам 1) путем смешения барий - стронциевого модификатора фракции менее 0,2мм с жидким стеклом в соотношении 75% и 25% соответственно; после чего осуществляли 24-часовую выдержку при комнатной температуре, с последующей сушкой в печи при температуре 300 °С, охлаждением, дроблением и просевом с выделением фракции 0,45-2,5мм. 2) использовали в качестве добавки пыль стронций – бариевого модификатора фракции менее 0,2мм.

В качестве первого сварочного флюса использовали ковшевой электросталеплавильный шлак фракции менее 0,2мм. приготовленных с жидким стеклом в соотношении 62% и 38% соответственно. После чего осуществляли 24-часовую выдержку при комнатной температуре, с последующей сушкой в печи при температуре 300 °С, охлаждением, дроблением и просевом с выделением фракции 0,45-2,5мм.

В качестве второго сварочного флюса использовали шлак производства силикомарганца фракции 0,45-2,5мм в смеси с флюс-добавкой (барий-стронциевым модификатором с жидким стеклом в соотношении 75% на 25%) в количествах 2; 4 и 6 % (М2,М4,М6) и пылью стронций-бариевого карбонатита в количестве 2% и 6% (М21, М61) в сравнении с флюсом изготовленном 100% из шлака производства силикомарганца без добавок (М).

После изготовления флюса и флюс - добавки проводили смешения флюса и флюс-добавки. Состав флюса приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав флюса, %			
Маркировка флюса	Количество барий - стронциевой добавки		Количество ковшевого шлака с жидким стеклом
	С жидким стеклом	пылеобразной	
1	2	3	4
Б	-	-	100%
Б2	2%	-	98%
Б4	4%	-	96%
Б6	6%	-	94%
Б8	8%	-	92%
Б21	-	2%	98%
Б61	-	6%	94%
			Количество шлака производства силикомарганца
М	-	-	100%
1	2	3	4
М2	2%	-	98%
М4	4%	-	96%
М6	6%	-	94%
М21	-	2%	98%
М61	-	6%	94%

Изучение возможности использования различных составов сварочных флюсов проводили в лабораторных условиях. Наплавку под слоем флюса производили на образцах 300×150мм толщиной 20мм из листовой стали марки 09Г2С. Процесс проводили проволокой Св-08ГА диаметром 4 мм с использованием сварочного трактора АСАW-1250 на режима: 680А-28В-28м/ч.

Химические составы полученных флюсов, шлаковых корок, и металла сварных швов приведены в таблицах 2-7 соответственно.

#### Результаты и их обсуждения

Таблица 2

Химический состав флюса								
флюс	Массовая доля элементов, %							
	FeO	MnO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Б	0,84	0,06	35,47	44,66	4,71	5,01	1,92	0,11
Б2	1,34	0,02	33,61	44,42	4,58	5,35	5,46	0,15
Б4	1,09	0,02	33,80	43,45	4,58	4,75	5,44	0,08
Б6	1,30	<0,01	33,64	44,87	4,77	5,44	5,52	0,21
Б8	1,41	0,02	39,32	43,38	4,49	4,41	5,78	0,12
Б21	0,88	0,02	35,73	44,19	4,79	5,40	5,37	<0,01
Б61	0,88	0,08	35,17	43,62	4,65	4,92	5,12	0,10
флюс	Массовая доля элементов, %							
	S	P	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	BaO	SrO	TiO <sub>2</sub>
Б	0,98	0,013	0,007	0,04	отс,	0,017	0,050	0,33
Б2	0,93	0,017	0,008	0,05	2,03	0,16	0,14	0,28
Б4	0,98	0,021	0,008	0,04	1,91	0,57	0,28	0,32
Б6	0,93	0,03	0,008	0,05	2,09	0,45	0,32	0,28
Б8	0,98	0,029	0,008	0,03	1,79	1,18	0,52	0,30
Б21	1,00	0,013	0,007	0,04	2,11	0,028	0,064	0,29
Б61	0,94	0,014	0,008	0,06	2,17	0,049	0,085	0,29

Таблица 3

Химический состав шлаковых корок								
флюс	Массовая доля элементов, %							
	FeO	MnO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Б	3,06	0,41	35,82	38,97	4,70	6,88	4,26	0,07
Б2	3,67	0,67	33,91	39,90	4,56	6,71	4,34	0,13
Б4	3,94	0,42	33,89	42,22	4,47	6,68	4,44	0,16
Б6	4,44	0,53	33,61	39,46	4,47	6,89	4,32	0,22
Б8	3,40	0,41	35,49	38,37	4,68	7,15	3,96	0,05
Б21	2,80	0,37	36,18	40,06	4,61	7,00	3,86	0,10
Б61	3,96	0,46	36,26	38,55	4,89	7,45	4,28	0,19
флюс	Массовая доля элементов, %							
	S	P	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	BaO	SrO	TiO <sub>2</sub>
Б	0,76	0,014	0,008	0,06	2,35	отс.	0,064	0,20
Б2	0,60	0,018	0,007	0,08	2,20	0,19	0,18	0,27
Б4	0,58	0,021	0,006	0,05	2,34	0,25	0,21	0,28
Б6	0,55	0,023	0,007	0,07	2,37	0,43	0,31	0,30
Б8	0,66	0,022	0,007	0,06	2,43	0,37	0,29	0,30
Б21	0,64	0,014	0,006	0,057	2,33	0,16	0,14	0,30
Б61	0,61	0,020	0,012	0,070	2,58	0,36	0,25	0,28

Таблица 4

Химический состав наплавленных валиков								
Флюс	Массовая доля элементов, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	W
Б6	0,10	0,18	0,50	0,05	0,14	0,15	отс.	0,012
Б8	0,11	0,17	0,56	0,05	0,14	0,16	0,001	0,006
Б21	0,07	0,16	0,53	0,05	0,13	0,15	отс.	0,007
Б61	0,06	0,15	0,55	0,04	0,10	0,14	0,001	0,011
Флюс	Массовая доля элементов, %							
	V	Mo	Al	Nb	S	P	Ba	Sr
Б6	0,006	0,017	0,018	0,005	0,046	0,013	0,0016	отс.
Б8	0,004	0,020	0,016	0,005	0,062	0,008	отс.	отс.
Б21	0,004	0,016	0,007	0,005	0,073	0,011	отс.	0,0016
Б61	0,002	0,017	отс.	0,002	0,069	0,011	0,0004	0,0028

Таблица 5

Химический состав флюса								
флюс	Массовая доля элементов, %							
	FeO	MnO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
М	0,50	7,97	31,34	46,09	60,61	5,74	0,40	0,01
М2	1,39	7,68	31,27	46,31	6,48	5,40	10,52	0,04
М4	0,77	7,69	30,56	46,11	6,42	5,42	0,49	0,03
М6	1,11	7,12	29,27	45,52	6,87	4,75	0,75	0,20
М21	1,32	7,94	32,09	45,19	6,20	5,35	0,36	0,01
М61	0,33	8,02	30,97	46,38	6,71	6,01	0,29	0,01
флюс	Массовая доля элементов, %							
	S	P	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	BaO	SrO	TiO <sub>2</sub>
М	0,33	0,011	0,004	0,05	0,45	0,12	0,072	0,07
М2	0,20	0,022	0,008	0,03	0,48,	0,35	0,18	0,09
М4	0,38	0,022	0,0014	0,04	0,36	0,35	0,21	0,08
М6	0,17	0,037	0,0012	0,04	0,45	0,79	0,41	0,14
М21	0,43	0,014	0,009	0,05	0,40	0,15	0,087	0,07
М61	0,18	0,013	0,009	0,03	0,42	0,16	0,092	0,07

Таблица 6

Химический состав шлаковых корок								
флюс	Массовая доля элементов, %							
	FeO	MnO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
М	1,69	7,78	32,35	42,50	6,59	5,55	0,30	0,01
М2	2,07	7,54	31,91	43,63	6,52	5,92	0,31	0,01
М4	2,11	7,15	31,45	45,31	6,38	5,42	0,43	0,03
М6	1,93	7,20	31,37	44,30	7,46	5,26	0,39	0,02
М21	2,34	7,42	31,97	43,3	6,59	5,56	0,31	0,03
М61	2,21	6,95	30,26	45,55	7,06	4,99	0,33	0,13
флюс	Массовая доля элементов, %							
	S	P	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	BaO	SrO	TiO <sub>2</sub>
М	0,21	0,011	0,012	0,04	0,37	0,11	0,057	0,07
М2	0,16	0,012	0,006	0,10	0,45	0,19	0,098	0,08
М4	0,18	0,017	0,008	0,07	0,41	0,38	0,20	0,09
М6	0,23	0,017	0,008	0,05	0,46	0,34	0,19	0,09
М21	0,021	0,014	0,004	0,07	0,38	0,34	0,20	0,07
М61	0,17	0,017	0,011	0,04	0,38	0,64	0,39	0,11

Таблица 7

Химический состав наплавленных валиков								
№ пробы	Массовая доля элементов, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	W
М	0,07	0,43	1,16	0,05	0,11	0,14	отс,	0,018
М2	0,08	0,26	0,83	0,05	0,13	0,15	отс,	0,012
М4	0,07	0,29	0,84	0,05	0,13	0,15	отс,	0,006
М6	0,09	0,26	0,77	0,04	0,10	0,15	отс,	0,013
М21	0,09	0,31	0,76	0,05	0,13	0,15	отс,	0,011
М61	0,08	0,23	0,77	0,05	0,13	0,14	0,001	0,011
№ пробы	Массовая доля элементов, %							
	V	Mo	Al	Nb	S	P	Ba	Sr
М	0,007	0,021	отс,	0,003	0,019	0,012	отс,	отс,
М2	0,003	0,020	0,002	0,004	0,016	0,009	0,0041	отс,
М4	0,005	0,020	отс,	0,003	0,025	0,014	отс,	отс,
М6	0,004	0,020	0,002	0,003	0,021	0,011	0,0065	отс,
М21	0,004	0,019	отс,	0,002	0,030	0,013	0,0119	отс,
М61	0,004	0,017	0,001	0,003	0,021	0,014	отс,	0,0001

Визуальный контроль качества наплавленных валиков показал неравномерность формы шва, при этом наблюдалась плохая отделимость шлаковой корки, дефектов не выявлено.

Из наплавочных пластин были вырезаны образцы и выполнены: рентгеноспектральный анализ состава металла швов, металлографические исследования металла сварных швов, приведенные в таблице 4.

Металлографическое исследование проводилось на микрошлифах без травления с помощью оптического микроскопа OLYMPUS GX-51 при увеличении  $\times 100$ . Результаты анализа на наличие неметаллических включений в зоне сварного шва, проведенного согласно ГОСТ 1778-70 [7] приведены на рисунках 1,2, таблице 8, 9.

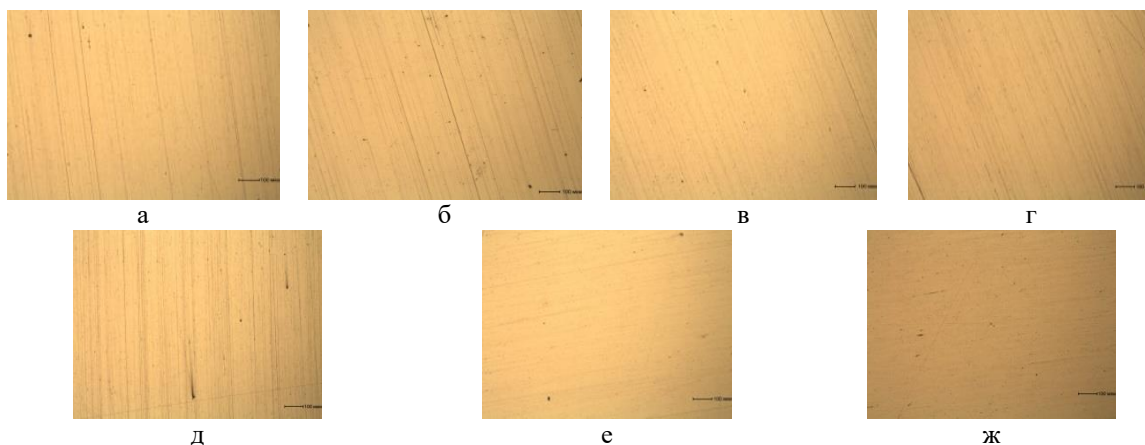


Рис. 1. Неметаллические включения в зоне наплавленных валиков образцов: а) образец Б2; б) образец Б4; в) образец Б6; г) образец Б8; д) образец Б21; е) образец Б61; ж) образец Б

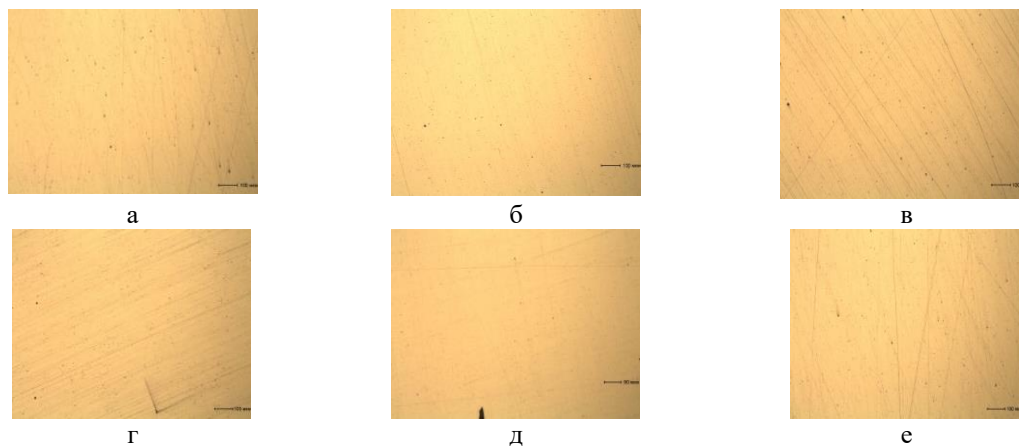


Рис. 2. Неметаллические включения в зоне сварных швов образцов : а) М2; б) М4; в) М61; г) М21 ; д) М6 ; е) М

Таблица 8

Неметаллические включения в зоне сварных швов

Образец	Неметаллические включения, балл		
	силикаты	силикаты хрупкие	оксиды точечные
Б	1а; 2а; 2б	1а; 1в	4а
Б2	2а; 3а	отс.	1а
Б4	2б; 4б;	отс.	2а
Б6	3а; 4а	отс.	2а
Б8	3б	отс.	2а
Б21	2б; 3б	1б	1а
Б61	2а; 3а	отс.	2а

Таблица 9

Неметаллические включения в зоне сварных швов

Образец	Неметаллические включения, балл		
	силикаты	силикаты хрупкие	оксиды точечные
М	1а; 2а; 4б	отс.	2а
М2	3б; 2б;	отс.	1а
М4	3б; 1а	отс.	1а
М6	1а	отс.	1а
М21	3а; 4б	отс.	3а; 2а
М61	2а; 1б	отс.	1а

Исследования указывают на снижение загрязненности металла сварного шва силикатами недеформирующимися и отсутствие силикатов хрупких

**Выводы:**

1. Показана принципиальная возможность использования ковшевого электросталеплавильного шлака, шлака силикомарганца и барий-стронциевого модификатора в качестве флюсов и рафинирующей и газозащитной добавки для сварочных флюсов.
2. Использование барий-стронциевого модификатора позволяет снизить загрязненность сварного шва неметаллическими включениями: силикатами недеформирующимися, оксидами точечными и силикатами хрупкими, а также повысить десульфурисуемую способность сварочных флюсов.

**Литература.**

1. Использование ковшевого сталеплавильного шлака при изготовлении сварочного керамического флюса/ Липатова У.И., Махин Д.И., Волосенкова Д.С.// Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. Сб. тр. VI Всерос. научн.-практич. конференции для студентов и учащейся молодежи. Юргинский технологический институт - Томск: изд. Томского политехнического университета, 2015 – С. 105–107.
2. Новые материалы для сварки и наплавки / Козырев Н.А., Галевский Г.В., Крюков Р.Е., Титов Д.А., Шурупов В.М. // *Металлургия: технологии, управление, инновации, качество. Труды XXIX Международн. научн.-практич. конференции 15-16 декабря 2015 г.* – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2015. –ч. 2. - С. 184-188.
3. Липатова У.И. Влияние добавки барийстронциевого карбонатита во флюс на качество сварного шва. [Текст]/ У.И. Липатова, И.В. Матинин, А.А. Проводова, Д.И. Кузьменко// *Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: сборник трудов Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Вып.20– ч.III – Новокузнецк: СибГИУ, 2016. – С. 266-271.*
4. Липатова У.И. Влияние добавки барийстронциевого карбонатита во флюс на качество сварного шва. [Текст]/ У.И. Липатова, И.В. Матинин, А.А. Проводова, Д.И. Кузьменко// *Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: сборник трудов Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Вып.20– ч.III – Новокузнецк: СибГИУ, 2016. – С. 266-271*
5. Изготовление сварочных флюсов с использованием отвальных шлаков производства силикомарганца / Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Козырева О.Е., Липатова У.И. // *Обработка материалов: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 90-95.*
6. О возможности использования шлака производства силикомарганца для изготовления сварочных флюсов / Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Липатова У.И., Козырева О.Е. // *Металлургия: технологии, инновации, качество: труды XIX научно-практической конференции: В 2 ч. Ч. 2 / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Е.В. Протопопова. – Новокузнецк: Изд.центр СибГИУ, 2015. С. 188-191.*
7. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений Текст. Введ. 1970-12-29. – М.: Изд-во стандартов, 1971. - 42 с.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**

*Е.А.Квашева, ст. гр. ХТм-171, Е.С. Ушакова, к.т.н., ст.преподаватель,*

*И.В. Козлова, ст. гр ХТм-161,*

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева*

*650000, г. Кемерово ул. Весенняя 28, тел. 8(3842)- 39-69-60*

*E-mail: kvashevaya@mail.ru*

**Аннотация:** При высоком росте нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, достаточно остро встает вопрос об аварийных разливах нефти, их последствий и способов ликвидации. В данной работе представлен способ переработки вторичного сырья с применением магнетита в готовый продукт – нефтесорбент. В статье подробно описана технологическая схема получения магнитоуправляемого сорбента, используемого для сбора нефти с водной поверхности.

**Abstract:** With a high growth of the oil-producing and oil-refining industry, the issue of oil spills, their consequences and methods of liquidation is quite acute. In this paper, a method for processing secondary raw materials with the use of magnetite in a finished product, an oil sorbent, is presented. The article