

РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ В ОАО «КРАСЦВЕТМЕТ»

Шатных К.А.

Статья посвящена развитию направления производства стандартных образцов в ОАО «Красцветмет», отображены важнейшие разработки стандартных образцов, в том числе для Лондонской биржи драгоценных металлов, действующие и планируемые разработки предприятия.

Ключевые слова: стандартные образцы, ОАО «Красцветмет», Лондонская биржа драгоценных металлов, золото, серебро, платина.

✓ **Ссылка при цитировании:** Шатных К.А. Развитие направления производства стандартных образцов в ОАО «Красцветмет» // Стандартные образцы. 2015. № 3. С. 16–25.

Автор:

ШАТНЫХ К.А.

Ведущий специалист

лаборатории стандартных образцов ОАО «Красцветмет»

Российская Федерация, 660013,

г. Красноярск, Транспортный пр-д, 1

E-mail: KShatnyh@krastsvetmet.ru

Принятые сокращения:

АЭС-ИСП – атомно-эмиссионный метод с индуктивно-связанной плазмой

ГСО – стандартный образец утвержденного типа (до 2009 года – Государственный стандартный образец)

ГССО – Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов

МСО – межгосударственный стандартный образец

МВИ – методика измерений

СОП – стандартные образцы предприятия

ЦЗЛ – Центральная заводская лаборатория

Открытое акционерное общество «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова» (далее – ОАО «Красцветмет») является одним из крупнейших в мире производителей аффинированных металлов платиновой группы, золота и серебра, перерабатывающим все известные виды сырья с 72-летним опытом работы в данной области. По данным за 2014 год, ОАО «Красцветмет» аффинирует 13 % (27 тонн) платины и 31 % (87 тонн) палладия, производимых в мире, а также 65 % (184 тонны) золота и 56 % (587 тонн) серебра, производимых в России. Продукции, произ-

водимой компанией, присвоен статус «Good Delivery» (высокое качество поставки) на биржах Лондона, Дубая, Токио и Нью-Йорка. Поддержание заявленного высокого уровня качества готовой продукции предприятия достигается посредством тщательного аналитического контроля на всех этапах производства.

В аналитическом контроле необходимым средством метрологического обеспечения качества аналитических работ являются стандартные образцы (СО) состава. Большое значение имеет создание СО состава в сфере производства благородных металлов из-за их высокой

стоимости, специальных требований по их аттестации и учету, а также при проведении взаиморасчетов между поставщиками и потребителями. Ввиду появления на ОАО «Красцветмет» большого количества разнообразных видов сырья, промпродуктов и готовой продукции происходит увеличение количества объектов анализа, для которых зачастую необходимы новые методики измерений (МВИ) инструментальных методов анализа. При этом вновь разрабатываемые МВИ не должны уступать по экспрессности и точности классическим методам аналитической химии. В связи с этим СО стали одним из необходимых условий эффективной деятельности лаборатории. Достоверность и качество анализа химического состава готовой продукции, поступающего на переработку сырья, технологических продуктов напрямую зависит от достаточного количества СО состава драгоценных металлов, находящихся в распоряжении аналитической структуры компании.

Развитие направления разработки и выпуска СО на ОАО «Красцветмет» началось с создания группы специалистов, занимавшихся вопросами изготовления

СО в составе спектрального отделения Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ). В 2002 году группа специалистов, занимающаяся разработкой СО, была выделена в участок получения СО в составе ЦЗЛ. В последующие годы в рамках участка получения СО велась успешная работа в области разработки СО, и к 2014 году данное направление получило новый виток развития, выразившийся в создании Лаборатории стандартных образцов как отдельного структурного подразделения ОАО «Красцветмет». На данный момент Лаборатория стандартных образцов укомплектована квалифицированным персоналом и современным оборудованием для производства монокристаллических и дисперсных СО состава драгоценных металлов и материалов, содержащих драгоценные металлы.

За время проведения работ были разработаны и изготовлены десятки типов межгосударственных стандартных образцов (МСО), стандартных образцов утвержденных типов (ранее – государственные стандартные образцы) (ГСО) и стандартных образцов предприятия (СОП). Номенклатура разработанных СО представлена в табл. 1.

Таблица 1
Информация по разработанным ОАО «Красцветмет» стандартным образцам

Наименование СО	Индекс СО	Регистрационный номер СО	Аттестованное значение массовой доли элементов, %
СО состава платины	–	ГСО 8434–2003	Al – 0,0004, Bi – 0,0005, Ir – 0,0057, Fe – 0,0020, Au – 0,0019, Si – 0,0009, Ca – 0,00029, Mn – 0,00052, Cu – 0,0020, Mg – 0,0019, Mo – 0,0003, Ni – 0,0018, Sn – 0,0019, Pd – 0,0055, Rh – 0,0062, Ru – 0,0048, Sb – 0,0021, Ag – 0,0020, Pb – 0,0020, Zn – 0,0019, Cr – 0,00023
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8754–2006 (МСО 1338:2007)	Au – 0,11, Ag – 0,49
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8755–2006 (МСО 1339:2007)	Au – 0,49, Ag – 1,93
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8756–2006 (МСО 1340:2007)	Au – 1,97, Ag – 4,90
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8757–2006 (МСО 1341:2007)	Au – 4,95, Ag – 9,86
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8758–2006 (МСО 1342:2007)	Au – 10,05, Ag – 79,87

Продолжение таблицы 1

Наименование СО	Индекс СО	Регистрационный номер СО	Аттестованное значение массовой доли элементов, %
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8759–2006 (МСО 1343:2007)	Au – 29,94, Ag – 29,90
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8760–2006 (МСО 1344:2007)	Au – 50,02, Ag – 49,80
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8761–2006 (МСО 1345:2007)	Au – 79,88, Ag – 20,00
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8762–2006 (МСО 1346:2007)	Au – 89,91, Ag – 5,07
СО состава золота лигатурного	–	ГСО 8763–2006 (МСО 1347:2007)	Au – 98,97, Ag – 0,10
СО состава палладия аффинированного	–	ГСО 9421–2009	Al – 0,0030, Ir – 0,0032, Fe – 0,0032, Au – 0,0010, Co – 0,0031, Si – 0,0076, Mn – 0,0015, Cu – 0,0027, Ni – 0,0011, Sn – 0,0011, Pt – 0,0036, Rh – 0,0049, Ru – 0,0035, Pb – 0,0011, Ag – 0,0011, Sb – 0,0011, Zn – 0,0010, Cr – 0,0044
СО состава серебра аффинированного	СОСр1	ГСО 10118–2012 (МСО 1870:2014)	As – 0,00349, Au – 0,00355, Bi – 0,00330, Cd – 0,00220, Cr – 0,00100, Cu – 0,00437, Fe – 0,00137, Mn – 0,00334, Ni – 0,00202, Pb – 0,00363, Pd – 0,00372, Pt – 0,00333, Sb – 0,00341, Sn – 0,00331, Te – 0,00342, Zn – 0,00336
	СОСр2		Al – 0,00108, As – 0,00029, Au – 0,00033, Bi – 0,00019, Cd – 0,00050, Cr – 0,00021, Cu – 0,00304, Fe – 0,00072, Mg – 0,00031, Mn – 0,00026, Pb – 0,00061, Pd – 0,0063, Rh – 0,00022, Sb – 0,00030, Sn – 0,00030
	СОСр3		Al – 0,00045, As – 0,00068, Au – 0,00079, Bi – 0,00133, Cd – 0,00092, Cr – 0,00037, Cu – 0,00132, Fe – 0,00022, Mg – 0,00015, Mn – 0,00052, Ni – 0,00045, Pb – 0,00031, Pd – 0,00070, Pt – 0,00058, Sb – 0,00060, Sn – 0,00077, Te – 0,00051, Zn – 0,00030

Продолжение таблицы 1

Наименование СО	Индекс СО	Регистрационный номер СО	Аттестованное значение массовой доли элементов, %
СО состава серебра аффинированного	СОСр4	ГСО 10118–2012 (МСО 1870:2014)	As – 0,00151, Au – 0,00146, Bi – 0,00063, Cr – 0,00306, Cu – 0,00188, Fe – 0,00052, Mg – 0,0058, Mn – 0,00153, Ni – 0,00099, Pb – 0,00055, Pd – 0,00150, Pt – 0,00147, Sb – 0,00144, Sn – 0,00030, Te – 0,00100, Zn – 0,00080
	СОСр5		Al – 0,00022, As – 0,00481, Au – 0,00402, Bi – 0,00047, Cd – 0,00025, Cr – 0,00300, Cu – 0,00095, Mn – 0,00467, Ni – 0,00341, Pb – 0,00173, Pd – 0,00029, Pt – 0,00709, Sb – 0,00542, Te – 0,0067, Zn – 0,00203
СО состава золота аффинированного	СО Зл1	ГСО 10151–2012 (МСО 1871:2014)	Bi – 0,0104, Fe – 0,0203, Cd – 0,0044, Co – 0,0028, Mg – 0,00033, Mn – 0,0011, Cu – 0,0047, Ni – 0,00103, Sn – 0,00101, Pd – 0,0021, Pt – 0,025, Rh – 0,00057, Pb – 0,0029, Ag – 0,0095, Sb – 0,0020, Cr – 0,00032
	СО Зл2		Al – 0,0045, Bi – 0,00028, Fe – 0,0011, Cd – 0,0009, Co – 0,00047, Mg – 0,0048, Mn – 0,00025, As – 0,00035, Ni – 0,0006, Sn – 0,00037, Pd – 0,00136, Pt – 0,00120, Rh – 0,0014, Pb – 0,0005, Ag – 0,00041, Cr – 0,00043, Zn – 0,00009
	СО Зл3		Al – 0,00040, Bi – 0,0011, Fe – 0,008, Cd – 0,0023, Co – 0,0008, Si – 0,0049, Mn – 0,0047, Cu – 0,00035, As – 0,0078, Ni – 0,0042, Sn – 0,011, Pd – 0,0050, Pt – 0,0050, Rh – 0,0045, Pb – 0,0008, Ag – 0,0040, Sb – 0,0011, Ti – 0,0035, Cr – 0,0072, Zn – 0,010

Окончание таблицы 1

Наименование СО	Индекс СО	Регистрационный номер СО	Аттестованное значение массовой доли элементов, %
СО состава золота аффинированного	СО Зл4	ГСО 10151–2012 (МСО 1871:2014)	Fe – 0,0031, Cd – 0,009, Co – 0,00014, Mg – 0,0010, Mn – 0,00074, Cu – 0,0061, As – 0,0025, Sn – 0,0023, Pd – 0,0110, Pt – 0,00048, Rh – 0,00122, Pb – 0,0064, Sb – 0,0089, Te – 0,0012, Ti – 0,00009, Cr – 0,00011, Zn – 0,00111
	СО Зл5		Al – 0,00012, Fe – 0,00026, Cd – 0,00013, Mg – 0,00021, Ag – 0,0040
	СО Зл6		Bi – 0,00050, Fe – 0,00011, Mg – 0,00019, Mn – 0,00007, Cu – 0,00009, As – 0,0048, Pd – 0,00032, Ag – 0,00025
СО состава отработанного алюмоплатинового катализатора	СО ПлРе-1	ГСО 10232–2013 (МСО 1872:2014) СО состава отработанного алюмоплатинового катализатора	Pt – 0,355, Re – 0,313
СО состава отработанного алюмоплатинового катализатора	СО ПлРе-2	ГСО 10233–2013 (МСО 1873:2014)	Pt – 0,152, Re – 0,249
СО состава отработанного алюмоплатинового катализатора	СО Пл-3	ГСО 10234–2013 (МСО 1874:2014)	Pt – 0,462
СО состава золота лигатурного	СО Зл86	ГСО 10553–2015	Au – 86,86, Ag – 13,02
СО состава сплава марки ЗлСр 10-90	СО ЗлСр 10-90	ГСО 10554–2015	Au – 10,00, Ag – 90,00
СО состава сплава марки ЗлСр 20-80	СО ЗлСр 20-80	ГСО 10555–2015	Au – 20,01, Ag – 80,00
СО состава сплава марки ЗлСрМ 375-20	СО ЗлСрМ 375-20	ГСО 10556–2015	Au – 37,50, Ag – 2,02
СО состава сплава марки ЗлСрМ 585-80	СО ЗлСрМ 585-80	ГСО 10557–2015	Au – 58,52, Ag – 8,02
СО состава сплава марки ЗлСрМ 750-150	СО ЗлСрМ 750-150	ГСО 10558–2015	Au – 75,10, Ag – 15,02
СО состава сплава марки СрМ 925	СО СрМ 925	ГСО 10559–2015	Ag – 92,51

Лаборатория стандартных образцов ОАО «Красцветмет» успешно принимает участие в международных проектах. Крупным проектом для предприятия стала разработка и аналитическое сопровождение стандартных образцов состава золота и серебра для Лондонской биржи драгоценных металлов (LBMA). В целях обеспечения единства измерения среди аффинажных предприятий списка «Good Delivery» LBMA организовала разработку ряда стандартных образцов состава золота и серебра. В объявленном тендере на право производителя были избраны ОАО «Красцветмет» и одна из японских компаний. В 2010 году японской компанией и нашим предприятием были разработаны стандартные образцы состава золота и серебра. В 2013 году LBMA продолжила разработку стандартных образцов состава золота. Путем беспристрастного отбора, с учетом результатов прошлых разработок право производителя стандартного образца было отдано нашему предприятию.

В августе 2008 года между ОАО «Красцветмет» и LBMA был заключен договор на производство стандартных образцов состава серебра. Предмет договора – изготовление материала стандартных образцов состава серебра (AgRM1, AgRM2), исследование однородности и химического состава.

Состав материала AgRM1 и AgRM2 – это многокомпонентная система, включающая 21 элемент, введенный в серебро аффинированное, содержание каждого элемента составляет от 0,0005 до 0,01 % (табл. 2).

Основной критерий пригодности материала в качестве стандартного образца – это однородное распределение примесей во всем объеме материала, изготовленного в соответствии с требованиями к составу материала. Сложность прямого введения примесей в основу была обусловлена рядом причин: разностью температур плавления примесей (температура плавления висмута – 271 °С, родия – 1966 °С), летучестью при нагревании (мышьяк, цинк, алюминий), нерастворимостью в серебре (железо) и взаимодействием примесей между собой при нагревании. Процесс производства стандартных образцов был начат с выбора основы и подбора примесей. Основой для изготовления

материала стандартных образцов послужила готовая продукция ОАО «Красцветмет» – серебро аффинированное с содержанием основного компонента 99,99 %. В качестве примесей были использованы чистые вещества производства фирм Merck и Alfa (Германия), с содержанием основного компонента 99,97–99,99 %. Плавка проводилась в индукционной плавильной печи. Материал загружали в плавильный графитовый тигель марки МГ-1 (графит особой чистоты). Слив проводили в горизонтальную изложницу. Масса отливки составила около 14,5 кг.

Метод розлива в горизонтальную изложницу традиционно используется в технологии нашего предприятия для розлива серебра аффинированного. К сожалению, данный способ розлива оказался непригоден. Исследование однородности отливки, полученной путем розлива в горизонтальную изложницу, показали неудовлетворительные результаты. При использовании метода дисперсионного анализа ANOVA (Analysis of variances) получились неудовлетворительные результаты по ряду примесей: As, Pb, Rh, Sb, Se, Sn, Te, Zn.

Таблица 2
Состав материала AgRM1 и AgRM2

Аттестованная характеристика СО	Аттестованное значение СО AgRM1, %	Аттестованное значение СО AgRM2, %
Массовая доля золота	0,00061	0,00262
Массовая доля алюминия	0,00079	0,00618
Массовая доля мышьяка	0,00190	0,00055
Массовая доля висмута	0,00073	0,00408
Массовая доля кадмия	0,00080	0,00235
Массовая доля хрома	0,00629	0,00088
Массовая доля меди	0,00302	0,01105
Массовая доля железа	0,00224	0,00157
Массовая доля магния	0,00139	0,00493
Массовая доля марганца	0,00089	0,00161
Массовая доля никеля	0,00661	0,00106
Массовая доля свинца	0,00375	0,00056
Массовая доля палладия	0,00052	0,00231
Массовая доля платины	0,00055	0,00209
Массовая доля родия	0,00134	0,00046
Массовая доля сурьмы	0,00045	0,00236
Массовая доля селена	0,00230	0,00086
Массовая доля кремния	0,00100	0,00546
Массовая доля олова	0,00492	0,00045
Массовая доля теллура	0,00047	0,00381
Массовая доля цинка	0,00269	0,00052

Было принято решение изменить процедуру розлива, применив вертикальную изложницу. Параметры плавки претерпели изменения в части процедуры розлива. Розлив осуществили в чугунную разъемную вертикальную изложницу. Слиток из вертикальной изложницы обработали на фрезерном станке, подвергли выдержке в камерной печи. Затем слиток проковали на молоте до требуемых размеров. Прокованную полосу подвергли термообработке. После отжига слиток был подвергнут повторной обработке на фрезерном станке с целью устранения поверхностных дефектов. Прокат отливки проводили на прокатном стане до толщины полосы 7 мм. В соответствии с требованиями провели резку на конечную форму образцов – квадратные пластины 26 × 26 мм, толщиной 7 мм. Пятнадцать экземпляров от общего количества (129 шт.) отобрали на исследование однородности. Каждая пластина была разрезана на две половины, полученные после резки пластины составили не более 3 мм.

Однородность материала стандартных образцов состава серебра была исследована атомно-эмиссионным методом с искровым возбуждением спектра. Исследовали 15 пластин на трех поверхностях. Массив данных составил 90 результатов по каждому из 21 аттестуемого элемента. С целью подтверждения однородности по глубине слитка была исследована одна произвольно взятая пластина. Для этого проводили послойное снятие поверхности материала на глубину 0,25 мм. Всего было исследовано 12 слоев. Для проведения процедуры снятия слоя металла на фрезерном станке предварительно экземпляр материала был запаян в органическую смолу. В результате получили цилиндр диаметром 35 мм, высотой 25–27 мм, который имеет идеальные для обработки поверхности на фрезерном станке. Дополнительно материал исследован на предприятии Rand Refinery (Южно-

Африканская Республика). Результаты, полученные в лаборатории ОАО «Красцветмет» и Rand Refinery, оказались идентичными.

Установление аттестованных значений материала стандартных образцов состава серебра проводили в рамках Программы межлабораторной аттестации. Лаборатории, участвовавшие в аттестационном анализе:

- Cendres-Metaux, Швейцария;
- Royal Canadian Mint, Канада;
- Matusudo Sangyo Co Ltd, Япония;
- Johnson Matthey, Канада;
- Perth Mint, Австралия;
- Aurubis, Германия;
- Rand Refinery, ЮАР;
- Metalor Technologies, Швейцария;
- Tanaka Kikinzoku Kogyo, Япония;
- Umicore Precious Metals Refining, Бельгия;
- Sumiko Techno Research Co Ltd, Япония;
- **«Красцветмет», Россия.**

Сложность исследования, проводимого в рамках программы, заключалась в том, что в практике ОАО «Красцветмет» для анализа серебра применяется искровая атомно-эмиссионная спектрометрия. Главной трудностью при подготовке к проведению измерений являлись мероприятия, необходимые для устранения ионов хлора в помещении и в аналитическом оборудовании. При переходе от солянокислых к азотнокислым растворам и наоборот проведены мероприятия по тщательной промывке вытяжных шкафов, посуды, капилляров, камеры смешения спектрометра и т. п. Несмотря на все сложности анализ примесей был успешно выполнен, исследование материала стандартных образцов завершилось разработкой сертификата анализа, с указанием основных характеристик материала и этапов разработки.



- Japan Mint, Япония;
- PAMP, Швейцария;
- Perth Mint, Австралия;
- Aurubis, Германия;
- Rand Refinery, ЮАР;
- Metalor, Швейцария;
- Tanaka Kikinzo Kogyo, Япония;
- Umicore Precious Metals Refining, Бельгия;
- Allgemeine, Германия;
- «Красцветмет», Россия.

Аттестационный анализ в ЦЗЛ ОАО «Красцветмет» выполнен с использованием атомно-эмиссионного метода с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Подобраны специальные условия для проведения измерений концентрации серебра. В анализируемых образцах содержание серебра на один-два порядка выше содержания остальных примесей, поэтому определение серебра и примесей, содержание которых составляет 10–340 ppm, производили из разных навесок. Для обеспечения необходимой чувствительности анализа элементов-примесей с низким содержанием брали навески 0,5000 и 1,0000 г, после растворения в царской водке переводили в объем 50 см³. Таким образом, самая низкая концентрация элементов в растворе была на уровне 0,1 мг/дм³, что на порядок превышает минимально определяемую концентрацию элементов-примесей в растворе золота и является достаточной для анализа. Массовая концентрация серебра в данных растворах равна 45 мг/дм³, такие растворы могут быть нестабильными. В определенных условиях серебро в растворах, содержащих хлористоводородную кислоту, склонно к образованию коллоидов за счет появления малорастворимого хлорида серебра. Данный эффект отрицательно сказывается на результатах анализа образцов методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, найденное в данных растворах содержание серебра оказывается заниженным. Поэтому для определения содержания серебра брали навески 0,2000 и 0,5000 г, после растворения переводили в объем 250 см³, для предотвращения образования хлорида серебра колбы до метки доводили HCl 1:1, в данных условиях образуется растворимое комплексное соединение [AgCl₂]⁻. Массовая концентрация серебра в растворе равна 3,6 (9,0) мг/дм³ (в зависимости от навески пробы), серебро удерживается в растворе в таких количествах и его можно определить методом АЭС-ИСП.

На заключительном этапе работ по исследованию материала стандартного образца был разработан сертификат анализа с указанием основных характеристик

материала и этапов разработки. Выполнение описанных выше работ по разработке СО в рамках выполнения контракта с LBMA позволило ОАО «Красцветмет» подтвердить свой профессионализм и обеспечить стандартными образцами ведущие мировые лаборатории.

Изготовленные на ОАО «Красцветмет» образцы будут использоваться практически на всех аффинажных предприятиях мира, которые являются поставщиками на Лондонской бирже драгоценных металлов.

На данный момент на предприятии продолжают работы по созданию новых СО.

На разных этапах разработки находятся:

– стандартный образец состава отработанного автомобильного нейтрализатора (аттестация содержания Pt, Pd, Rh);

– стандартный образец состава катодного золота (аттестация содержания золота и серебра);

– комплект стандартных образцов состава золота аффинированного (аттестация примесного состава);

– комплект стандартных образцов состава серебра аффинированного (аттестация примесного состава);

– четыре типа стандартных образцов состава платины аффинированной (аттестация примесного состава).

А также проходят процедуру испытаний девять типов стандартных образцов состава ювелирных сплавов, приведенных в табл. 4.

Таблица 4
Информация по СО, проходящим испытания

Наименование СО	Значения массовой доли элементов, %
СО состава сплава марки СpМ 940	Ag – 93,99
СО состава сплава марки СpМ 916	Ag – 91,63
СО состава сплава марки СpМ 900	Ag – 90,02
СО состава сплава марки ЗлСpМ 582-85	Au – 58,21, Ag – 8,52
СО состава сплава марки ЗлСpМ 590-75	Au – 59,01, Ag – 7,51
СО состава сплава марки ЗлСpМ 372-100	Au – 37,20, Ag – 10,02
СО состава сплава марки ЗлСpМ 378-160	Au – 37,79, Ag – 16,01
СО состава сплава марки ЗлСpМ 753-125	Au – 75,31, Ag – 12,51
СО состава сплава марки ЗлСpМ 754-246	Au – 75,39, Ag – 24,59

В настоящее время на ОАО «Красцветмет» размещаются заказы стран СНГ, Европы, Ближнего Востока, Азии. Достигнуты договоренности об участии европейских лабораторий и лабораторий стран Азии при аттестации СО. Это важный шаг на пути интеграции

с мировым рынком драгоценных металлов, который позволит, помимо прочего, обеспечить получение СО более высокого качества, что, безусловно, отразится на точности и достоверности анализов у конечного потребителя.

DEVELOPMENT OF THE REFERENCE MATERIALS PRODUCTION BRANCH IN THE JOINT STOCK COMPANY "THE GULIDOV KRASNOYARSK NON-FERROUS METALS PLANT"

K.A. Shatnykh

The Gulidov Krasnoyarsk Non-Ferrous Metals Plant (JSC "Kratsvetmet")

Transportnyj prospekt, 1, Krasnoyarsk, 660013, Russian Federation

E-mail: KShatnyh@kratsvetmet.ru

The article deals with the development of the branch for the reference materials production in the Joint Stock Company "The Gulidov Krasnoyarsk Non-Ferrous Metals Plant" (JSC "Kratsvetmet"). Here the most important workings for reference materials including the work for the London precious metal exchange, current and future works are stated.

Key words: reference materials, JSC "Kratsvetmet", London precious metal exchange, gold, silver, platinum.

✓ **When quoting reference:** Shatnykh K.A. Razvitie napravleniia proizvodstva standartnykh obraztsov v ОАО «Kratsvetmet» [Development of the Reference Materials Production Branch in the Joint Stock Company "The Gulidov Krasnoyarsk Non-Ferrous Metals Plant"]. *Standartnye obraztsy – Reference materials*, 2015, No. 3, pp. 16–25. (In Russian).