



СЪЮЗ ПО АВТОМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
„ДЖОН АТАНАСОВ“



ФЕДЕРАЦИЯ
НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ

XX Юбилеен Международен симпозиум

**УПРАВЛЕНИЕ
НА ТОПЛОЕНЕРГИЙНИ
ОБЕКТИ И СИСТЕМИ**

8 – 9 ноември 2012 г.
Банкя

СБОРНИК ДОКЛАДИ

XX Юбилеен Международен симпозиум

УПРАВЛЕНИЕ НА ТОПЛОЕНЕРГИЙНИ ОБЕКТИ И СИСТЕМИ

СЪОРГАНИЗАТОРИ И СПОНСОРИ

METSO
ХАНИУЕЛ ЕООД
РИТБУЛ ЕООД
РИТАЛ ЕООД
ОСКАР-ЕЛ ЕООД
АМК ЕООД
ЕТ ТРАПЕН

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

М. Хаджийски – председател
Е. Николов
Б. Бонев
И. Бачкова
К. Бошнаков
В. Петков
Т. Тотев
Тр. Пензов

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

М. Николов – председател
Б. Ванев
В. Андреев
Н. Христова
Л. Дуковска
Ю. Божков
З. Георгиев
М. Божкова

©



ISSN 1313-2237

СЪДЪРЖАНИЕ

Състояние и перспективи на съвременното управление на конвенционални ТЕЦ по света и у нас <i>М. Хаджийски</i>	1
Енергийно ефективни и екотехнологии за производство, съхранение, реализация и мониторинг на зелена енергия <i>Ст. Гишин, Х. Фрай, В. Сзурев, Н. Айзенрайх, М. Хаджийски, Х. Кан, Д. Стоянов, Л. Дуковска, И. Миленов, Х. Хаджиев, В. Господинов</i>	9
Бенчмаркинг на пречиствателни станции за отпадъчни води <i>К. Бошнаков, М. Хаджийски, З. Георгиев</i>	13
Информационни модели за оперативна съвместимост на интелигентни енергийни мрежи <i>И. Антонова, И. Бачкова, И. Герджиков</i>	19
Metso's Gasification Technology <i>Т. Нонкала</i>	23
Интегрирани системи за енергиен мениджмънт <i>К. Швертнер</i>	25
Изследване на аномалиите в месечната консумация на електричество в зависимост от температурата <i>А. Бъчваров, К. Харалампиев, П. Русков</i>	31
Оперативни методи за повишаване на производствената ефективност чрез подобряване на междуоперационния контрол при рафинация на черно олово <i>Д. Георгиев, Д. Бойчева, И. Бачкова</i>	35
Фрактални абсорбиращи филтри в системите за управление на топлоенергийни обекти <i>Е. Николов, Н. Г. Николова, В. Стоилова</i>	39
Синтез на многомоделен робастен регулатор на скоростта на хидроагрегат чрез линейни матрични неравенства <i>Т. Пулева, А. Йончев</i>	47
Подходи при реализация на разпределено моделно предсказващо управление <i>В. Коцева</i>	51
Формална спецификация и имплементация на системи за управление с използване на времеви входно/изходни автомати <i>П. Дойчева, М. Шмид, И. Бачкова</i>	55
Интегрирана система за автоматизиран мониторинг в реално време на вредни емисии изхвърляни в атмосферния въздух от СОИ на блок № 2 в ТЕЦ „Бобов дол“ <i>К. Милов, А. Спасова</i>	61
Валидиране на спектрометричен метод за определяне на общ фосфор във води <i>Т. Венелингов, С. Лазарова, Г. Джановски</i>	65

ОПЕРАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ЧРЕЗ ПОДОБРЯВАНЕ НА МЕЖДУОПЕРАЦИОННИЯ КОНТРОЛ ПРИ РАФИНАЦИЯ НА ЧЕРНО ОЛОВО

OPERATIONAL METHODS TO INCREASE PRODUCTION EFFICIENCY THROUGH IMPROVING THE QUALITY CONTROL PROCEDURES AT REFINING OF BLACK LEAD

Д. Георгиев, Д. Гочева, И. Бачкова

Химикотехнологичен и Металургичен университет - София, катедра „Автоматизация на производството”, {dani; idilia}@uctm.edu

Abstract: The implementation and use of operating systems for quality control is essential to increase production efficiency. Therefore, the aim of this report is to present operational methods to increase production efficiency by improving the quality control procedures at refining of black lead, based on ISO/IEC 62264 standard and its functional model for operations management of quality testing.

Keywords: operations management, production efficiency, quality control, refining, ISO/IEC 62264

ВЪВЕДЕНИЕ

Степента на постигане на целите на предприятията се характеризира и измерва чрез различни количествени показатели, наречени ключови показатели за ефективност (KPI - Key Performance Indicators), които измерват ефективността от дейността на фирмата и степента, в която тя постига прогрес по отношение на предварително заложи цели и приоритети. Непрекъснатият мониторинг и управление на ключовите показатели за ефективност е единствено възможно на базата на обработка в реално време на разнородни и разнообразни данни за производствените и бизнес операции посредством използването на интегрирани информационно-управляващи системи.

Стандартът ANSI/ISA-S95 [1], утвърден по-късно като ISO/IEC 62264 е средство, което подпомага разработката и използването на информационно-управляващи системи, като предлага стандартна терминология и съгласувано множество от понятия и модели за дефиниране на интерфейсите между бизнес системите на предприятията и системите за управлението на производството. Стандартът се базира на най-добрите практики при интеграцията на системите по време на целия им жизнен цикъл, може да бъде използван за подобряване на реалното състояние на интеграцията при съществуващите ресурси на предприятията и да се прилага независимо от степента на автоматизация.

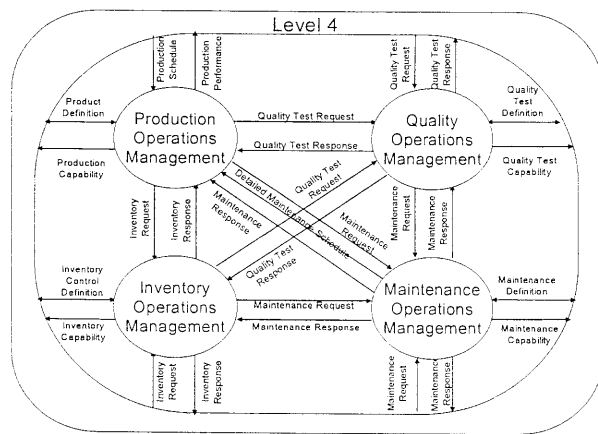
Цел на доклада е да представи и обобщи някои оперативни методи за повишаване на производствената ефективност, на базата на подобряване на междуоперационния контрол при рафинация на черно олово. В основата на тези подобрения е функционалният модел на оперативното управление на проверката на качеството, предложен от стандарта ANSI/ISA-S95, който служи като референтна рамка за изграждане на информационно-управляващите системи, подпомагащи и реализиращи процедурите по проверка на качеството.

ANSI/ISA-S95 БАЗИРАН ПОДХОД ЗА ОПЕРАТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО

Стандартът ANSI/ISA-S95 [1], утвърден по-късно като ISO/IEC 62264, цели стандартизация на обмена на информация между системите на бизнес ниво и системите

на ниво управление на производството. Дейностите, свързани с оперативното управление на производството (ниво 3) осъществяват интеграцията между функциите за планиране и логистика (ниво 4) и функциите за управление на производството, дефинирани като функции на ниво 2.

Дейностите по оперативното управление на производството могат да бъдат разделени в четири основни области: производството (Production operations management), поддръжка (Maintenance operations management), качество (Quality operations management) и управлението на материалните запаси (Inventory operations management), за които се прилага общ функционален модел от 8 дейности (дефиниране, планиране, диспечеризация, ресурсно осигуряване, изпълнение, събиране на данни, проследяване и анализиране). Взаимовръзките между четирите области на оперативното управление на производството и връзките с основните категории на информационен обмен, дефинирани в стандарта са представени на фиг. 1.



Фиг.1: Взаимовръзки между областите на оперативното управление на производството [1]

Управлението на операциите по качество в стандарта ANSI/ISA-S95 се дефинира като съвкупност от дейности, които координират, ръководят и проследяват функциите, които измерват и отчитат качеството. Дейностите по управление на операциите по качеството включват:

оценяване на суровини, междинни и крайни продукти, събиране и поддържане на записи с данни, използване на анализи, вземане на решения в реално време, тестове за класификация и сертификация, валидация на измерванията, поддържането на статистика за управлението на качеството.

Функционалният модел на управлението на операциите по проверка на качество, представен на фиг.3, дефинира какви дейности за проверка на качеството трябва да се осъществят и относителната последователност на дейностите, без да конкретизира начина, по който трябва да се извършат. Информацията, която касае оперативното управление на качеството според функционалния модел се свързва с функциите на ниво 2 във вид на категориите: параметри и процедури, автоматични команди за осъществяване на тестове и получаване на резултати от тях. Информационните потоци от и към ниво 3 са класифицирани като дефиниции за тестове, ресурси, заявки и резултати от тестове за качество. В стандарта са дефинирани 8 типа дейности, свързани с функциите на системите за оперативно управление при тестване на качеството (фиг.3): Дефиниране на тестове за качеството, Управление на ресурсите за тестване на качеството, Детайлно планиране на тестове за качеството, Диспечеризация, Изпълнение на тестове, Събиране на данни за резултати от тестове, Проследяване и Анализирание на изпълнението на тестовете.



Фиг.2: Функционален модел на оперативното управление на проверката на качество [1]

ПОДОБРЯВАНЕ НА МЕЖДУОПЕРАЦИОННИЯ КОНТРОЛ ПРИ РАФИНАЦИЯТА НА ЧЕРНО ОЛОВО

Кратко описание на технологията за рафинация на черно олово. Полученото като продукт от топенето в шахтова пещ черно олово се транспортира в течно състояние до цех „Рафинация“, където се подлага на рафиниране от съпътстващите оловото примеси. Освен течно черно олово в цеха постъпват и различни оловосъдържащи продукти, в които оловото преобладава в елементарно състояние, отпадъчно олово от външни доставчици или други цехове на комбината. Оловото преминава на очистка през няколко операции, които се основават на химичните и физичните свойства на примесите и техните съединения като: по-висока температура на топене в сравнение с тази на оловото, по-ниско относително тегло от оловото и ограничена разтворимост в оловото.

Последователността на операциите при рафинация е представена на фиг.3 и включва следните операции:

➤ **Обезмедяване** - основава се на ликвационни методи и химично свързване на Cu с S. Ликвацията е явление, което води до нарушаване на еднородността на дадена стопилка при постоянна температура или в процеса на нейното охлаждане. Самата ликвация се извършва в два стадия. Първият е превръщането на хомогенната стопилка в хетерогенна система, в която съществуват едновременно течна и твърда фази. Вторият стадий е превръщане на двата продукта в две самостоятелни несмесващи се фази. Вторият стадий на ликвацията протича вследствие разликата в относителните тегла на двете фази и е с по-голяма скорост, при по-голяма разлика в относителните тегла.

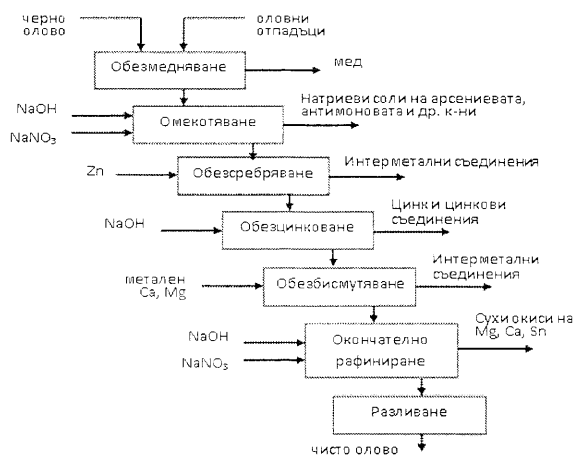
➤ **Омекотяване** - някои от примесите в оловото - арсен, антимон, калий, цинк му придават повишена твърдост, поради което отстраняването им е приело наименованието омекотяване. Тези примеси образуват с оловото твърди разтвори и сплави, с температура на топене, значително по-ниска от температурата на топене на оловото, т.е. те не могат да се отстраняват чрез ликвация. Омекотяването в цех „Рафинация“ се извършва по алкален метод в основата, на който е окисляването на примесите посредством NaOH (сода каустик) и NaNO₃ (селитра), при интензивно разбъркване на оловото в рафинационния котел. Кислородът от въздуха и особено този, получен при дисоциацията на NaNO₃ окисляват примесите до ниската им окисна форма. Тези окиси образуват натриеви соли на арсениевата, калаената и антимонената киселина.

➤ **Обезсребряване** - оловото е отличен колектор на благородните метали, над 90% от среброто и златото при шахтовото топене преминават в черното олово. Използваната схема за почистване на оловото от благородните метали се основава на метода на Паркес, който се дължи на свойството на цинка да образува със златото и среброто трудно разтворими в оловото интерметални съединения при температури близки до неговата температура на топене и имат значително по-ниско относително тегло от това на оловото.

➤ **Обезцинковане** - след обезсребряването оловото съдържа голямо количество Zn. Налага се отстраняването му, защото ще се повиши значително разхода на реагенти при следващата операция обезбисмутяване, тъй като цинка се свързва с тези реагенти. Обезцинковането се провежда по метода на окислително - содовото рафиниране с използването на мешалка. След като се получи анализа от гореща проба от операцията обезсребряване и той удовлетворява изискванията за чистота на оловото по сребро, започва провеждането на операцията обезцинковане (II-ри харис).

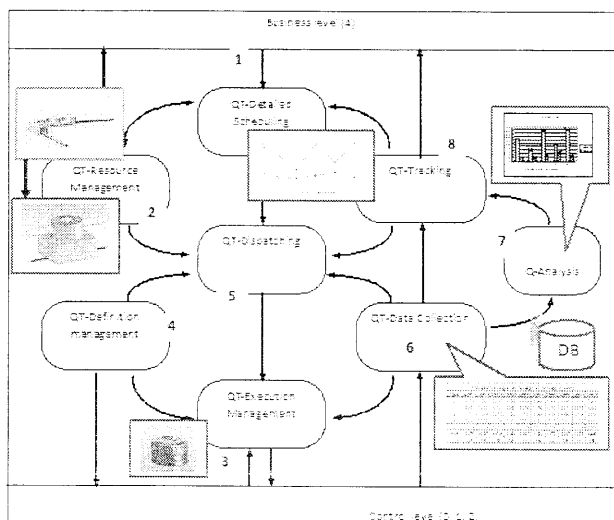
➤ **Обезбисмутяване** - основава на свойството на Bi да образува с алкалните и алкалоземните метали интерметални съединения с висока температура на топене и ниско относително тегло. Процесът е подобен на обезсребряването. За реагенти се използват метален калций и метален магнезий.

➤ **Окончателно рафиниране на оловото** - тази операция се налага като последна операция, с която се цели да се отстранят всички примеси в оловото, които са вложени при операцията обезбисмутяване (Mg, Ca и Sn), след което оловото се разлива във вид, готов за експедиция. Магнезият и калцият имат афинитет към кислорода, лесно се окисляват и във вид на сухи окиси се извличат от оловната вана. За реагенти се използват NaOH и NaNO₃.



Фиг.3: Операции при рафинация на черно олово

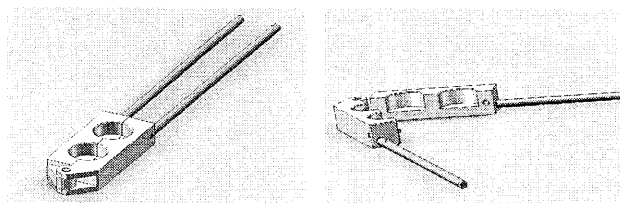
Предложение за подобряване на междуоперационния контрол на базата на ANSI/ISA-S95. Дейностите за оперативното управление на проверката на качеството при процесите на рафинация на черно олово са от изключително значение за повишаване на производствената ефективност в цеха. Структурата и последователността на операциите следва предложения от стандарта ANSI/ISA-S95 функционален модел, като на фиг.4 са представени реализираните на този етап на разработката, дейности и операции. Те са свързани най-вече с проверка и оценяване на качеството на междинните и крайни продукти при рафинирането на черно олово, събиране и поддържане на записи, изготвяне на справки за резултатите от класификация, използване на анализи „at-time“ за вземане на решения в реално време по отношение на технологичния режим и конкретната технологична карта. Съгласно информацията от бизнес нивото за качество на суровините и изискванията към продуктите (1) е утвърдена процедура за проверка на качеството на междинните продукти (4) с помощта на ресурсната база (2). Тази процедура се изразява в следното: след завършване на всеки един етап от рафинирането на оловото се взема проба, която се анализира на оптико-емисионен спектрален апарат. В зависимост от съдържанието на примесите се пристъпва към следващ етап на рафиниране и добавяне на реагенти по точно определена технологична карта.



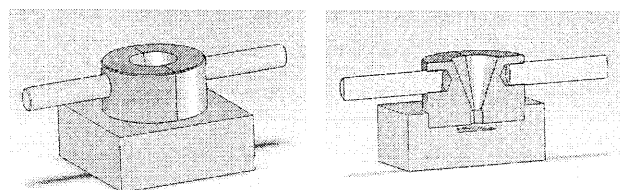
Фиг.4: Дейности и операции при управление на проверката на качеството при рафинация на черно олово.

Пробоподготовката и анализът на оловото са от ключово значение за правилното водене на технологичния процес.

Калъпът, в който се отлива пробното тяло оказва голямо влияние върху резултата от анализа. Това е така, защото отделните етапи на рафиниране се провеждат при различни температури, което определя влиянието на примесите в оловото. Целта е да се осъществи бързо застиване на пробата за да се намалят ликвационните процеси. По този начин се постига хомогенизиране на пробното тяло и намаляване на грешката от анализа. На основата на натрупаната информация за грешката на анализа е предложена замяна на досега използвания калъп, представен на фиг.5 с нов, чиято конструкция е показана на фиг.6. Важен етап при избора на нови ресурси за проверка е възможността за съпоставка на точността, която те гарантират. За целта е предложен специален експериментален подход, който се базира на паралелни опити за проследяване на ликвационните процеси чрез послоен анализ на две пробни тела с различна форма и размери. Сравнението на получените резултати се извършва на базата на стандартното отклонение за всеки слой, което се генерира автоматично от оптико-емисионния апарат. Експериментът се провежда по отношение на всички следени химични елементи при отделните етапи на рафиниране на оловото в цех „Рафинация“.



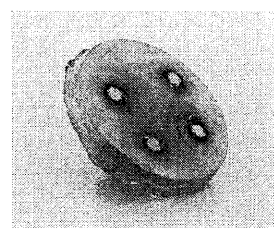
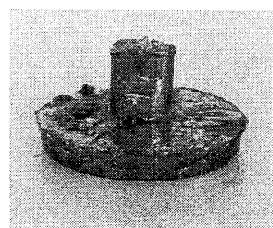
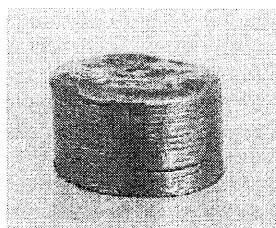
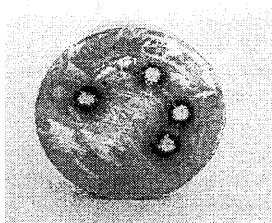
Фиг.5: Стар калъп за проверка на качеството



Фиг.6: Нов калъп за проверка на качеството

Резултатите от експеримента се съхраняват в база данни (6). Структурата на съхраняваната информация е показана в табл.1, където са отразени резултатите от пет паралелни анализа в слой (слой- 1, -2, -3, -4, -5-0 е за досега използвания калъп, а слой-1, -2, -3, -4, -5 - n е за нововъведения). Данните в таблицата са за хомогенност на мед във фазата на обезмедяване при температура 430° С. В базата данни се съхранява и визуална информация за пробните тела, във вида, показан на фиг.7 и фиг.8. При извършването на елементарен анализ се изследва само един слой, който е някой от първите три. Вертикалният анализ на пробите показва, че при някои от химичните елементи е възможно да се наблюдават ликвационни процеси в по-горните слоеве.

Съхраняваната в базата данни информация може да бъде анализирана с помощта различни средства за обработка на информацията и вземане на решение (7). На фиг.9 е представен графично статистически анализ на точността на анализа на съдържанието на различни елементи в оловото, извършени върху различни междинни продукти при рафинацията на черно олово. Проследяването на изменението на информацията (8) е от съществено значение при бъдещата реализация на процедурата за детайтно планиране на проверката на качеството.

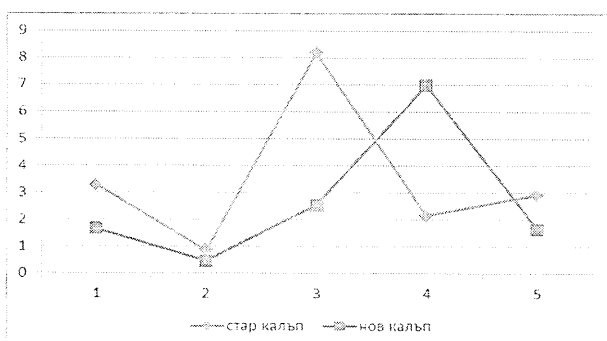


Фиг.7: Пробно тяло 1

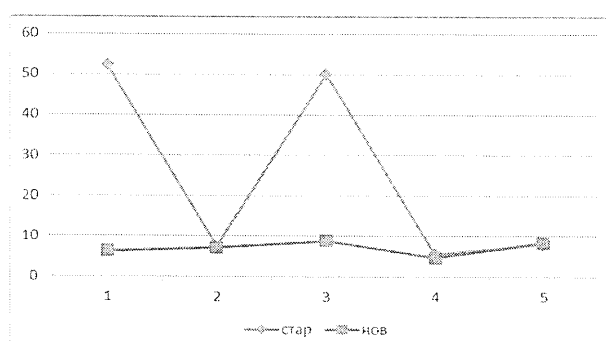
Фиг.8: Пробно тяло 2

Табл.1: Структура на информацията за оценка на точността при проверката на качество

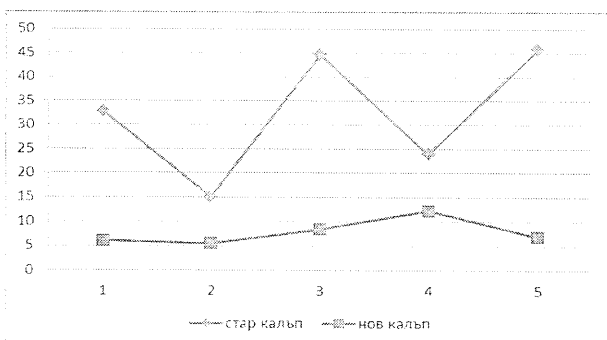
Хомогенност на Си в проба 144 – Обезмедяване 1 при температура 430° С										
Проба	слой-1-о	слой-1-п	слой-2-о	слой-2-п	слой-3-о	слой-3-п	слой-4-о	слой-4-п	слой-5-о	слой-5-п
1	0,1718	0,181	0,1736	0,1832	0,1789	0,1826	0,1806	0,1866	0,1751	0,1815
2	0,1868	0,1819	0,1733	0,1821	0,1749	0,1795	0,1743	0,2175	0,1676	0,1843
3	0,1751	0,1866	0,1762	0,1844	0,1729	0,1806	0,183	0,1868	0,1746	0,1828
4	0,1743	0,1873	0,1734	0,1833	0,2091	0,1904	0,175	0,1855	0,1812	0,1861
5	0,1764	0,1814	0,1761	0,1835	0,1778	0,1791	0,1759	0,197	0,1708	0,1893
Average %	0,1769	0,1837	0,1745	0,1833	0,1827	0,1824	0,1778	0,1947	0,1738	0,1848
SD %	3,29	1,66	0,85	0,45	8,18	2,54	2,15	6,99	2,92	1,65



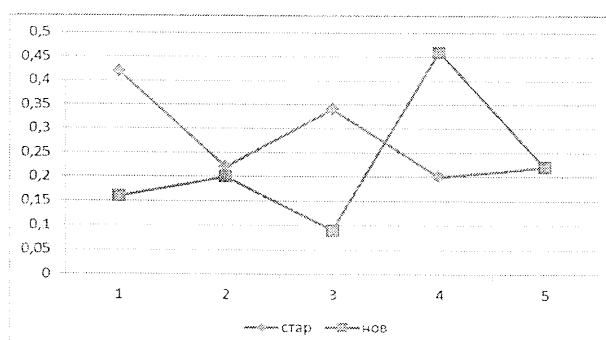
Фиг.9а: Хомогенност на Си в проба 144 – обезмедяване 1 при температура 430° С



Фиг.9б: Хомогенност на Ag в проба 148 - Обезсребряване 1 при температура 455° С



Фиг.9в: Хомогенност на Zn в проба Обезсребряване 3 148пл. при температура 426° С



Фиг.9г: Хомогенност на Bi в проба Обезцинковане 147пл. при температура 530° С

Фиг.9: Сравнение на точността на анализа със стар и нов калъп по стандартното отклонение в [%]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След направените експерименти относно подобряване на качествения и междуоперационен контрол в цех „Рафинация“ на Оловно производство в КЦМ АД се налага извода, че подобряването на пробоотбора води до намаляване на грешката при анализа на оловото на отделните етапи на рафиниране, което от своя страна намалява разхода на реагенти, които се изчисляват на базата на анализа за отделните химични елементи по определена технологична карта за отделните етапи на рафиниране.

- Намаляване разхода на енергийни ресурси – природна газ, мазут, електроенергия
- Подобряване на производствената ефективност – всяко едно отклонение от състава на примесите в оловото води до забавяне на производството
- Намаляване на разходите за анализ на пробното тяло – еталони използвани за сравнителни материали, разходи свързани с поддръжката на аналитичната апаратура.

ЛИТЕРАТУРА

1. ANSI/ISA-S95 (2000). "Enterprise-Control System Integration, Parts 1-5. American National Standard.