



ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»

## Конвертерный цех.

Пути снижения процесса ресульфурации в  
чугуне

Ноябрь 2016

## Определение проблемы.

В октябре 2016 года в конвертерном цехе в связи с перерасходом магниевого реагента в ОДЧ начата работа по определению причин, приведших к увеличению расхода магниевого реагента и, одновременно, увеличения среднего содержания серы в чугуне по пробам, отобранным в миксерном отделении.

Среднее содержание серы в чугуне на летке ДЦ составило 0,030%, среднее содержание серы в чугуне перед продувкой в УДЧ увеличивается до 0,054%.

Таким образом, в результате ресульфурации содержание серы увеличилось в 1,8 раза.

При транспортировке чугуновозных ковшей из доменного цеха в УДЧ, происходит ресульфурация чугуна. Расчет ресульфурации чугуна производится по следующей формуле:

$$S_{\text{одч}} = 1.4069 * S_{\text{дп}} + 0,0033.$$

При подстановке в данную формулу фактического содержания серы в доменном цехе 0,030%, расчетное содержание серы перед продувкой в ОДЧ должно было составить 0,046%.

Фактическое содержание составило – 0,054% серы.

**Причины повышенной ресульфурации:**

1. Низкая основность доменного шлака, попадающего в чугуновозный ковш.
2. Повышенное количество доменного шлака в чугуновозном ковше – попадание во время выпуска с доменных печей и отсутствие скачивания шлака в ОСШ из-за недоштата машинистов кранов.

**Пути решения:**

1. Контролировать количество шлака, попадающего во время выпуска в чугуновозный ковш.
2. Увеличить основность доменного шлака в чугуновозных ковшах за счет присадки материалов, содержащих оксид кальция.
3. Увеличить штат машинистов кранов для обеспечения скачивания шлака в ОСШ.

Увеличить основность доменного шлака в чугуновозных ковшах, возможно, за счет присадки материалов, содержащих оксид кальция.

На данный момент в известково-обжигательном цехе в наличии большое количество известкового отсева, который можно применять в качестве присадок материалов для повышения основности шлака.

Для предотвращения процесса ресульфурации основность шлака в ковше должна равняться 1,15%, поэтому в чугуновозный ковш необходимо присаживать 52 кг отсева извести.

Количество извести на 1 ковш, кг	52
Стоимость отсева, грн	1335
Затраты на 1 ковш, грн	69,42
Затраты за месяц, грн	229600

Параллельно будет наблюдаться экономия магния при продувке чугуна в ОДЧ, так как расход магния на прямую зависит от процесса ресульфурации . Реагент магния является одним из дорогостоящих десульфураторов чугуна, представлена возможность его экономии, путем подачи отсева извести на дно чугуновозного ковша.

Экономия магния на 1 ковш, кг	50
Стоимость магния, грн	54316.94
Затраты на 1 ковш, грн	2715.65
Затраты за месяц, грн	<b>8977500</b>

## **Анализ работы отделения скачивания шлака.**

Проведена оценка экономической и технической составляющей влияния штатной численности машинистов крана в миксерном отделении и отделении скачивания шлака (ОСШ) на работу конвертерного цеха.

В настоящий момент в конвертерном цехе штатная численность машинистов крана в миксерном отделении и отделении скачивания шлака (ОСШ) составляет 13 человек в 4-х бригадах. При отсутствии по уважительной причине минимум одного человека в бригаде - в смене остается работать два машиниста крана, которые полностью задействованы в миксерном отделении. В работе в миксерном отделении должно быть минимум два крана с двумя машинистами крана по указанным ниже причинам:

1. Согласно протокола ЦЭТЛ №89/15 “Измерения продолжительности работы и количества включений двигателей механизмов крана №13 миксерного отделения” показал, что эксплуатация оборудования в условиях работы двух кранов из трех приводит к повышенному износу и незапланированному выводу из строя оборудования (протокол прилагается);

2. Один машинист крана физически не в состоянии обеспечить работу двух кранов. Согласно проведенного хронометража, время необходимое машинисту крана от окончания работы на одном кране до начала работы на другом кране с соблюдением требований инструкций по охране труда составляет 94 минуты, в связи с необходимостью осмотра и ревизии оборудования перед пуском в работу (проведенный хронометраж прилагается).

По изложенным выше причинам, при отсутствии требуемого количества машинистов крана в смене происходит увеличение оборота чугуновозных ковшей, что приводит к потерям температуры чугуна и увеличению ресульфурации, за счет длительного контакта чугуна с доменным шлаком во время транспортировки.

Учитывая вышеизложенное, по объективным причинам в смене отсутствует машинист крана для работы в ОСШ и операция скачивания шлака, предусмотренная технологической инструкцией, не осуществляется. Это приводит к увеличению себестоимости производства стали. Расчет изменения затрат при отсутствии выполнения технологической операции скачивания шлака из чугуновозных ковшей в ОСШ, выполненный ПЭО, показал увеличение себестоимости на 18,970 грн/тонну стали (расчет прилагается).

В результате отсутствия скачки шлака в ОСШ, доменный шлак попадает в миксер, что влечет увеличения количества скаченного шлака в конвертерном отделении перед заливкой чугуна в миксер.

Обоснование экономической целесообразности увеличения штата машинистов крана с 13 до 16 человек, для обеспечения технологии производства, правильной эксплуатации оборудования и плановой себестоимости продукции, были изложены в письме №092/7-2794 от 21.10.2016 в адрес Директора по персоналу и администрации



### Комиссионное определение наличие шлака в чугуновозных ковшах.

Проведены последовательные отборы проб чугуна для определения содержания серы после продувки в ОДЧ и в отделении скачивания шлака. Результаты показали ресульфурацию на данном этапе на уровне 30%.

№ ДП	№ выпуска	№ ковша	S по летке	S перед продувкой	S после продувки	S в ОСШ
5	32	39	0,018	0,036	0,005	0,006
4	55	15	0,052	0,076	0,008	0,011
2		23	0,021	0,035	0,005	0,007
В среднем			0,030	0,049	0,006	0,008

Следовательно, фокус внимания был перенесен на доменный шлак. Для этого совместно с технологическим управление проведено комиссионное определение наличия шлака в чугуновозных ковшах.

Количество шлака скаченного из чугуновозных ковшей составило 3,050 тонн, при общем количестве чугуна в ковшах 268,950 тонн, что в удельном выражении составляет 11,340 кг/т (акт в приложении).

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник конвертерного цеха

Орличенко М.П.

« » 2016 г.

АКТ

от «15» ноября 2016 г.

15.11.2016 г. комиссией в составе:

Начальник технологического бюро конвертерного цеха Фролов С.П.

Старший мастер МО и УДЧ конвертерного цеха Сула Р.П.

Мастер миксерного отделения конвертерного цеха Аргунов В.А.

произведена провеска шлака скаченного из чугуновозных ковшей поступивших в отделение скачивания шлака конвертерного цеха из доменного цеха.

№ ДП	№ выпуска	№ ковшей	Вес шлака, тн	Вес чугуна, тн	Расход Mg, тн
6	49722	037, 041, 042	10,4	284,15	0,27

Количество шлака поступившего в отделение скачивания конвертерного цеха составило:

$10,4/284,15 \cdot 1000 = 36,6$  кг/тн чугуна

Начальник технологического бюро



Фролов С.П.

Старший мастер МО и УДЧ



Сула Р.П.

Мастер миксерного отделения



Аргунов В.А.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Результаты замеров

№ ДП	№ выпуска	№ ковша	S по летке, %	S перед продувкой, %	№ ДП	№ выпуска	№ ковша	S по летке, %	S перед продувкой, %
6	58	14	0,024	0,044	2	74	37	0,065	0,086
5	94	22	0,012	0,031	5	23	22	0,018	0,032
6	60	41	0,019	0,035	4	48	17	0,048	0,097
4	24	28	0,019	0,032	4		38	0,049	0,065
		52	0,029	0,046	4		43	0,034	0,059
2	52	43	0,02	0,056	5	31	40	0,03	0,045
		32	0,021	0,032	5		52	0,02	0,039
5	95	10	0,018	0,025	2	81	55	0,028	0,043
		15	0,015	0,044	6	94	33	0,049	0,053
4	26	52	0,049	0,057	6		56	0,027	0,043
6	63	22	0,033	0,041	5	32	39	0,018	0,036
5	97	38	0,018	0,028	5		17	0,025	0,033
4	33	20	0,043	0,085	4	55	15	0,052	0,076
		39	0,041	0,091	4		9	0,039	0,078
5	4	32	0,019	0,031	2	82	1	0,032	0,038
		28	0,015	0,031	2		23	0,021	0,035
6	75	22	0,045	0,065	4	58	48	0,0232	0,065
		40	0,045	0,06	4		22	0,023	0,073
5	11	33	0,025	0,048	4	60	19	0,03	0,046
		37	0,025	0,071	5	38	15	0,018	0,08
4	38	21	0,049	0,066	5	48	33	0,02	0,045
4		16	0,049	0,059			55	0,033	0,073
6	75	22	0,045	0,065	4	77	55	0,024	0,048
6		40	0,032	0,06	6	32	52	0,03	0,044
5		37	0,025	0,071	2	18	22	0,033	0,053
4	38	21	0,04	0,066	6	36	36	0,041	0,075
4		16	0,036	0,059	6		32	0,044	0,102
4	40	21	0,023	0,046	4	96	21	0,018	0,028
4	40	16	0,028	0,042	5	79	33	0,026	0,046
6	86	56	0,03	0,067					

092/2-2780  
19.10.2016

Директору по технологии  
и качеству  
Сосину С.В.

Касается расхода магниевого реагента  
в УДЧ конвертерного цеха

В октябре 2016 г. расход магниевого реагента в УДЧ конвертерного цеха установлен исходя из содержания серы на выпуске доменной печи 0,024%. При десульфурации чугуна при конечном получении серы после продувки от 0,005% до 0,015% установлена норма расхода магниевого реагента на десульфурацию чугуна в УДЧ конвертерного цеха 0,439 кг/тн чугуна. Согласно ТИ 232-166 при содержании серы в чугуне от 0,021% до 0,030% для получения конечной серы 0,015% расход магниевого реагента с содержанием активного магния 91%, составляет 0,55 кг/т.

Магнийный реагент, используемый в УДЧ конвертерного цеха, содержит 86% активного магния, вследствие чего вводится коэффициента замены:

$$91 : 86 = 1,058.$$

Исходя из чего, расход магниевого реагента по НД должен составлять:

$$0,55 * 1,058 = 0,582 \text{ кг/тн.}$$

Также в настоящее время в эксплуатации находится один миксер, что не позволяет согласно ТИ 232-143 производить разделение чугуна на условно "чистый" (S не более 0,015%) и условно "грязный" (S более 0,015%). Вследствие, при одновременной разливке плавков на МНЛЗ с содержанием серы до 0,005% и 0,015% возникает необходимость увеличения расхода магниевого реагента, так как постоянно проводить операцию по сливу ковшей, минуя миксер, не представляется возможным по причине увеличения запыленности зоны рабочих площадок конвертерного цеха.

Как показал результаты анализа проб чугуна за 17-18.10.2016 – среднее содержание серы в чугуне на летке ДЦ составило 0,0247%, среднее содержание серы в чугуне перед продувкой в УДЧ увеличивается до 0,0443%. Согласно ТИ 232-166, при указанном содержании серы в чугуне расход магниевого реагента должен составлять  $0,80 * 1,058 = 0,84 \text{ кг/т}$ , что сопоставимо с фактическим расходом магниевого реагента в УДЧ с начала месяца – 0,79 кг/т.

Расчет изменения затрат при отсутствии выполнения технологической операции сканивания шлака из чугуновозных ковшей в ОСШ, выполненный ПЭО, показал увеличение на 18,970 грн/тонну стали.

Влияние вышеперечисленных факторов приводит к перерасходу магниевого реагента в УДЧ конвертерного цеха, и как следствие негативно влияет на экономические показатели конвертерного цеха.

Исходя из этого, прошу рассмотреть возможность увеличения нормируемого расхода магниевого реагента на десульфурацию чугуна в УДЧ конвертерного цеха по результатам анализа проб чугуна, отобранных в УДЧ, актуализировать коэффициенты при расчете резульфурации чугуна, либо доменному цеху обеспечить требуемое содержание серы в чугуне, поступающего для обработки в ОДЧ.

Начальник конвертерного цеха

Орличенко М.П.

075-560 от 13.10.2016

ЧАО "МК «АЗОВСТАЛЬ»  
ЦЭТЛ

Цех: Конвертерный  
13.10.2016 г.

**Протокол № 89/15.**

Измерение продолжительности работы и количества включений двигателей механизмов крана № 13 миксерного отделения.

**Двигатель привода механизма вспомогательного подъема (1 шт.).**

Тип 4МТН400М10, P = 132 кВт, U = 380 В, I<sub>ст</sub> = 285 А, n = 600 об / мин,  
режим работы S3 ПВ – 40%.

Продолжительность работы двигателя составила:

$$ПР = (15/30) \cdot 100 \% = 50 \%$$

Количество включений электродвигателя за один час составило:

$$n = 159 \cdot (60/30) = 318$$

**Двигатели привода механизма главного подъема (2 шт.).**

Тип 4МТН400Л10, P = 160 кВт, U = 380 В, I<sub>ст</sub> = 320 А, n = 600 об / мин,  
режим работы S3 ПВ – 40%.

Продолжительность работы двигателей составила:

$$ПР = (13/30) \cdot 100 \% = 43,3 \%$$

Количество включений электродвигателей за один час составило:

$$n = 28 \cdot (60/30) = 56$$

**Примечание:** На момент проведения измерений с 9ч. 30мин. по 11ч. 20мин. в пролете работали 2 крана из 3, из-за ремонта крана №15.

**Вывод:** продолжительность работы электродвигателей приводов механизмов вспомогательного и главного подъема крана не соответствует проектному режиму работы.

Измерения производил:

Козюрман Ю.Г. вед. инж. СВИ ЦЭТЛ

Руководитель цеха  
М. П. ЦЕНТРАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА  
ЛАБОРАТОРІЯ  
ЦЭТЛ

Россохин М.А. и.о. нач. СВИ ЦЭТЛ

Время движения крана №39 от вакууматора до посадочной площадки крана № 39	0:07:06
Отключение и выход из крана № 39 на посадочное место	0:01:45
Время пути от посадочного места крана №39 до посадочного места крана № 30	0:06:54
Войти в кабину крана № 30	0:00:30
Осмотр кабины и ознакомление с журналом "Приема и сдача смены"	0:04:56
Подъем на крановую балку	0:00:46
Осмотр электропанелей на крановой балке	0:01:15
Осмотр хода моста (креплений, муфт, редукторов, уровня масла) с учетом времени перехода	0:17:42
Преход от хода моста до генераторов	0:00:47
Осмотр генераторов	0:00:35
Осмотр гибкого кабеля с двух сторон с учетом времени переходов	0:02:59
Осмотр главной телеги (креплений, муфт, редукторов, уровня масла, концевых выключателей)	0:12:47
Осмотр рельсовых путей на крановой балке	0:03:16
Осмотр колес крана и концевых выключателей на проходной галереи с учетом переходов	0:12:00
Время спуска в кабину крана с крановой балки	0:01:38
Запуск крана	0:01:01
Время на перегон вспомогательной тележки для осмотра	0:00:40
Выключение крана	0:00:03
Время подъема с кабины крана на вспомогательную тележку	0:01:47
Осмотр вспомогательной тележки (креплений, муфт, редукторов, уровня масла, концевых выключателей)	0:10:42
Время пути вспомогательной тележки до кабины крана	0:01:47
Запуск крана	0:00:59
Проверка главного подъема на срабатывание концевого выключателя	0:00:49
Проверка вспомогательного подъема на срабатывание концевого выключателя	0:00:48
Запись в журнале "Приемка и сдача смены"	0:01:03
Передача мастеру о готовности к работе	0:00:11
Итого:	1:34:46

028-441  
19.10.2016

Начальнику технологического управления  
Сидорчуку Р.С.

На Ваш исх. № 0148 от 12.10.2016

Расчет увеличения затрат при отсутствии выполнения технологической операции скачивания шлака из чугуновозных ковшей в ОСШ

Расчет выполнен в плановых ценах октября 2016 г.

Показатели	Цена/переменная себестоимость, грн/т	Дополнительный расход материалов, кг/т	
		кол-во, кг/т	сумма, грн/т
ТШС	3266.35	1.120	3.66
Известь марки ИСД-1	2135.04	2.225	4.75
Плавиковый шпат	7880.48	0.315	2.48
Карбид кальция для предварительного раскисления	24653.96	0.135	3.33
Карбид кальция на УКП	24653.96	0.030	0.74
Алюминиевая катанка	49086.96	0.060	2.95
Электроэнергия, кВт/ч	1615.27	0.0015	0.00
Электроды	66944.37	0.015	1.00
Аргон	6507.11	0.010	0.07
<b>Итого</b>			<b>18.97</b>

Расчет выполнен на основании информации, предоставленной технологическим управлением.

Начальник ПЭО



Н.А. Шестопалова

09.014-2401  
21.10.16.

Директору по персоналу и  
администрации  
Войцеховскому К.В.

Касается штатной численности  
машинистов крана

В настоящий момент в конвертерном цехе штатная численность машинистов крана в миксерном отделении и отделении скачивания шлака (ОСШ) составляет 13 человек в 4-х бригадах. При отсутствии по уважительной причине минимум одного человека в бригаде - в смене остается работать два машиниста крана, которые полностью задействованы в миксерном отделении. В работе в миксерном отделении должно быть минимум два крана с двумя машинистами крана по следующим причинам:

• согласно протокола ЦЭТЛ №89/15 "Измерения продолжительности работы и количества включений двигателей механизмов крана №13 миксерного отделения", проведенные в период ремонта крана №15 - уже при работе только двух кранов из трех отмечается превышение нагрузки (50% и 43,3%) на двигатели приводов механизмов главного и вспомогательных подъемов, чем по проектному режиму работы S3 ПВ - 40% (протокол прилагается). Эксплуатация оборудования в данных условиях приводит к повышенному износу и незапланированному выводу из строя оборудования;

- один машинист крана физически не в состоянии обеспечить работу двух кранов. Согласно проведенного хронометража, время необходимое машинисту крана от окончания работы на одном кране до начала работы на другом кране с соблюдением требований инструкции по охране труда составляет 94 минуты, в связи с необходимостью осмотра и ревизии оборудования перед пуском в работу (хронометраж, проведенный пом. начальника цеха по НС прилагается).

По этим причинам, при отсутствии требуемого количества машинистов крана в смене происходит увеличение оборота чугуновозных ковшей, что приводит к потерям температуры чугуна и увеличению ресульфурации, за счет длительного контакта чугуна с доменным шлаком во время транспортировки.

Учитывая вышесказанное, по объективным причинам в смене отсутствует машинист крана для работы в ОСШ и операция скачивания шлака, предусмотренная технологической инструкцией, не осуществляется. Это приводит к увеличению себестоимости производства стали. Расчет изменения затрат при отсутствии выполнения технологической операции скачивания шлака из чугуновозных ковшей в ОСШ, выполненный ПЭО, показал увеличение себестоимости на 18,970 грн/тонну стали (расчет прилагается).

Исходя из этого, прошу рассмотреть возможность увеличения штатной численности машинистов крана с 13 до 16 человек, для обеспечения технологии производства, правильной эксплуатации оборудования и плановой себестоимости продукции.

Начальник конвертерного цеха



Орличенко М.П.

АКТ

комиссионного отбора проб чугуна  
на содержание в нем серы и определения  
наличия шлака в чугуновозных ковшах

27.10.2016г. комиссией в составе:

Сусла Р.П. – старший мастер конвертерного цеха;

Фролов С.П.- начальник технологического бюро конвертерного цеха;

Витязь А.П. – ведущий инженер аглодоменного отдела ТУ;

Бендич А.В. – инженер 1 кат. сталеплавильного отдела ТУ

произвели замер в чугуновозных ковшах с помощью «Multilab Sulfur» и толщину шлака с помощью стержней. Получены следующие результаты;

№ ковша	Содержание серы в чугуне, %			Температура чугуна, °С	Толщина шлака в ковше	
	на летке	до продувки	после продувки		мм	т
033	0,016	0,0303	0,005	1332	-	-
014	0,018	-	-	1291	80	1,190
017	0,018	0,0316	0,006	1333	30	0,446

Расход магниевого реагента на десульфурацию чугуна составил 120 кг/ковш.

В отделении скачивания шлака конвертерного цеха была проведена контрольная провеска скаченного шлака из чугуновозных ковшей. Количество шлака скаченного из чугуновозных ковшей составило 3,05 тн, при общем количестве чугуна в ковшах 268,95, что составляет 11,34 кг/тн чугуна.

Старший мастер КЦ



Р.П. Сусла

Начальник ТБ КЦ

С.П. Фролов

Ведущий инженер аглодоменного отдела ТУ

А.П. Витязь

Инженер 1 кат. сталеплавильного отдела ТУ

А.В. Бендич