

Дипломная работа

# ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ И ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ МАРКИ **08ГСЮТ**

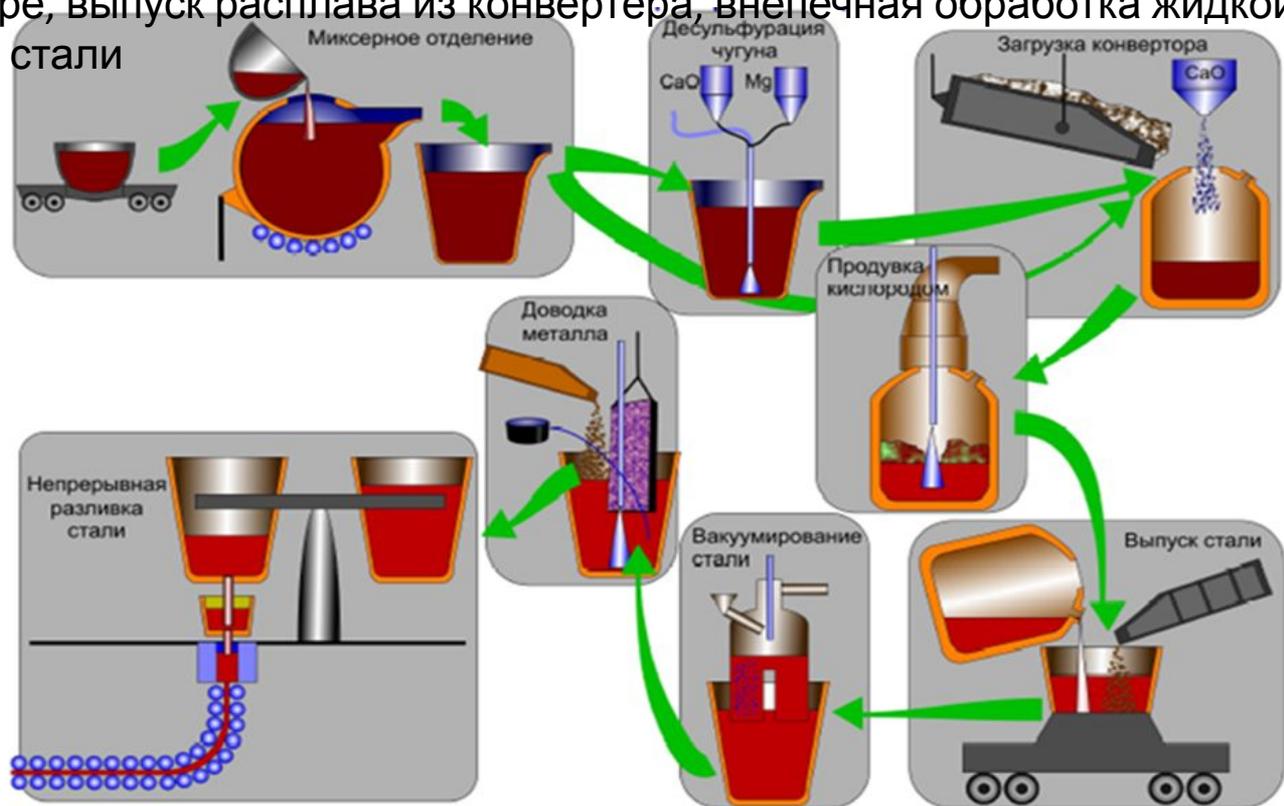
Студент: Кривоногих Д. А. , группа Т-ЧМ-19-1

Руководитель: Бобылева Н.А.

# Производство стали в ПАО «НЛМК»

В ПАО «НЛМК» сталь производят конвертерным способом, представляющим собой передел жидкого чугуна в сталь без затраты топлива и основанным на удалении (окислении) примесей (углерода, кремния, марганца, фосфора, серы) за счёт продувки жидкого чугуна кислородом и перевода этих примесей в шлак или газообразную фазу.

Процесс производства стали состоит из следующих операций: подготовка исходных (шихтовых) материалов и загрузка их в конвертер, выплавка стали в конвертере, выпуск расплава из конвертера, внепечная обработка жидкой стали и разливка стали

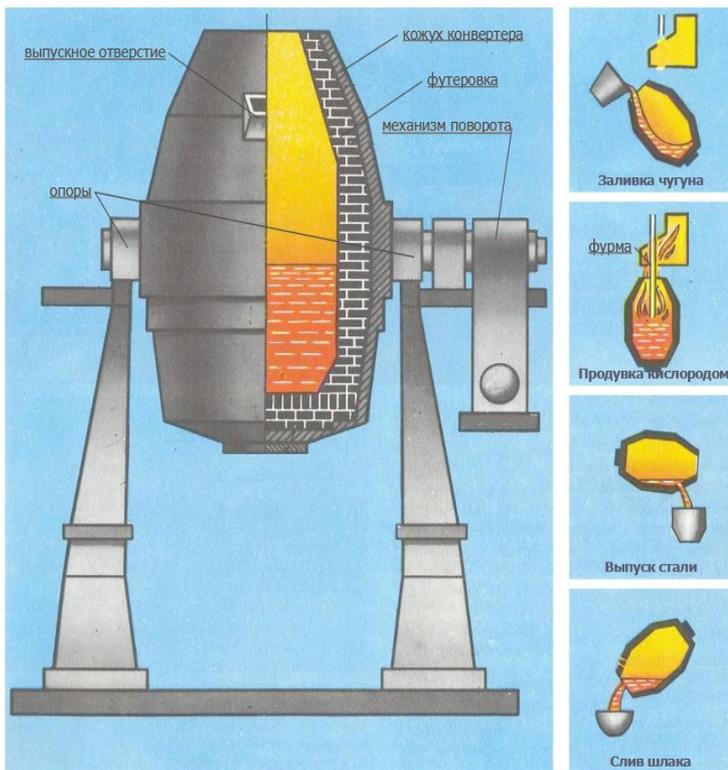


# Технология производства стали в ПАО «НЛМК»

Исходными материалами при производстве стали являются жидкий чугун, твёрдая металлическая шихта, шлакообразующие материалы, а также раскислители, легирующие материалы.

Технология производства стали включает последовательное выполнение следующих операций:

1. Загрузка металлического лома в конвертер.
2. Заливка жидкого чугуна в конвертер.
3. Продувка металла в конвертере техническим кислородом, подаваемым через фурму, с одновременной комбинированной продувкой металла нейтральными газами (азотом, аргоном) через донные фурмы и присадкой в конвертер шлакообразующих материалов.
4. Измерение температуры и отбор проб металла и шлака после окончания продувки.
5. Выпуск плавки из конвертера в сталеразливочный ковш с присадкой науглероживателя и раскислителей
6. Внепечная обработка стали.
7. Производство слябов путем разливки жидкой стали на УНРС



Принципиальная схема кислородного конвертера

# **Технология производства низколегированной стали в условиях конвертерного цеха КЦ-2 ПАО «НЛМК»**

Оптимальными технологическим маршрутом производства низколегированной стали в КЦ-1, 2 ПАО НЛМК являются маршрут –

**конвертер – УДМ(АПК) - АЦВ–УНРС**

или

**конвертер – АЦВ – УНРС**

Легирование осуществляется посредством обработки расплава кусковыми ферросплавами непосредственно в сталеразливочном ковше в несколько этапов. Первичная обработка совмещается с раскислением на выпуске, конечная обработка - до среднemarочного содержания элементов в стали осуществляется на агрегатах внепечной обработки (УДМ или АПК, АЦВ) ферросплавами в кусковом или порошкообразном виде. Дополнительное перемешивание расплава осуществляется подачей аргона через донные продувочные блоки.

# Назначение, химический состав и свойства стали **08ГСЮТ**

Сталь марки 08ГСЮТ – низколегированная конструкционная высококачественная нестареющая. Назначение – штампованные металлоизделия повышенной прочности, в том числе подвергаемые сварке; область применения – преимущественно машиностроение; широко используют в автомобилестроении и других машиностроительных.

Химический состав стали марки 08ГСЮТ, ТУ 106-329-89

Si	Mn	Al	Ti	C	S	P	Ni	Cu	Cr	N
0,3-0,6	0,7-1,0	0,02-0,07	0,02-0,04	не более						
				0,09	0,007	0,02	0,15	0,15	0,15	0,008

Основные механические свойства стали  
08ГСЮТ

Толщина проката	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Предел прочности $\sigma_B$ , МПа	Относительное удлинение $\delta_4$ , %
0,7-2,5	392	294	30

# Выбор рационального вида шихты

Для производства стали 08ГСЮТ, требуется чугун с низким содержанием серы, для этого чугун перед заливкой в конвертер обрабатывают на установке десульфурации чугуна. Для выплавки стали применяют жидкий чугун с массовой долей серы не более 0,012% и металлический лом 1-го сорта. В случае необходимости, производят замену металлического лома металлизированными окатышами или брикетами железной руды в соотношении 1:0,9. В качестве основных шлакообразующих материалов применяют известь металлургическую, доломит металлургический ошлакованный.

## Химический состав передельного

Чугун передельный	Чугуна, % C	Si	Mn	S	P
	4,60	0,50	0,15	0,030	0,08

## Химический состав лома,

Металлический лом	%C	Si	Mn	S	P
Собственный лом	0,09	0,40	0,80	0,007	0,02
Привозной лом	0,20	0,35	0,50	0,025	0,025

## Химический состав извести,

Известь	%CaO	SiO <sub>2</sub>	Прочие	п.п.п.
	83,0	3,0	5,0	9,0

## Химический состав плавикового

Плавиковый шпат	Шпата, %	SiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>
		7,0	93,0

# Параметры продувки металла в конвертере

Продувка. Продувку кислородом сверху проводим через пятисопловую фурму с интенсивностью  $4 \text{ м}^3 / \text{т} \cdot \text{мин}$ . Продувку начинают вести при повышенном расстоянии фурмы от зеркала ванны (2,6 м) для быстрого наведения первичного шлака. Далее осуществляют присадку оставшегося количества сыпучих материалов. На 1-ой и 2-ой минутах продувки присаживают по 3,5 т извести. На 3-й минуте – присадка 585 кг плавикового шпата для разжижения шлака. После наведения первичного шлака фурму заглубляем до 1440 м для лучшего перемешивания и удаления примесей.

Продувку аргоном снизу проводят ступенчато и с добавлением азота. За 5 мин до окончания кислородной продувки увеличиваем интенсивность подачи аргона, что способствует снижению содержания азота в металле и получению низкого содержания углерода в конце продувки без переокисления металла и шлака.

Продувку сверху прекращают на марочном содержании углерода. Продувку аргоном продолжаем вести ещё некоторое время. После окончания продувки, конвертер наклоняем и производим выпуск стали.

Положение кислородной фурмы, м	
Период шлакообразования	2,6 м
основное время продувки	1,44 м
Период доводки	1,04 м

## Химический состав металла перед

C	Mn	выпуск, %	S	Al	Ti	Si
0,04	0,089	0,011	0,007	0	0	0

# Внепечная обработка в сталеразливочном ковше

## Десульфурация металла в сталеразливочном ковше

Дополнительное рафинирование металла (десульфурацию) в сталеразливочном ковше проводилось с помощью жидкого известково-глинозёмистого шлака, который наливали в ковш перед выпуском расплава из конвертера. Для получения содержания серы в готовой стали не более 0,007%, количество расходуемого на десульфурацию шлака составило примерно 5% от массы обрабатываемого металла, то есть перед сливом металла из конвертера необходимо залить стальковш около 9 тонн синтетического шлака.

## Обработка металла инертным газом

Перемешивание расплава с целью выравнивания его состава и температуры производится подачей инертного газа сверху или через донные продувочные фурмы ковша. Расход газа для этих целей составляет 0,05 м<sup>3</sup>/т, а интенсивность подачи – 0,005 м<sup>3</sup>/(т·мин).

## Модифицирование включений кальцием

Продувка металла в ковше порошкообразным силикокальцием (СК-30) производится через футерованную металлическую погружную фурму при помощи пневмонасосов, расположенных на УДМ. Данная операция обеспечивает глобуляризацию неметаллических включений. Также при этом происходит дополнительная десульфурация стали (15-25%).

# Раскисление и легирование металла

Корректировка химического состава стали по содержанию Mn, Si, Al и Ti проводилась на УДМ присадкой кусковых ферросплавов и вторичного алюминия в слитках массой 14-16 кг в сталеразливочный ковш при одновременной обработке аргоном.

## Химический состав

Марка сплава	ферросплавов, %					Fe	Al	Ti	Σ
	Mn	Si	C	S	P				
ФМн 1,5 ГОСТ 4755-80	85,0	2,5	1,5	0,03	0,30	10,67	-	-	100
ФС45 ГОСТ 1415-78	0,60	44,0	-	0,03	0,04	52,83	2,0	-	100
АВ86 ГОСТ 295-79	-	5,0	-	-	-	9,0	86,0	-	100
Ти2 ГОСТ 4761-67	-	-	0,1	0,05	0,05	69,8	-	30,0	100

## Состав стали после раскисления и

Источник	легирования						
	C	Mn	Si	S	P	Ti	Al
Металл после продувки	72,0	160,2	0,0	12,6	19,8	0,0	0,0
Ферромарганец	28,305	1475,634	38,683	0,566	5,661	0,0	0,0
Ферросилиций	0,0	12,1	727,427	0,605	0,806	0,0	0,0
Алюминий	0,0	0,0	38,663	0,0	0,0	0,0	81,1
Ферротитан	0,361	0,0	0,0	0,18	0,18	54,1	0,0
<b>Всего, кг</b>	<b>100,666</b>	<b>1647,934</b>	<b>804,773</b>	<b>13,951</b>	<b>26,447</b>	<b>54,1</b>	<b>81,1</b>
%	0,055	0,90	0,44	0,008	0,014	0,03	0,044

# Технология внепечной обработки на АЦВ

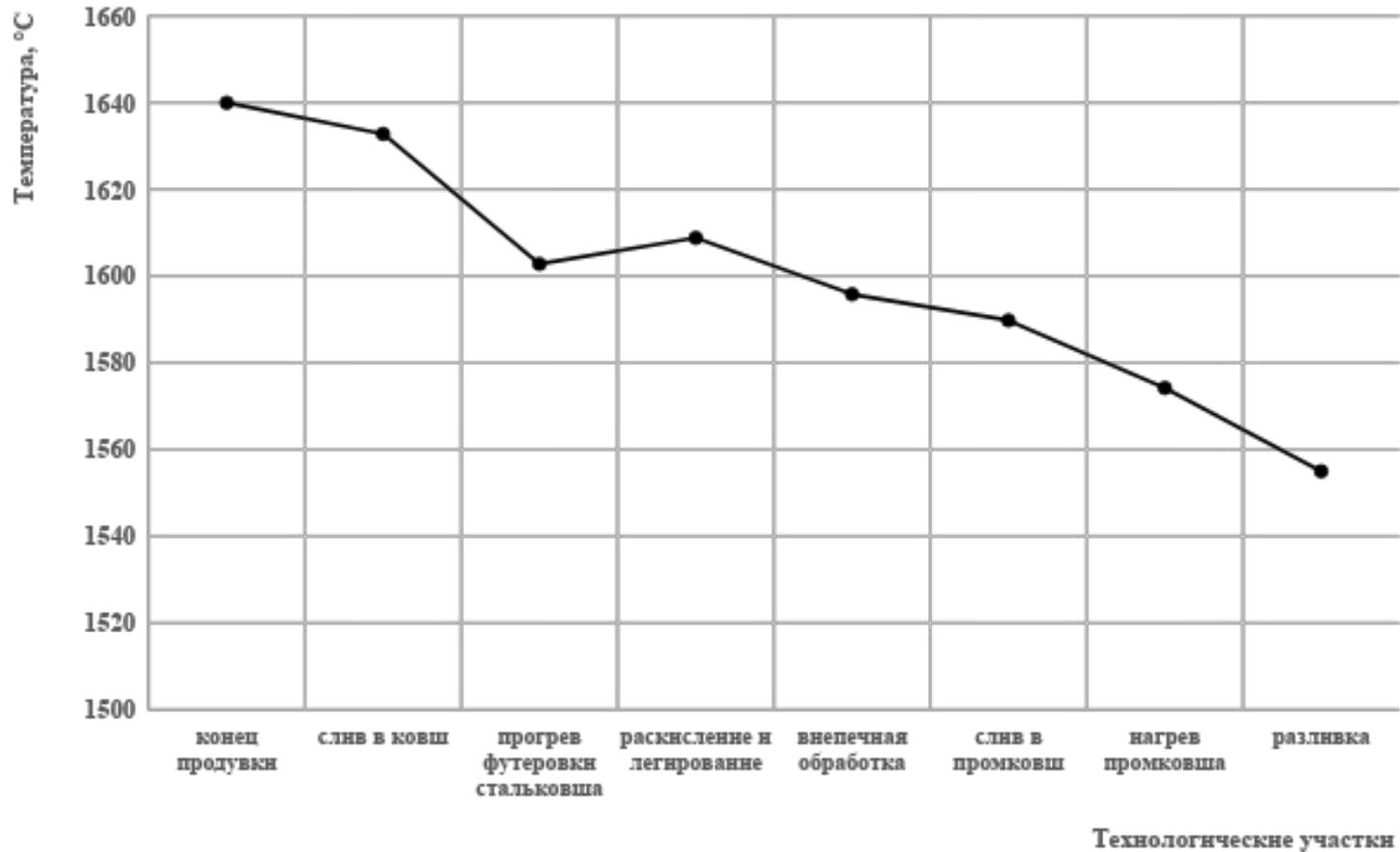
Вакуумирование стали проводилось на установке циркуляционного вакуумирования. Данная операция позволяет обеспечить удаление водорода и кислорода соответственно до 40 и 50%. Также при этом снижается количество неметаллических включений в стали и улучшается её разливаемость

## В целом, при обработке металла вакуумом:

- 1) уменьшается содержание растворенных в металле водорода и азота;
- 2) снижается содержание растворенного в металле кислорода;
- 3) уменьшается содержание в металле неметаллических включений;
- 4) в результате выделения большого количества газовых пузырей металл перемешивается, становится более однородным, выравнивается его состав и температура;
- 5) создается возможность получения стали с очень низким содержанием углерода;
- 6) в результате рафинирования металла вакуумная обработка существенно улучшает литейно-технологические свойства стали.



# Изменение температуры расплава на технологических участках производства



# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Современные стали представляют собой комплексную систему, в которой химический состав и потребительские свойства взаимосвязаны с технологическими процессами производства. Появление ковшевой металлургии открыло новые возможности по металлопродукции высокого качества. При этом с одной стороны — должен быть получен материал с заданными характеристиками, а с другой – технологическая цепочка должна сводить к минимуму общие затраты на создание надежной конструкции.
2. Сталь марки 08ГСЮТ – низколегированная конструкционная высококачественная нестареющая. Назначение – штампованные металлоизделия повышенной прочности, в том числе подвергаемые сварке; область применения – преимущественно машиностроение; широко используют в автомобилестроении и других машиностроительных отраслях. Сталь 08ГСЮТ обладает более высокой прочностью и заменяет сталь типа 08, 08кп, 08Ю, что позволяет снижать массу автотранспортного средства. Толщина деталей из стали 08ГСЮТ на 10-15% меньше, чем из стали 08кп. Сталь 08ГСЮТ также может использоваться для производства труб повышенной прочности и хорошей свариваемости, работающих под давлением при температуре от – 40 до +475°С.
4. Разработана технология выплавки и внепечной обработки стали марки 08ГСЮТ в современном конвертерном цехе, включающая в себя выплавку стали в конвертере, десульфурацию металла в стальковше, раскисление и легирование, рафинирование, обработку расплава на УДМ и АЦВ.
6. Разработана технологическая карта производства стали марки 08ГСЮТ в конвертерном цехе, включая в себя расчет изменения температуры стали на основных технологических участках конверторного цеха.
7. Рассмотрены особенности обработки стали на агрегате циркуляционного вакуумирования в КЦ-1, 2 ПАО «НЛМК. В работе представлены требования охраны и техники безопасности при обработке стали на АЦВ.