



Строительство электрометаллургического завода и общезаводских объектов ООО «НЛМК-Калуга» в Калужской области. Сталеплавильное производство

Приведена техническая характеристика основного технологического оборудования, установленного в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ) ООО «НЛМК-Калуга», пос. Ворсино, Калужской области, Россия. Представлены техническая характеристика основного технологического оборудования, устанавливаемого в ЭСПЦ; последовательность (схема) проведения в цехе операций по выплавке, внепечной обработке и непрерывной разливке стали; объёмно-планировочные решения по компоновке и размещению основного оборудования ЭСПЦ; марочный сортамент выплавляемых сталей. Кроме этого, в статье дана краткая техническая характеристика отделения перегрузки и подготовки лома (ОППЛ), обеспечивающего электросталеплавильный цех необходимым объёмом подготовленного металлолома. Ил. 3. Табл. 5.

Ключевые слова: электросталеплавильный цех, дуговая сталеплавильная печь, двухпозиционная установка ковш-печь, восьмиручьева сортовая криволинейная машина непрерывного литья заготовок, непрерывнолитая заготовка

The technical characteristics of the main technological equipment installed at the electric plant (EAF) Ltd. "NLMK - Kaluga", pos. Vorsino, Kaluga Region , Russia . The technical specifications of the main technological equipment used in EAF , the sequence (scheme) of the shop floor operations, smelting , processing furnace and continuous casting of steel, space-planning decisions by the layout and placement of major equipment EAF ; Grades of cast steel. In addition, the article provides a brief technical specification department overload and scrap yards (OPPL) providing the necessary amount of arc-furnace plant prepared scrap metal.

Keywords: arc-furnace plant, electric arc furnace, a two-position ladle furnace, vosmiruchevaya profiled curved continuous casting machine, continuous cast billet

ГП «Укргипрометз» (Днепропетровск), по заказу ООО «НЛМК-Калуга» и управляющей компании ОАО «НЛМК» была разработана проектная документация и в настоящее время заканчивается строительство первой очереди электрометаллургического завода по производству сортового проката производительностью до 1,0 млн. т в год. Площадка строительства электрометаллургического завода расположена в районе посёлка Ворсино Боровского района Калужской области, между магистральной железной дорогой Москва-Киев и автотрассой Москва-Киев. Занимаемая площадь в пределах ограждения 76,0 га.

Основополагающим критерием при выборе площадки в данной местности явилось наличие вблизи проектируемого комплекса авто- и железнодорожных путей, что позволяет обеспечить снабжение комплекса стальным ломом и необходимыми материалами, отгрузку готовой продукции потребителю, а также наличие источников электро-, водо- и энергоснабжения. Проектной документацией предусматривается строительство электрометаллургического завода в составе основных производственных цехов – электросталеплавильного (ЭСПЦ) с отделением перегрузки и подготовки лома (ОППЛ) и прокатного (ПЦ), а также объектов инфраструктуры. Сооружение

электрометаллургического завода предусматривается в две очереди:

- I очередь – строительство сталеплавильного комплекса производительностью 1000 тыс. т/год непрерывнолитой заготовки в составе одной электродуговой сталеплавильной печи (ДСП-120), одной двухпозиционной установки ковш-печь (УКП-120) и восьмиручьева машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ № 1), отделения перегрузки и подготовки лома, отделения подготовки материалов, отделения переработки шлаков, и прокатного цеха в составе мелкосортного стана проектной мощностью 900 тыс. т в год для производства мелкосортного проката и арматуры;

- II очередь – строительство четырёхручьева комбинированной МНЛЗ № 2 и среднесортного стана.

Технологическое оборудование сталеплавильного и прокатного комплексов с системами управления поставляются фирмами «SIEMENS VAI» и «SMS-Meer».

Электросталеплавильный цех

Марочный сортамент ЭСПЦ ориентирован на обеспечение исходной литой заготовкой мелкосортного и среднесортного прокатных станов. К выплавке в ЭСПЦ предусматривается марочный сортамент для производства арматуры и мелкого профильного про-

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ката: углеродистая сталь; арматурная сталь; низколегированная сталь.

Строительство ЭСПЦ, также как и всего завода, предусматривается в две очереди, без увеличения указанной производительности цеха. В составе I-ой очереди сооружаются:

- дуговая сталеплавильная печь с массой плавки 120 т, работающая на 100 % металлолома, поступающего из отделения перегрузки и подготовки лома;
- двухпозиционная установка ковш-печь, включающая две рабочие позиции для обработки стали;
- 8-ручьевая машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ № 1) для отливки квадратных заготовок 125×125 мм, 150×150 мм, предназначенных для прокатки на мелкосортном прокатном стане А/С.

Во II-ой очереди сооружается 4-ручьевая комбинированная машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ № 2) для отливки квадратной заготовки сече-

нием 160×160 мм, 205×205 мм и балочной заготовки ВВ1, предназначенных для прокатки на среднесортном стане.

Для приёма плавки, внепечной обработки и разливки стали используется сталеразливочный ковш ёмк. 120 т, оборудованный шиберным затвором и устройством для продувки аргоном через донные пористые пробки. Размещённое в ЭСПЦ оборудование организационно объединено в одну технологическую линию с последовательным расположением агрегатов, что является оптимальным решением и соответствует мировому опыту. Объёмно-планировочные решения по размещению и компоновке в ЭСПЦ основного технологического и подъёмно-транспортного оборудования приведены на рис. 1.

Ниже рассмотрена краткая техническая характеристика установленного в ЭСПЦ основного технологического оборудования.

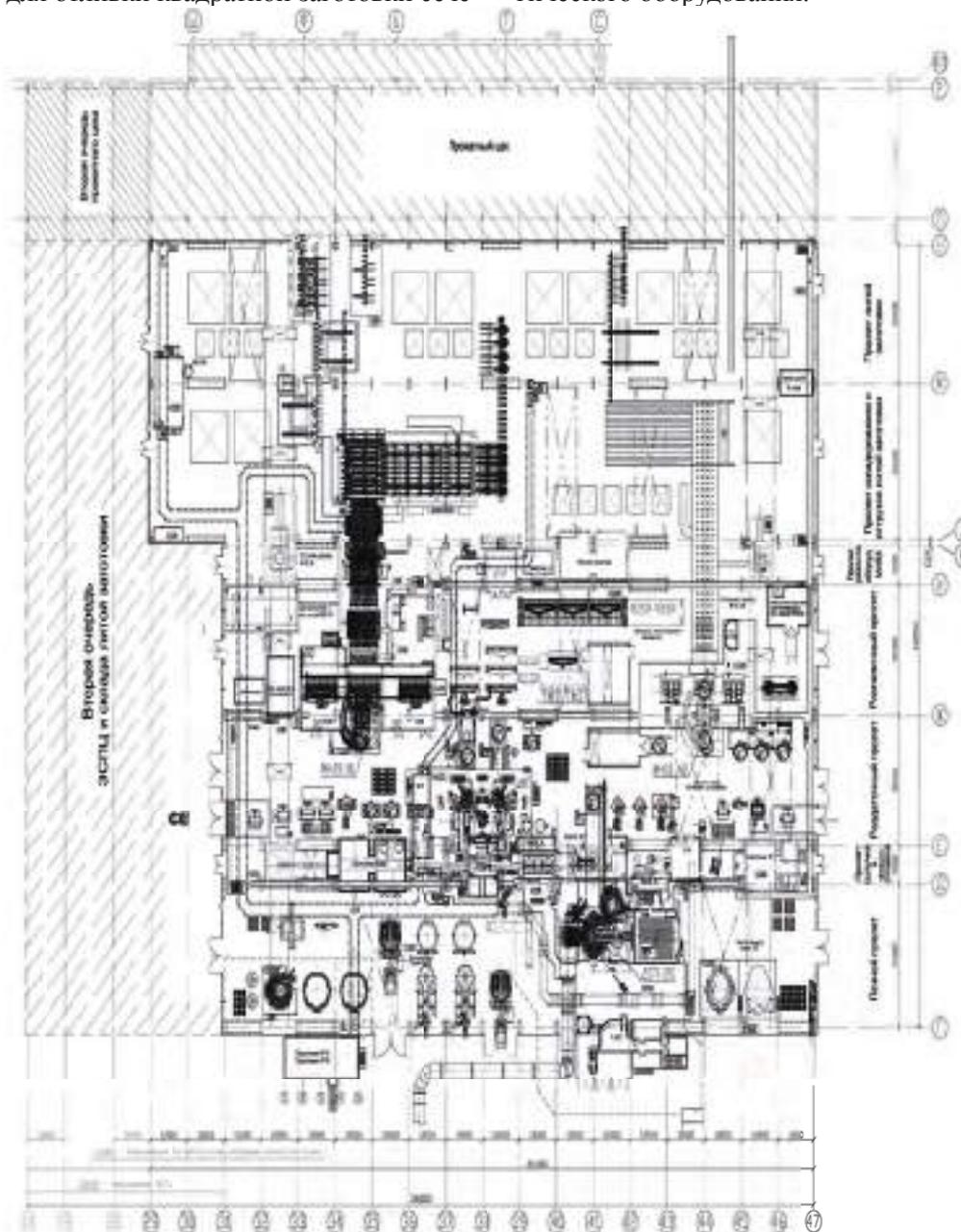


Рис. 1. Объёмно-планировочные решения по ЭСПЦ

Дуговая сталеплавильная печь ДСП-120

Работа печи осуществляется по технологии жидкого старта («на болоте»), с использованием в завалку, как выше указывалось, 100 % подготовленного лома.

Таблица 1. Техническая характеристика дуговой сталеплавильной печи переменного тока ДСП-120

Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечание
Общий объем корпуса печи	м ³	210	
Общая масса расплава	т	160	
Масса плавки	т	120	
Жидкий остаток («болото»)	т	40	
Диаметр нижней части кожуха	мм	7700	
Диаметр верхней части кожуха	мм	7800	
Емкость сталеразливочного ковша	т	120	
Свободный борт ковша	мм	450	
Система выпуска стали	-	-	эркерная
Угол наклона печи для выпуска плавки	градус	20	максим.
Комбинированные модульные блоки:			всего 11 шт.
- инжекторы кислорода, совмещенные	шт.	5	
- газокислородными горелками	шт.	4	
- инжекторы углеродного порошка	шт.	2	
Дополнительные стеновые горелки			
Установленная мощность печного трансформатора	МВА	150	
Номинальное первичное напряжение	кВ	35	+10 %
Количество фаз	фаза	3	
Частота тока	Гц	50	
Номинальный ток	А	2500	
Ток короткого замыкания	кА	31,5	
Максимальный ток вторичной цепи	кА	78	
Диапазон вторичного напряжения:			
- максимальная мощность	В	1350-1110	
- максимальный ток	В	1110-740	
Диаметр электродов	мм	711	
Диаметр распада электродов	мм	1425±50	
Ход электродов	мм	6400	
Ход подъема свода	мм	600	
Длительность плавки, средняя	мин	53	
Температура стали на выпуске, средняя	°С	1610	
Выход годной стали, средний	%	90,5	
Насыпная плотность скрапа, средняя	т/м ³	0,75	
Количество загрузочных корзин на плавку	шт.	1	
Объем загрузочной корзины	м ³	182	
Количество плавков в сутки	плавков/сут.	27	
Годовой фонд рабочего времени	ч	7680	320 сут.

Конструкция электропечи и технология выплавки стали соответствуют современному уровню электросталеплавильного производства и обеспечивают получение качественной стали. Основные функции печи:

- расплавление твёрдой металлошхты и нагрев расплава;
- окисление углерода, кремния, марганца, фосфора

и других примесей, содержащихся в металлошхте;

- слив металла в сталеразливочный ковш и легирование стали в ковше на выпуске на нижний предел допустимого содержания элементов.

Краткая техническая характеристика ДСП-120 приведена в табл. 1.

Двухпозиционная установка ковш-печь (УКП)

Установка ковш-печь предназначена для комплексной доводки стали в ковше емк. 120 т до заданных параметров по химсоставу и температуре путем нагрева металла электродуговым способом с одновременным перемешиванием инертным газом через донные пробки и подачей в ковш дозированных порций сыпучих материалов и ферросплавов.

Таблица 2. Техническая характеристика УКП

Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечание
Масса металла в ковше, номинальная	т	120	
Свободный борт ковша	мм	450	
Размеры крышки (свода):			
- диаметр	мм	~3710	
- высота	мм	~1150	
Скорость нагрева металла, средняя	°С/мин	4,0	
Установленная мощность трансформатора	МВА	20	
Номинальное первичное напряжение	кВ	35	+10 %
Количество фаз	шт.	3	
Частота тока	Гц	50	
Диапазон вторичного напряжения	В	200-275-320	
Расчетный ток на вторичной обмотке	кА	42	
Ход крышки (свода)	мм	400	
Угол поворота электрододержателей от оси портала (на каждое постановочное место)	градус	45	
Диаметр графитированных электродов	мм	450	
Диаметр распада электродов	мм	750±25	
Ход электродов	мм	4000	
Система подачи в ковш присадочной проволоки ø 5-16 мм	шт.	2	двухручье-вой трайб-аппарат
Количество устройств отбора проб	шт.	2	
Длительность обработки ковша	мин	53	соответствует циклу плавки
Годовой фонд рабочего времени	ч	7680	320 суток

На УКП выполняются следующие технологические операции:

- усреднение стали по химсоставу и температуре в объеме ковша;
- нагрев стали до заданной температуры;
- корректировка химсостава стали по углероду и содержанию основных элементов;
- микролегирование и модифицирование стали;
- рафинирование и десульфурация стали;
- отбор проб и замер температуры;

– теплоизоляция зеркала металла в ковше.

С учетом выполнения буферной функции (для обеспечения стабильного графика разливки серии плавков на МНЛЗ), УКП предусмотрена двухпозиционной – с 2-мя не зависимыми сталевозами и одной системой нагрева с механизмом поворота электродо-держателей в каждую рабочую позицию.

Техническая характеристика УКП приведена в табл. 2.

Восьмиручьева сортовая МНЛЗ № 1

Восьмиручьева сортовая криволинейная МНЛЗ № 1 предназначена для разливки стали с получением непрерывнолитой квадратной заготовки сечением 125×125 мм, 150×150 мм, длиной 12 и 6 м. Заготовка предназначена для прокатки на мелкосортном стане А/С. Техническая характеристика МНЛЗ № 1 приведена в табл. 3.

Четырёхручьева комбинированная МНЛЗ № 2

Четырёхручьева комбинированная МНЛЗ № 2 предназначена для разливки стали с получением непрерывнолитой квадратной заготовки сечением 160×160 мм, 205×205 мм и балочной заготовки ВВ1, длиной до 12 м. Заготовка предназначена для прокатки на среднесортном стане. Техническая характеристика МНЛЗ № 2 приведена в табл. 4.

Схема работы ЭСПЦ

В ЭСПЦ предусматривается выполнение следующих технологических операций:

- загрузка материалов в электродуговую сталеплавильную печь;
- выплавка стали;
- внепечная обработка стали;
- непрерывная разливка стали на МНЛЗ;
- слив и уборка шлака.

Ниже приведена краткая технологическая схема

Таблица 3. Техническая характеристика восьмиручьевой сортовой МНЛЗ № 1

Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечание
Размеры литой заготовки:	мм	125×125	
- сечение	мм	150×150	
- длина	м	12,0 и 6,0	
Количество ручьев	шт.	8	
Расстояние между ручьями	мм	1100	
Тип ручья	-	-	криволинейный
Базовый радиус МНЛЗ	мм	8000	
Металлургическая длина МНЛЗ	м	~29	
Емкость промежуточного ковша	т	39	перелив – 43 т
Тип кристаллизатора	-	-	радиальный
Высота медной части кристаллизатора	мм	900	
Частота качания кристаллизатора	кач./мин	30-300	
Тип вторичного охлаждения (в составе 4-х независимых зон)	-	-	водо-воздушное
Тип затравки	-	-	жесткая
Скорость разливки, максимальная:			
- для сечения 125×125 мм	м/мин	2,5-4,0	
- для сечения 150×150 мм	м/мин	1,7-2,8	
Масса плавки	т	120	
Время разливки одной плавки, среднее	мин	50	
Количество плавков в серии	плавков	10-14	
Время подготовки МНЛЗ к разливке	мин	~30	среднее
Выход годного, средний	%	98	
Годовой фонд рабочего времени	ч	7680	320 сут.

(последовательность) проведения в цехе вышеперечисленных операций.

Таблица 4. Техническая характеристика МНЛЗ № 2

Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечание
1 Размеры литой заготовки:			
- сечение	мм	160×160	
- длина	мм	205×205	
	м	ВВ1 до 12,0	
2 Количество ручьев	шт.	4	
3 Расстояние между ручьями	мм	~1450	
4 Тип ручья	-	-	криволинейный
5 Базовый радиус МНЛЗ	мм	~10000	
6 Metallургическая длина МНЛЗ	м	~33	
7 Емкость промежуточного ковша	т	~39	
8 Тип кристаллизатора	-	-	радиальный
9 Высота медной части кристаллизатора	мм	800-1000	
10 Частота качания кристаллизатора	кач./мин	20-300	
11 Тип вторичного охлаждения	-	-	водо-воздушное
12 Тип затравки	-	-	жесткая
13 Скорость разливки	м/мин	~1,0-1,5	
14 Масса плавки	т	120	
15 Время разливки одной плавки, среднее	мин	50	
16 Количество плавков в серии	плавков	10-14	
17 Время подготовки МНЛЗ к разливке	мин	~30	среднее
18 Выход годного, средний	%	~98	
19 Годовой фонд рабочего времени	ч	7680	320 сут.

Загрузка материалов в электропечь

Подготовленный металлолом из ОППЛ передается в ЭСПЦ загрузочными корзинами емк. 182 м³, установленными на автоскrapово-зах. Перед подачей в ДСП, корзины с металлошихтой подвергаются сушке на двух специальных установках, расположенных в печном пролёте цеха. Металлошихта загружается в ДСП грейферной корзиной при помощи мостового электрического за-валочного крана с тензометрическими ве-сами на главном подъёме грузоподъемно-стью 260(300)+63/20+8 т. Завалка производится одной корзиной. Порожние корзины автоскrapовозами отправляются в ОППЛ. Загрузка шлакообразующих материалов в электропечь (по ходу плавки), а также ферросплавов в ковш (на выпуске плавки) производится из расходных бункеров, расположенных в пролёте сыпучих и ферро-сплавов, через механизированную систему подачи материалов.

Выплавка стали

После загрузки в ДСП металлошихты и сыпучих, зажигается электрическая дуга и включаются газокислородные горелки, начинается процесс выплавки стали. По достижении заданной температуры и хим-

состава, сталь через эркерное отверстие ДСП сливается в сталеразливочный ковш ёмк. 120 т, который установлен на сталевозе.

Перед выпуском плавки производится предварительный разогрев стальковша до температуры 1000-1100 °С на установке разогрева, размещаемой над путями сталевоза ДСП. После выпуска плавки, сталеразливочный ковш самоходным сталевозом ДСП подаётся в раздаточный пролёт, в зону действия литейного крана г/п 200+63/20 т – для транспортировки на внепечную обработку (установку ковш-печь). Длительность процесса выплавки стали, включая выпуск 53 мин. Управление процессом выплавки стали и механизмами ДСП осуществляется из поста управления.

Внепечная обработка стали

Внепечная обработка стали осуществляется на двухпозиционной установке ковш-печь. Ковш с металлом литейным краном г/п 200+63/20 т устанавливается на один из двух сталевозов ковш-печи, которым подаётся в рабочую позицию под крышку установки – для проведения комплексной доводки металла. Время обработки ~53 мин. Управление процессом доводки осуществляется из поста управления. По достижении заданной температуры и химсостава, ковш с металлом со сталевоза ковш-печи литейным краном передаётся для разливки на одну из двух МНЛЗ.

Непрерывная разливка стали на МНЛЗ

Ковш с металлом, поступающий на разливку, литейным краном г/п 200+63/20 т устанавливается на подъемно-поворотный стенд. Ковш накрывается крышкой и поворотом стенда переводится в рабочую позицию. Промежуточный ковш также занимает рабочее положение. Начинается процесс непрерывной разливки стали. Металл из стальковша через промежуточный ковш поступает в кристаллизаторы МНЛЗ. После разливки одного ковша, другой ковш с металлом, находящийся в резервной позиции на свободном коромысле поворотного стенда, переводится в рабо-

чую позицию разливки. Полученная на МНЛЗ непрерывнолитая заготовка поступает либо на приёмный стеллаж склада заготовок, либо к передаточному рольгангу прокатного стана.

Продолжительность проведения операций разливки, включая порезку непрерывнолитых заготовок на мерные длины и передачу заготовок в пролёт складирования или в прокат, составляет ~50 мин. Управление процессом и механизмами МНЛЗ осуществляется из поста управления.

Слив и уборка шлака

Шлак, являющийся побочным продуктом технологических процессов, образуется на следующих участках ЭСПЦ:

- выплавки (печной шлак);
- внепечной обработки (шлак ковш-печи).

Слив печного шлака на участке выплавки

Слив шлака из ДСП производится после каждой плавки, за счёт наклона печи в сторону рабочего окна. Избыточный шлак сливается самотёком через порог рабочего окна в конечной стадии расплавления шихты и по ходу рафинирования. Слив шлака из печи производится без использования шлаковых чаш – на пол специально оборудованного отсека для приёма жидкого шлака, расположенного непосредственно под ДСП. Уборка шлака ДСП с участка скачивания (шлакового коридора) осуществляется в короб, с помощью шлакоуборочного погрузчика фирмы «DRESSTA», Чехия. Транспортировка короба со шлаком из шлакового коридора на шлаковый двор, находящийся за пределами ЭСПЦ, осуществляется с помощью спецавтотранспорта фирмы «VOLVO».

Слив шлака на участке разливки

По окончании разливки металла на МНЛЗ сталеразливочный ковш с остатками жидкого металла и шлака ковш-печи краном г/п 200+63/20 т транспортируется к одному из двух закроев для слива шлака, расположенных в торцах раздаточного пролёта

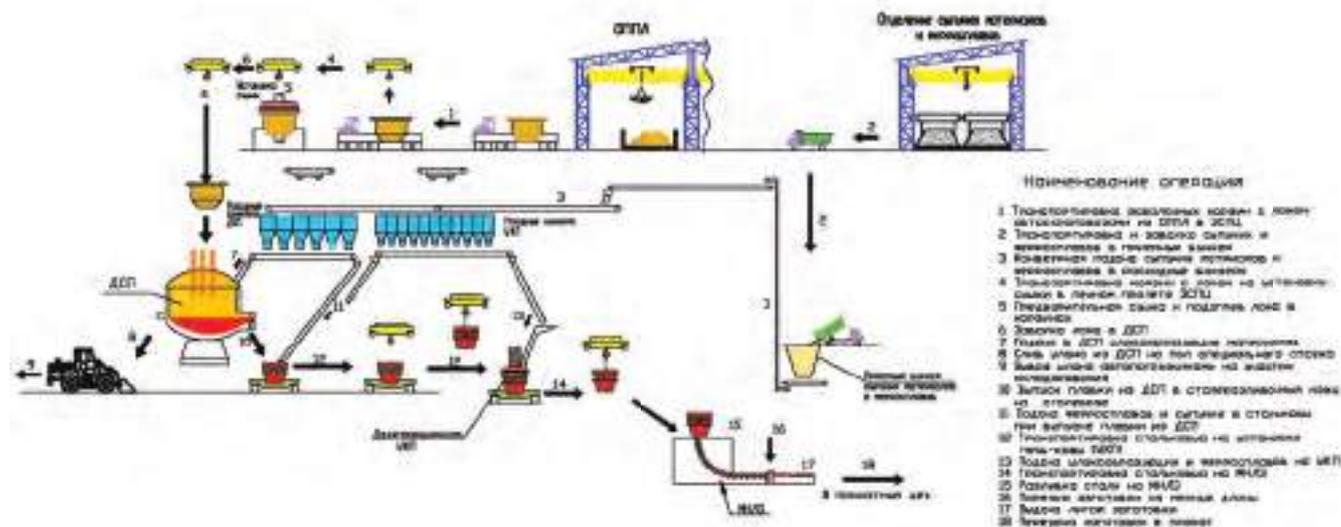


Рис. 2. Технологическая схема производства непрерывнолитой заготовки в ЭСПЦ

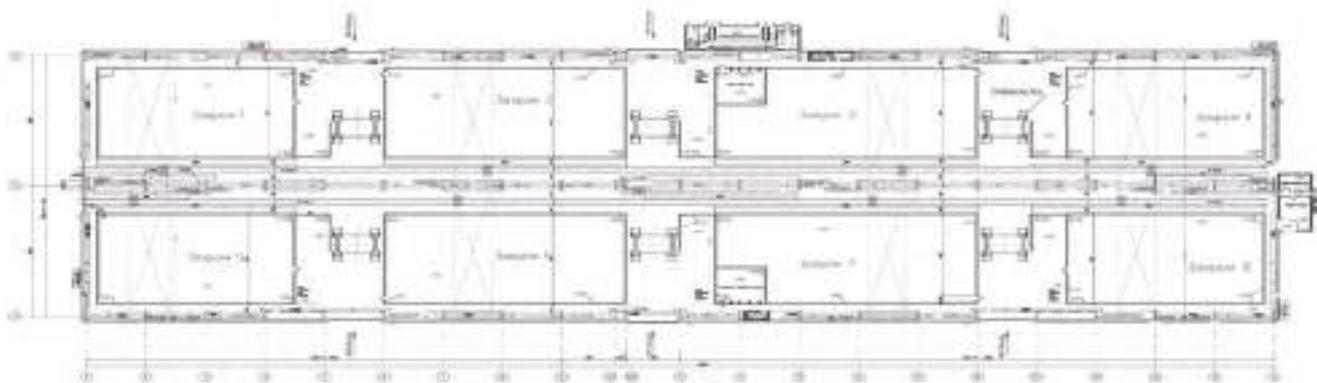


Рис. 3. Объёмно-планировочные решения по размещению и компоновке в ОППЛ технологического и подъёмно-транспортного оборудования

ЭСЦ, где и производится слив шлака на пол закрома. Уборка шлака из закровов и транспортировка его на шлаковый двор осуществляется с помощью шлакоуборочного погрузчика фирмы «DRESSTA». Технологическая схема производства непрерывнолитой заготовки в ЭСЦ приведена на рис. 2.

Краткая техническая характеристика отделения перегрузки и подготовки лома

Как указывалось выше, для обеспечения ЭСЦ подготовленным ломом необходимой насыпной плотности, предусматривается сооружение крытого здания отделения перегрузки и подготовки лома (ОППЛ). В отделение поступают:

- подготовленный стальной лом со стороны;
- оборотный лом (обрезь от МНЛЗ, из прокатного цеха и др. производственных подразделений, скрап из отделения непрерывного литья заготовок, а также брак, стружка, обработанные инструменты).

Таблица 5. Годовой объем переработки и складирования металлошихты в ОППЛ

Наименование показателей		Количество
1	Поступающая металлошихта, всего, тыс. т/год в том числе:	1133,0
	- подготовленный габаритный стальной лом со стороны	1065,4
	- оборотный лом (ЭСЦ, прокатный цех, производственные подразделения)	67,6
2	Подготовленный габаритный лом, передаваемый в ЭСЦ, всего, тыс. т/год	1133,0

Потребность ЭСЦ в металлоломе обеспечивается поставкой предприятиями «Втормет». Годовой объем переработки и складирования металлошихты в отделении приведен в табл. 5.

В ОППЛ предусматривается выполнение следующих технологических операций:

- приём и сортировка подготовленного металлолома, поступающего в железнодорожных вагонах и автотранспортом;
- огневая резка негабаритного металлолома;
- складирование и хранение текущего и части

страхового запаса металлошихты;

- загрузка завалочных корзин ёмк. 182 м³ металлоломом и сыпучими материалами с помощью мостовых кранов;

- передача завалочных корзин с металлоломом автоскrapовозами в ЭСЦ.

Доставка подготовленного металлолома в пролёты ОППЛ предусматривается железнодорожным и автомобильным транспортом со стороны. Доставка в ОППЛ оборотного лома от производственных подразделений завода (ЭСЦ, прокатного цеха и др.) и сыпучих материалов из отделения подготовки материалов – предусматривается автомобильным транспортом. В состав ОППЛ входит два пролёта для приёма, складирования и переработки подготовленного лома. Для складирования и хранения подготовленного лома в пролётах ОППЛ предусматриваются закрома с отметкой пола ±0,00 м и ограждающими бортами. Для огневой резки негабаритного металлолома в пролётах организовано по участку огневой резки негабаритного лома с постами ручной газовой резки. В каждом пролёте установлены платформенные весы (по 3 шт.) для взвешивания грейферных корзин ёмк. 182 м³ грузённых металлоломом, всего 6 шт. Для приёма и разгрузки прибывающих со стороны составов с подготовленным металлоломом в пролёты ОППЛ заведены по одному тупиковому железнодорожному пути. Пролёты оснащены двумя мостовыми специальными магнитно-грейферными кранами грузоподъёмностью 16/16+5 т (по одному в каждом пролёте) и шестью мостовыми специальными магнитно-грейферными кранами грузоподъёмностью 40(20+20)+5 т (по три в каждом пролёте). Отметка подкрановых рельсов в пролётах +16,0 м.

Объёмно-планировочные решения по размещению и компоновке в ОППЛ технологического и подъёмно-транспортного оборудования приведены на рис. 3.

Поступила 09.11.2012