**Введение**

Современный этап развития отечественной металлургической промышленности характеризуется совершенствованием технологических процессов с целью повышения качества и расширения сортамента металлопродукции в соответствии с требованиями рыночной экономики. После ввода в эксплуатацию в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (в дальнейшем для краткости ОАО «ММК») кислородно-конвертерного цеха, имеющего современные технологические агрегаты, у предприятия появилась возможность выхода на мировой рынок с новыми видами металлопродукции, пользующейся повышенным спросом. Одним из видов такой металлопродукции является анизотропная трансформаторная сталь, производимая по кооперации с ООО «ВИЗ-Сталь».

В ООО «ВИЗ-Сталь» был разработан прогрессивный нитридный вариант производства трансформаторного листа, имеющего текстуру, обеспечивающую мировой уровень потребительских свойств. Для реализации этой технологии потребовался металл, химический состав которого несколько отличается от химического состава традиционной трансформаторной стали. Поэтому разработка технологии получения в условиях кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК» металла, пригодного для производства анизотропной трансформаторной стали по нитридному варианту была актуальной задачей.

Научная новизна работы заключается в обосновании комплекса технологических процессов и режимов их проведения, обеспечивающих стабильное получение в кислородно-конвертерном цехе с агрегатами большой вместимости металла для производства анизотропной трансформаторной стали.

**1. Анализ мирового опыта производства трансформаторной стали**

В первой главе на основе анализа литературы рассматриваются потребительские свойства (магнитная проницаемость и удельные ваттные потери при перемагничивании) трансформаторной стали, их физическая природа и способы получения. Показано, что для обеспечения нужного комплекса потребительских и технологических свойств трансформаторной стали, требуется металл с низким (0,02–0,03%) содержанием углерода и довольно высоким (3–4%) содержанием кремния. Нужные электротехнические свойства трансформаторной стали достигаются после холодной прокатки металла на лист требуемой толщины в результате специальной термической обработки, в ходе которой происходит определенное изменение химического состава обрабатываемого металла.

Основные мировые производители трансформаторной стали создают нужный комплекс потребительских свойств готового металла по так называемому сульфидному варианту технологии. В 000 «ВИЗ-Сталь» разработан эффективный вариант нитридной технологии, для реализации которого на этапе выплавки нужно получить металл с довольно высоким содержанием азота.

На основе обзора литературы на начальном этапе данного исследования была поставлена задача разработки технологии выплавки в кислородно-конвертерном цехе ОАО «ММК» трансформаторной стали, содержащей:

0,025…0,040% С; 2,90…3,20% Si; 0,15…0,30% Мn; 0,40…0,55% Си; 0,013…0,017% Al и не менее 0,010…0,013% N. Содержание других элементов (серы, фосфора, хрома и никеля) предполагалось иметь на обычном для цеха уровне.

Важной характеристикой металла является и его склонность к старению в процессе работы в машинах, так как старение приводит к заметному увеличению удельных потерь и ухудшению показателей работы трансформаторов. К электротехническим сталям предъявляются определенные требования по пластичности, оцениваемой путем сгибов листа. Так как при изготовлении магнитопроводов листы подвергают штамповке, хрупкость металла недопустима.

При изготовлении трансформаторов и других машин весьма важное значение имеют не только «внутренние» качества листа (его магнитные и пластические свойства), но и внешние параметры (разнотолщинность, волнистость и коробоватость).

Конкретные требования по этим параметрам оговариваются в стандартах. Так, например, в листах электротехнической стали повышенной отделки не допускается коробоватость с высотой короба более 2 мм на 1 пог. м и волнистость с высотой волны более 4 мм на 1 пог. м.

Весьма жесткие требования предъявляются и к качеству поверхности листов. На ней не допускаются грубые и средние поверхностные дефекты, окалина, расслоения, надавы, грубая рябизна, налет талька и т.п.

Качество трансформаторов во многом зависит также от конструкции и технологии их изготовления. С этой точки зрения важными факторами являются возможность отжига магнитопровода после штамповки листа и его сборки и снижение толщины изоляционных покрытий. Применение термостойкого электроизоляционного покрытия листа вместо лака позволяет отжигать собранный магнитопровод, что устраняет наклеп листа после штамповки и улучшает электротехнические свойства металла на 5–10%.

В настоящее время все более широкое развитие получает рулонный способ производства электротехнических сталей. сборки и снижение толщины изоляционных покрытий. Применение термостойкого электроизоляционного покрытия листа вместо лака позволяет отжигать собранный магнитопровод, что устраняет наклеп листа после штамповки и улучшает электротехнические свойства металла на 5–10%.

В настоящее время все более широкое развитие получает рулонный способ производства электротехнических сталей, позволяющий более экономно раскраивать и расходовать лист на электромашиностроительных заводах.

По способу термообработки, качеству и виду поверхности стали изготовляют неотожженными и отожженными, нетравлеными и травлеными, без изоляции и с поверхностной электрической изоляцией [1].

Отличительная особенность этих материалов состоит в том, что они могут легко, Т.е. в слабом поле намагничиваться И, кроме того, обладают минимальными потерями энергии при перемагничивании. Согласно действующим стандартам электротехнические стали подразделяют на тонколистовую холоднокатаную анизотропную (ГОСТ 21427.1–83), тонколистовую холоднокатаную изотропную (ГОСТ 21427.2) и ленту холоднокатаную анизотропную (ГОСТ 21427.4–78).

Для стали, применяемой в трансформаторах тока, весьма важны высокие электротехнические свойства в широком диапазоне величин индукции (102-104 гс). Немалое значение имеет и анизотропия электротехнических свойств магнитного материала. Для магнитопровода трансформатора достаточно иметь лист с высокими электротехническими свойствами в одном направлении, так как в этом случае можно специально подбирать листы; для динамо-машины и других аппаратов с разветвленным магнитным потоком необходимо, чтобы анизотропия свойств была минимальной.

Основными нормированными характеристиками магнитных свойств электpoтeхнических сталей в зависимости от толщины и структурного состояния являются удельные магнитные потери при различной магнитной индукции и частоте, магнитная индукция в магнитных полях различной напряженности, коэффициент анизотропии и удельных магнитных потерь, анизотропия магнитной индукции и коэрцитивная сила

Анизотропные (трансформаторные) стали имеют ярко выраженную текстуру, Т.е. структуру зерен преимущественной ориентировкой в направлении прокатки.

Для оценки потерь электроэнергии, имеющих место при работе трансформаторов и электрических машин, электротехнические стали характеризуются уровнем удельных магнитных потерь (количеством ватт на 1 кг массы стали) – одним из основных показателей качества электротехнических сталей. Удельные магнитные потери складываются из потерь на вихровые токи,

гистерезисные и дополнительные потери.

Вихревые токи (токи Фуко), как известно, возникают вследствие того, что согласно законам электромагнитной индукцией изменения намагничивающего тока возбуждают в проводящем материале (обычно в металле) ток обратного направления, который замыкается в толщине этого металла.

Вихревые токи вызывают бесполезные потери энергии; величина этих потерь составляет 65–75%, а иногда могут достигать и 90% общих магнитных потерь.

На вихревые токи теряется часть энергии, предназначенная для намагничивания. Величина вихревых токов, согласно закону Ома, тем больше, чем выше удельная электропроводность электропроводящего материала (чем иже удельное электросопротивление и, следовательно, чем толще материал металл).

При прочих равных структурных и текстурных параметрах цельные потери от вихревых токов возрастают пропорционально квадрату толщины листа. Поэтому для уменьшения потерь энергии с вихревыми токами, магнитные цепи, подверженные действию переменных и пульсирующих магнитных полей, изготавливаются из тонких изолированных листов электротехнических сталей.

Кроме того, на величину вихревых потерь большое влияние: оказывает к важной характеристике электротехнических сталей относится также величина магнитной индукции, которая зависит от химического состава стали, от чистоты ее по вредным примесям и неметаллическим включениям, но более всего определяется текстурой с заданной величиной и формой зерен.

Между величиной удельных магнитных потерь и магнитной индукцией существует тесная корреляционная связь.

Качество трансформаторной стали характеризует и так называемой магнитострикция – изменение линейных размеров магнитопровода в магнитном поле. Магнитострикция ферромагнетика сильно зависит от загрязненности металла вредными примесями и от совершенства его кристаллографического строения. Магнитострикция в трансформаторных сталях вызывает вибрацию и шум в работающих трансформаторах и электрических машинах. В связи с этим создание анизотропных сталей с повышенной величиной индукции в магнитных полях и минимальной величиной магнитострикции позволяет снизить массу электротехнических изделий и уровень шума при их работе.

При эксплуатации электрических машин и аппаратуры магнитные свойства металла должны оставаться постоянными в течение длительного времени и при повышенной температуре, т.е. листы трансформаторной стали, из которых изготовлены эти электрические машины и аппараты, должны быть устойчивыми против магнитного старения.

Образец, отобранный из листа или ленты трансформаторной стали, после определения магнитных свойств нагревают до 120оС и после выдержки при этой температуре в течение 120 час. вновь определяют удельные магниты.

Коэффициент старения по удельным магнитным потерям определяют по формуле:

Кст=(Р2-Р1)\*100/Р1, (1)

где Р1 и Р2 – удельные магнитные потери до и после старения, Вт/кг

Для трансформаторной электротехнической стали этот коэффициент не должен превышать 2–4% (для листа в зависимости от марки стали) и 6% для ленты.

Наряду с магнитными свойствами имеют значение и механические свойства листа трансформаторной стали. В производстве электрических машин и аппаратов, которое в настоящее время в большой степени автоматизировано, благоприятные механические свойства (предел текучести, предел прочности и твердость) обеспечивают хорошую обрабатываемость листа резанием.

Высокоремнистая трансформаторная сталь обладает повышенной хрупкостью, что затрудняет механическую обработку листа. Хрупкость анизотропной стали проверяется путем испытания образца, вырезанного из листа, на перегиб. За меру пластичности принимают число изгибов на 180°, которое выдерживает полоска данной стали, если ее зажать в тисках с губками радиусом 5 мм. Один перегиб-загиб образца от начального положения на 90° и обратное его выпрямление до начального положения. Половиной перегиба считается загиб на 900 без выпрямления.

За счет использования многочисленных передовых технических решений на разных стадиях технологического процесса производства трансформаторных сталей удается получать эти стали с очень низкими удельными магнитными потерями и высокой магнитной индукцией. Например, для анизотропных Р1,7/50 <1,0 Вт/кг и ВI0> 1,92 Тл (лист толщиной 0,23–0,35 мм). Эти показатели значительно превышают нормированные характеристики трансформаторных сталей серийного производства. Значит, резервы дальнейшего улучшения качества электротехнических сталей, в частности их магнитных свойств, существуют. К тому же, как показали исследования и расчеты, физические пределы магнитных свойств железокремнистых сплавов, к которым относятся электротехнические стали, далеко не достигнуты. Так, физический нижний предел удельных магнитных потерь 1/7/50 в анизотропной стали с 3,0% кремния находится около 0,58–0,65 Вт/кг (лист толщиной 0,35 мм), индукция В25 около 2,0 Тл.

Магнитные характеристики трансформаторных сталей, а также механические свойства готового листа в равной степени определяются как технологией выплавки и разливки стали, так и режимами горячей и холодной прокатки листа, а также последующей его термообработки [2].

1. **Технология выплавки трансформаторной стали в кислородных конвертерах**

Уже на начальном этапе разработки технологии выплавки трансформаторной стали было ясно, что в условиях кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК» можно реализовать только один вариант легирования металла кремнием – ввод ферросилиция в сталеразливочный ковш при сливе металла из конвертера. Поэтому главной задачей разрабатываемой технологии конвертерной плавки было получение в конце продувки металла, содержащего примерно 0,03% С. При продувке металла с низким содержанием углерода быстро возрастает содержание оксидов железа в шлаке (рисунок 2.1), что ведет к дополнительной потере железа и делает нестабильным усвоение кремния при легировании стали.



Рисунок 2.1- Изменение содержания компонентов шлака при проведении одной из опытных плавок

Уменьшение негативного влияния повышенной окисленности ванны при низком содержании углерода может быть достигнуто путем промежуточного удаления части шлака. Математическим моделированием было установлено, что наилучшие результаты могут быть достигнуты при удалении примерно половины имеющегося в конвертере шлака через 5–10 *мин* после начала продувки, когда в конвертере успевает сформироваться первичные шлак, имеющий относительно низкое (10–15%) содержание оксидов железа. Моделирование показало также, что промежуточное удаление части шлака практически не влияет на остаточное содержание серы и фосфора.

**2.1 Выплавка и внепечная обработка трансформаторной стали**

Для легирования стали кремнием используется ферросилиций марки ФС 65 по ГОСТ 1415–78 следующего химического состава:

[Si]= 63–68 0/0;

[S]= 0,02%;

[Р]= 0,05;

[Al]= 2,0%;

[Мn]= 0,4;

[Cr]= 0,4%,

крупностью 4 (размер кусков 20–80 мм); азотом – азотированный феррохром или азотированный ферросилиций. При поступлении в конвертерный цех ферросплавы должны быть воздушно-сухие. Влажные ферросплавы не принимаются. При выплавки серии трансформаторной стали ферросплавы должны быть прокаленные при температуре 500–600 ОС.

Недопустимо производить выплавку трансформаторной стали при наличии течи воды из ОКГ или из фурмы при попадании воды в конвертер или сталеразливочного ковша.

Для выплавки трансформаторной стали использовать чугун с содержанием серы не выше 0,025% и чистый оборотный лом. Медьсодержащие материалы для легирования стали медью присаживать в завалку или после первого периода продувки.

Перед выплавкой серии плавок трансформаторной стали нужно произвести измерение положения кислородной фурмы относительно уровня спокойной ванны. Запрещается выплавка трансформаторной стали в конвертере после использования на предыдущей плавке коксика или другого материала для науглероживания металла. При использовании углеродистых ферросплавов производить сброс контрольных навесок ферросилиция по обеим течкам.

Шихтовка, дутьевой и шлаковый режим плавки должны обеспечивать температуру металла перед выпуском из конвертера 1660–1680 °C при последующей обработке на АДС и 1650–1660 °С при обработке на УПК.

Расход извести определять из расчета получения основности шлака 3,0 -3,6. В завалку на лом присаживать 10–12 тонн извести. После продувки ванны кислородом в количестве 2500–4500 м3 присадить 5–6 тонн извести порциями по 2–3 тонны. Оставшееся количество извести вводить порциями по 1–2 тонны при израсходовании кислорода от 12000 до 16000 м3.

Продувку плавки осуществлять в два периода:

Первый период плавки:

– интенсивность продувки 1200–1300 м3/мин;

– продолжительность наводки шлака 3–5 мин;

– положение фурмы над ванной:

в период наводки шлака 5,0–2,5 м;

в рабочем режиме 2,0–2,2 м;

в конце первого периода 1,9–2,0 м;

– количество кислорода,

израсходованного в 1 период плавки 19000–20000м3.

После окончания первого периода плавки про извести повалку конвертера, скачать шлак, отобрать пробы металла и шлака для экспресс-анализа, измерить температуру ванны.

Второй период плавки:

– интенсивность продувки 1300–1450 м3/мин;

– положение фурмы над ванной по израсходовании кислорода:

до 1600–2000 м3 2,0–1,2 м;

от 1600–2000 м3 до 2500–3000 м3 1,2–1,4 м;

от 2500–3000 м3 до конца продувки 1,4–3,0 м.

– количество кислорода,

израсходованного во 2-ой период плавки 3500–4500 м3.

Второй период плавки производить с максимально-возможной интенсивностью продувки. После окончания второго периода продувки измерить температуру, отобрать пробы металла и шлака. Для гарантированного получения результатов анализа во время повалки отбирать не менее двух проб металла.

Выпуск плавки производить только после получения результатов анализа пробы металла, отобранной после первого периода продувки и измерения температуры ванны. Под выпуск использовать бывший в употреблении сталеразливочный ковш, разливший не менее 3 плавок. Не использовать новые ковши. Ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием осуществляется по следующей технологии:

а) после проведения усреднительной продувки металла, производится

измерение температуры и отбор пробы металла. Затем производится корректировка химического состава и температуры металла. Следует учитывать прирост содержания кремния, содержащегося в азотированном ферросилиции. При доводке металла по температуре необходимо учитывать снижение температуры металла во время ввода порошковой проволокой.

б) ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием, осуществляется со скоростью, обеспечивающей минимальный барботаж металла в месте ввода проволоки. Ориентировочная скорость ввода от 150 до 170 м/мин.

в) расстояние между нижней частью направляющей трубы и уровнем металла при вводе порошковой проволоки должно быть не более 300 – 400 мм.

г) во время ввода порошковой проволоки продувка металла аргоном производится с минимальной интенсивностью, без оголения зеркала металла.

На время остановки установки вакуумирования расход азотосодержащих материалов, присаживаемых в сталеразливочный ковш при выпуске плавки из конвертера. Должен обеспечить содержание азота при поступлении на участок внепечной обработки не более 0,007%.

При необходимости, корректировка содержание азота проводится вводом порошковой проволоки с азотированным ферросилицием из расчета получения содержание азота не более 0,007%.

Ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием осуществляется, так же как и при работающей установки вакуумирования.

При отсутствии азотированного феррохрома или азотированного ферросилиция допускается выпуск плавки без присадки данных материалов[3].

после частичного ремонта. Футеровка сталеразливочного ковша должна быть выполнена с теплоизоляцией кожуха. Используемый сталеразливочного ковш должен быть горячим (с оборота). Время после окончания разливки до начала выпуска в используемый ковш должно быть не более 110 минут.

Во время выпуска производить продувку металла аргоном сталеразливочном ковше через пористые пробки, установленные в днище сталеразливочного ковша. Допускается продувка через продувочные устройства, установленные в шибер сталь ковша. Для продувки используется аргон по ГОСТ 10157 – 79, осушенный до точки росы -60оС. Массовая доля аргона должна быть не менее 99,5%. Перед выплавкой. серии трансформаторной стали произвести продувку аргонной трассы с целью удаления возможного конденсата влаги. Продувку аргоном производить максимально возможное время, не допуская выплескивания металла из ковша. Продолжительность выпуска металла должна быть не менее б минут.

Во время выпуска обеспечить качественную отсечку конвертерного шлака. Первичный шлак отсекать конусом, конечный – подрывом на металле. Раскисление и легирование стали во время выпуска плавки из конвертера производить по следующей технологии:

– перед вводом ферросилиция в ковш присадить 0,2–0,3 т алюминия;

– при наполнении ковша металлом на 1/5 – 1/4 вводить ферросилиций ФС-б5 в количестве 18,0 – 18,5 тонн;

– расход азотированных ферросплавов (феррохрома, ферросилиция)

определять из расчета введения в металл не более 0,005% азота;

– корректировку содержания меди в металле разрешается осуществлять во время выпуска (или на АДС) присадкой меди в ковш;

– после отдачи ферросплавов в ковш присадить 1–2 тонны извести с

вращающихся печей.

При выпуске плавки из конвертера в сталеразливочный ковш присаживается азотосодержащий материал (азотированный феррохром или азотированный ферросилиций из расчета получения в металле по приходу на участок внепечной обработки 0,006…0,007% азота).

При работающей установке вакуумирования стали, внепечная обработка трансформаторного металла производится по следующей технологии:

а) при поступлении на участок внепечной обработки металла с содержанием азота менее 0,007%, производится корректировка содержания азота по одному из вариантов:

1) вводом порошковой проволоки С азотированным ферросилицием.

2) продувкой металла газообразным осушенным азотом.

Корректировка содержания азота производится из расчета получения содержания азота в металле пере л передачей его на МНЛЗ не более 0,008%.

б) после получения требуемого химического состава металла сталеразливочный ковш передается на КУВС для проведения дегазации стали. Коэффициент циркуляции должен быть не менее 2,5.

в) разрешается производить корректировку содержания азота вводом порошковой проволоки с азотированным ферросилицием после проведения вакуумной обработки металла.

Ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием осуществляется по следующей технологии:

а) после проведения усреднительной продувки металла, производится измерение температуры и отбор пробы металла. Затем производится корректировка химического состава и температуры металла. Следует учитывать прирост содержания кремния, содержащегося в азотированном ферросилиции. При доводке металла по температуре необходимо учитывать снижение температуры металла во время ввода порошковой проволокой.

б) ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием, осуществляется со скоростью, обеспечивающей минимальный барботаж металла в месте ввода проволоки. Ориентировочная скорость ввода от 150 до 170 м/мин.

в) расстояние между нижней частью направляющей трубы и уровнем металла при вводе порошковой проволоки должно быть не более 300 – 400 мм.

г) во время ввода порошковой проволоки продувка металла аргоном производится с минимальной интенсивностью, без оголения зеркала металла.

На время остановки установки вакуумирования расход азотосодержащих материалов, присаживаемых в сталеразливочный ковш при выпуске плавки из конвертера. Должен обеспечить содержание азота при поступлении на участок внепечной обработки не более 0,007%.

При необходимости, корректировка содержание азота проводится вводом порошковой проволоки с азотированным ферросилицием из расчета получения содержание азота не более 0,007%.

Ввод порошковой проволоки с азотированным ферросилицием осуществляется, так же как и при работающей установки вакуумирования.

При отсутствии азотированного феррохрома или азотированного ферросилиция допускается выпуск плавки без присадки данных материалов[3].

**3. Ковшевая обработка трансформаторной стали**

На начальном этапе разработки технологии производства трансформаторной стали перед ковшевой обработкой ставились следующие задачи:

* создание условий для полного усвоения ферросилиция, вводимого в ковш при сливе металла из конвертера;
* легирование металла азотом;
* доводка металла по химическому составу и температуре перед непрерывной разливкой.

Легирование трансформаторной стали кремнием производится при сливе металла из конвертера в ковш путем введения ферросилиция марки ФС-65 в количестве примерно 5% от массы металла. Для полного усвоения такой большой добавки металл должен иметь температуру 1660–1680ºС. Вводится ферросилиций одновременно из двух бункеров, расположенных с разных сторон ковша после заполнения его металлом на 1/4–1/5 высоты. Перед введением ферросилиция проводилось его предварительное раскисление чушковым алюминием в количестве 0,4–0,7 кг/т стали. При необходимости впоследствии может быть проведена корректировка содержания кремния путем введения порошковой проволоки на одном из агрегатов ковшевой обработки. Такая технология легирования металла кремнием обеспечивала достаточно надежное получение требуемого содержания этого компонента в заданных пределах.

На начальной стадии работы стремились получить металл, содержащий 0,012–0,014% азота. Были опробованы разные методы легирования металла этим элементом:

– введение при сливе металл в ковш карбамида (мочевины) в количестве 0,4–0,7 кг/т стали;

– введение при сливе металл в ковш азотированного феррохрома марки ФХН-1 (содержание азота ~ 6%) в количестве, гарантирующем получение в готовой стали хрома не более 0,30%;

– продувка металла азотом на агрегате доводки стали.

Все эти способы легирования металла азотом позволяли (с разной степенью надежности) получать требуемое содержание этого элемента. Однако при разливке первых опытных плавок трансформаторной стали часто происходили аварийные прорывы металла. В затвердевшей оболочке, оставшейся после вытеканию жидкого металла, обычно обнаруживались крупные газовые пузыри. Повышенную аварийность при разливке трансформаторной стали связали с повышенным содержанием газов – как азота, так и водорода. Влияние способа введения азота на технологические параметры разливки представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Влияние способа азотирования трансформаторной стали на показатели разливки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Способ азотирования | Количество плавок | Разлито плавок, шт. **/**% | |
| с прорывами | с подвисаниями |
| Без дополнительного азотирования | 16 | 1 / 6,2 | 1 / 6,2 |
| Азотированным феррохромом | 26 | 1 / 3,8 | 1 / 3,8 |
| Карбамидом | 40 | 4 / 10,0 | 9 / 22,5 |
| Продувкой азотом на АДС | 107 | 2 / 1,9 | 10 / 9,3 |

Данные таблицы 3.1 показывают, что лучшие результаты получаются при использовании азотированного феррохрома. С учетом этого обстоятельства в дальнейшем разработали технологию легирования металла азотом с использованием азотированного ферросилиция, производство которого было организовано в НПО «Эталон». Одновременно по согласованию с ОАО «ВИЗ-Сталь» нижний предел допустимого содержания азота был снижен до 0,009%.

Используемая в настоящее время технология легирования металла азотом состоит в следующем. При сливе металла из конвертера в сталеразливочный ковш вводится кусковый азотированный ферросилиций из расчета получения содержания азота в пределах 0,006–0,007%. При последующей обработке металла на агрегате доводки стали содержание азота повышается до 0,008% путем введения порошковой проволоки с наполнителем из азотированного ферросилиция. Усвоение азота при таком способе корректировки его содержания составляет в среднем 19%.

При разливке содержание азота в металле повышается в среднем на 0,001%. Частотное распределение содержания азота в металле на МНЛЗ представлено на рисунок 3.2. Как следует из этого рисунка, в подавляющем большинстве случаев обеспечивается требуемое содержание азота. В условиях довольно высокого содержания азота устранить образование газовых пузырей при разливке трансформаторной стали можно путем существенного снижения содержания водорода в разливаемом металле. Для решения этой задачи в число операций ковшевой обработки ввели вакуумирование металла на установке циркуляционного типа. При достаточно низком остаточном давлении в вакуумной камере удается снизить содержание водорода в металле на 1 *ppm* и более (рисунок 3.3).



Рисунок 3.2 Частотное распределение содержания азота на МНЛЗ



Рисунок 3.3 – Снижение содержания водорода при вакуумировании трансформаторной стали

Заметный вклад в содержание водорода в трансформаторной стали вносит влага, содержащаяся во всех используемых материалах. В качестве примера на рисунке 3.4 показано влияние расхода твердой шлакообразующей смеси (ТШС), применяемой для наведения шлака на установке «печь-ковш».



Рисунок 3.4 – Влияние расхода ТШС на изменение содержания водорода

По этой причине ферросплавы, вводимые в металл, прокаливаются а системы подачи в ковш азота и аргона осушиваются.

**4. Конструкция и оборудование МНЛЗ**

**4.1 Назначение и общая характеристика МНЛЗ**

Комплекс оборудования машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) предназначается для получения из жидкого металла непрерывнолитой слябовой заготовки, порезка её на мерные длины и транспортировки на головные рольганги транспортно-отделочной линии (ТОЛ).

Техническая характеристика существующих МНЛЗ

Тип МНЛЗ – радиально-криволинейная, с комбинированным количеством ручьев – 2,4.

Размер отливаемых слябов, мм:

– толщина 250

– ширина (при разливки в четыре ручья) 750…1050

(при разливки в два ручья) 1100…2500

Скорость разливки, м/мин 2,0…1,5

Металлургическая длина, мм 35800

Высота кристаллизатора, мм 1200

Расстояние между ручьями, мм 6000

Емкость сталеразливочного ковша, т 370

Емкость промежуточного ковша, т 50

Рабочий уровень металла в промежуточном

ковше, мм 1100

Длина базового радиуса, мм 8000

Скорость резки, мм/мин 435

Максимальный ход газовой резки, мм 6000

**4.2 Оборудование МНЛЗ**

ДЛЯ приема сталеразливочных ковшей используются существующие подъемно – поворотный разливочный стенд.

Промежуточный ковш увеличивается в объеме по 50 т. емкость ковша увеличивается за счет выставки кассет из боковин ковша. С целью обеспечения разливки всего диапазона в сечении в 4-х и 2-х ручьевом вариантах, в днище ковша предусмотренным сменные плиты.

Промежуточный ковш имеет стопорное устройство для регулирования подачи металла в кристаллизатор, на днище ковша сохранены шиберные затворы, позволяющий при необходимости производить перекрытие канала стали выпускного отверстия. Сверху ковш накрыт крышки (боковины).

Конструкция тележки промежуточного ковша остается прежней. К тележки подведен аргонопровод для подачи аргона в стали выпускное отверстие. Устройство заведения и отделения затравки модернизируются в связи с увеличением расстояния между ручьями 1400 до 1700 мм. Манипулятор защитной трубы и устройства для измерения температуры металла в промежуточном ковше оставлены прежними. Устройство для разогрева промежуточного ковша выполнено в виде поворачивающихся рычагов, к которым подсоединены горелки природного газа и воздухопровод. Поворот осуществляется в ручную, поднятия горелки от пневмопривода.

Кристаллизатор служит для формирования корочки слитка.

Тип кристаллизатора 2-х полостной радиальный со сменной вставкой.

Позволяет одновременно отливать по два слитка как одной так и разной ширены. Толщена медной плиты 70 мм узкая сторона и 70 мм широкая сторона. Регулирования ширины отливаемых слитков производиться путем замены средней ставки и перемещения крайних узких стенок Кристаллизаторы выполненные сборными, они состоят из четырех узких и четырех широких медных плит, имеющих сверленые каналы в широких и шалевые в узких стенках для прохода охлаждающей воды. Медные плиты закреплены на стальных станках имеются возможность регулирования положения конусности узких стенок что позволяют использовать один и тот же кристаллизатор для всего диапазона отливаемых заготовок На нижнем торце кристаллизатора установлены ролики: один ряд по широким граням и два ряда по узким. Для снижения износа в узких медных стенках предусмотрены износостойкие вставки. Кристаллизаторы выполнены с раздельными разводами и отводами воды к широким и узким стенкам. При этом, вода отдельно подводиться к узким (параллельно) и широким (последовательно) стенкам.

Плитный настил в районе кристаллизаторов.

Плитный настил состоит из стальных сварных лит над кристаллизатором и расположенных в округ кристаллизаторов сварных плит, футерованных огнеупорным кирпичом. Все плиты выполнены съемными и обеспечивают доступ крана к технологическому оборудованию.

Установка роликовых секций под кристаллизатором (УРС).

УРС предназначена для удержания корочки слитка от раздутия под воздействием ферростатического давления жидкого металла, охлаждения, направления и транспортировки слитка в процессе разливки и качания кристаллизатора.

УРС – участок, выключающий кристаллизатор и роликовые секции 1 и 2.

Основным базовым узлом УРС является станина, на которой расположены съемный блок с механизмом качания и секции 1 и 2. В состав УРС входят также привод механизма качания, трубные разводки, защитные экраны и поддоны.

Механизм качания 4-х эксцентриковый, состоит из двух валов, ориентированных вдоль широких граней слитков по большому и малому радиусах. На каждом валу иметься по две эксцентриковые шайбы, на которые опираются шатуны.

На не подвесной раме съемного блока и станине имеются площадки для установки секции 1 и 2. Монтаж, демонтаж оборудования УРС возможно как раздельно (кристаллизатор, роликовая секция номер 1, съемный блок с механизмом качания кристаллизатора), так и укрупненным съемным блоком, включая раму съемного блока с механизмом качания. Подвод воды к съемному блоку и секциям 1 и 2 производится автоматически при их закреплении по средствам торцевых уплотнений.

Привод качания состоит из электродвигателя, двух кинических редукторов и системы карданных валов обеспечивающих кинематическую связь эксцентриковых валов и двигателя.

Техническая характеристика механизма качания:

Тип привода электродвигатель постоянного тока

Ход качаний, мм ~3

Число качаний, 1/ мин до 250

Секция 1

Секция размешается не посредственно под кристаллизатором и состоит из 6-ти рядов роликов диаметром 140 мм, установленных с шагом 120 мм на литых рамках. Верхняя и нижняя рамы связаны друг с другом через литые боковины.

Каждый ряд роликов состоит из 4-х бандажей (по два на ручей) насажанных на индивидуальные оси. Бандажи вращаются на подшипниках качения. Смазка подшипниковых узлов – централизованная, через питатели, установленные на секции. Подвод смазочной магистрали блока питателей выполнен в виде быстроразъемного соединения.

Охлаждение роликов – наружная. Водяное, разбрызгивание от форсунок вторичного охлаждения слитков. Ролики выполняются из трубы, либо из цельной заготовки.

Секция 2

Секция имеет литую раму с нитью рядами роликов. Каждый ряд состоит из двух роликов – по одному на ручей. Каждый ролик вращается на своих подшипниках. Корпуса подшипников водоохлаждаемые. Охлаждение роликов – через осевой канал по средствам вертлюг. Смазка подшипников централизованная

Секция 1 Секция2

Количество роликов, шт. 6 6

Диаметр роликов, мм 140 140

Шаг роликов по «R», мм 180 245

Оборудование зоны вторичного охлаждения (ЗВО) предназначено для удержания слитка с жидкой сердцевиной выпучивания корочки металла под воздействия ферростатического давления жидкого металла, разлива слитка до горизонтального положения, вытягивания слитка кристаллизатора и его охлаждения.

ЗВО состоит из роликов секции. Ролики в секции устанавливаются с разным шагом, увеличивающимся по ходу технологического канала.

ЗВО комплектуется секциями 3,4,5,6,7,8,9,10 и 11.

Блок секций радиального участка

Секции 3,4,5 радиального участка скомпонованы в блок секции радиального участка. Блок имеет раму, установленную нижней опорой на существующую стойку. В верхней части рама опирается на стойку УРС. На раму крепятся роликовые секции.

Секции состоят из верхних и нижних рам с установленными на них роликами. Рамы сварные, выполненные из стальных плит и листов, без специального водяного охлаждения. Секция имеет по шесть нижних и верхних роликов. Ролики вдоль машины установлены в два ряда – каждый для своего ручья. Ролики двухопорные вращающиеся на роликовых сферических подшипниках.

В секции 4,5 – три, а в секции 3 – четыре нижних роликах в каждом ручье приводные. Ролики крайних ручьев приводиться не посредственно от редукторов, средних – через промежуточный вал и навесной редуктор.

Ролики имеют внутренне охлаждение через осевой канал. Подвод воды про изводиться посредством вертлюгов. Вертлюг имеет отъемную трубу находящуюся в канале. Такая конструкция позволяет снимать и ставить вертлюг не разбирая секции.

Корпуса подшипников водоохлаждаемые. Контроль охлаждения предусмотрен с помощью XИII и дополнительно визуальный контроль на сливе воды с помощью приемных воронок.

Предусмотрена замена блока секций криволинейного участка в сборе и по отдельным секциям.

Настройка блока секции в сборе производится на универсальном, для новых и существующих машин стенда.

Для настройки секции радиального и криволинейного участков предусмотрен дополнительный стенд.

Секция 8

Секция 8 криволинейного участка содержит пять 4-х роликовых блоков. Блок состоит из верхней и нижний траверз, соединенных между собой двумя крайними тягами и одной центральной стяжкой. На траверзах установлены 4 ролика – по два на ручей. Ролики двух опорные, имеют внутреннее охлаждение. Крайние и средние опоры координатными расточками выполнены отъемными.

Нижние опорные нечетные ролики крайних ручьев и четные средних приводные. Вращения к последним передается с помощью промежуточного вала и навесного редуктора.

Ролики охлаждаются через осевой канал с помощью бачков. Траверзы выполнены водоохлождающимися. Подшипники защищены водоохлождающимися экранами.

Блоки располагаются на общей раме, которая, в свою очередь, устанавливается на имеющейся стойки.

Диаметр роликов, мм 330

Количество приводных роликов (на один ручей), шт. 5

Шаг роликов в блоке, мм:

– по «R» 390

– по «ч» 390

Секция горизонтального участка

Секция 9, 10, горизонтального участка одинаковые по конструкции и состоят из рамы, на которую установлены по пять 4-х роликовых блоков, аналогичных блоком секции №8.

Секция устанавливается на имеющиеся стоики, Настройка секции выполняется на существующих стендах.

Диаметр роликов, мм 330

Шаг роликов, мм 390

Количество приводных роликов (на один ручей), шт. 5

Секция роликовая горизонтального участка №11.

Секция №11 состоит из трех 4-х роликовых блоков и тянущею устройства установленных на общей раме. Блоки такие же как в секциях 8…10.

Тянущие устройство состоит из кассеты нижних и верхних роликов. Кассеты соединены между собой четырьмя крайними тягами и двумя центральными стяжками.

Устройство предназначено для создания дополнительного тянущего усилия при прохождения конца слитка и после кратковременных остановок, предусмотренных технологией разливки.

Верхние нажимные ролики в своем верхнем положении становятся на упор, при этом раствор между роликами соответствует толщине слитка. При срабатывание гидроцилиндра ролики имеют возможность опуститься на 15 мм обеспечивая усилия прижимаются к слитку.

Усилия прижима тянущих роликов, т 60

Тянущее усилие, т ~20

Рабочая жидкость минеральное масло

Рабочие давление, МПа 10

Участок рольганга промежуточного с 4-х роликовым блоком

В зоне между секциями ЗВО с механизмом отделения затравки располагается промежуточный рольганг и установленный после него 4-х роликовый блок. Рольганг служит для передачи слитка от секций ЗВО к механизму отделения затравки.

**4.3 Установка коллекторов водовоздушного охлаждения**

Водовоздушное охлаждение слитка осуществляется через форсунки, подающие охладитель на слиток. Водовоздушная смесь образуется перед форсунками. Расход воды регулируется специальной аппаратурой, расход воздуха определяется расходом воды, регулируется только давление воздуха. Оборудование ЗВО находится в бункере, из которого образуется пар отсасывается вытяжной вентиляцией.

В зависимости от ширены слитка коллектора устанавливаются на заданную высоту.

Привод роликовых секций

Привод роликовых зон ЗВО индивидуальный, выполненный от двигателей постоянного тока с широкой регулировкой числа оборотов, обеспечивающей скорость в пределах 0.2… 2.0 м/мин. Передача момента от двигателей к приводным роликам производится через планетарные редуктора посредствам шпиндельных и карданных соединений.

Устройство для демонтажа секций 3,4,5

Данное устройство служит для смены секций 3,4,5, входящих в блок секций радиального участка и секции 6,7 криволинейного участка.

Устройство состоит из:

– цепного манипулятора;

– направляющих рельс;

Демонтаж секции производится при помощи цехового крана.

**4.4 Система охлаждения кристаллизатора**

Вода для охлаждения медных стенок отдельно подается в широкие стенки, соединенные последовательно, и в узкие, соединены параллельно. Слив воды со всех стенок производится в общею магистраль. Система позволяет осуществлять независимое охлаждение отдельно широких (последовательно) и узких стенок (отдельно каждой) и вести регулирование расхода, изменение давления, температуры на входе по каждой группе стенок и общее давление и температуру на входе.

Охлаждение выполнено в виде замкнутой системы.

Основные параметры воды:

– качество воды, взвесей, мг/л, не более 50

– крупность взвесей, мкм, не более 500

– жесткость, мг экв/л 4

– расход воды на один кристаллизатор, м3/ч:

– широкие стенки 550

– узкие стенки 190

– скорость воды в каналах, м/с 7

– рабочие давление на отметке +0, КПа 900

– температура в подающей линии, оС 10…15

Система охлаждения оборудования

Система предназначена для охлаждения траверз и роликов 4-х роликовых зон, защитных экранов, роликов рольгангов участка приема слябов с рольганг-тележки.

Качество воды:

– количество взвесей, мг/л, не более 50

– крупность взвесей, мкм, не более 500

– жесткость, мг экв/л 4

– расход воды на МНЛЗ ручей, м3/час 1000

– рабочее давление на отметке +0 кПа 600

– температура в подающей линии, оС, не более 3

Система вторичного охлаждения

Охлаждение разбито на 7 зон по широким граням и одну зону по узкой грани (торцы).

В 1 и 2 и торцевой зоне применено водяное охлаждение плоскофакельные форсунки П120, в зонах 1,2 и круглофакельные К30 в торцовой зоне.

В зонах 3… 7 применено водовоздушное охлаждение.

В зонах 3,4 применено двухрядное расположение коллекторов с

форсунками ВI00, в зонах 5,7 – однорядные коллектора с форсунками В130. Подсистема подачи воды (на один ручей):

– количество взвесей, мг/л, не более 40

– крупность взвесей, мкм, не более 50

– жесткость общая, мг/л, не более 4

– содержание плавающих масел, мл/л, не более 10

– давление на отметке +0, кПа 600

– расход воды, м3/ч 19…92,3

– температура воды, оС 35

Подсистема воздуха (на один ручей):

– класс чистоты по ГОСТ 17433–80 +

– давления, кПа 400… 600

– расход, НМ/час, мах 2300

Рольганги МНЛЗ

Рольганги; затравки за МГР и приемный подлежат модернизации которая заключается в расширении проема между бортами и установки экранов защиты подшипников от нагрева от близко идущего сляба.

**4.5 Машина газовой резки (МГР)**

МГР обеспечивает порезку заготовок мерной длины независимо в каждом ручье. Для возможности установки резака, разводка энергоносителей по МГР, изменение конструкций гидрослива и сливных желобов.

**4.6 Устройство передачи слябов (УПС)**

Для обеспечения цикла уборки поступающих с МНЛЗ слябов, предусмотрена установка дополнительно своего УПС. УПС устанавливается на имеющейся эстакаде. УПС обеспечивает уборку по одному слитку шириной 900…1359 мм

Рольганд-тележка

Рольганд-тележка обеспечивает приемку слябов с любой МНЛЗ и передачу их на ТОЛ, для приема с новых машин двух слитков с общей шириной до 3050 мм (1350х 2+350 мм) устанавливаются новые удлиненные (~ на 300 мм) ролики, удлиняется сцепка между тележками.

**5. Непрерывная разливка трансформаторной стали**

Разливка трансформаторной стали производится на четырехручьевых МНЛЗ с криволинейной технологической осью. Радиус кривизны базовой стенки кристаллизатора составляет 8 м. Обычно отливаются слябы, имеющие поперечной сечение 250×(910–1100) мм.

Уже первые опыты по непрерывной разливке трансформаторной стали показали, что при скорости вытягивания слябов из кристаллизатора 0,7 м/мини более независимо от температуры разливки происходит вздутие слябов как по ширине, так и по толщине, составляющее 10–15% от соответствующих размеров поперечного сечения. Вздутие слябов приводило к остановке машины или разрыву затвердевшей оболочки и аварийному вытеканию жидкого металла. Несколько меньшие вздутия слябов (5–6%) наблюдались и при скорости вытягивания 0,6 м/мин. По этой причине в дальнейшем непрерывную разливку трансформаторной стали вели со скоростью вытягивания 0,4–0,5 м/мин.

Аварийные прорывы металла оказались наиболее болезненной проблемой производства трансформаторной стали в ОАО «ММК». Частота их появления в период освоения производства трансформаторной стали была на один-два порядка выше, чем при разливке стали все других марок. Как уже отмечалось ранее, аварийные прорывы металла были также тесно связаны с образованием при кристаллизации металла газовых пузырей. Для решения проблемы аварийных прорывов пришлось разработать особый температурно-скоростной режим разливки трансформаторной стали, новые шлакообразующие смеси, особый режим вторичного охлаждения слябов, а также принять специальные меры по снижению содержания водорода в металле.

Разливка трансформаторной стали производится сериями по методу «плавка на плавку», причем одновременно с началом разливки группы плавок трансформаторной стали производится замена промежуточного ковша. Смена промежуточного ковша позволяет существенно уменьшить длину переходного участка слябов, металл которого по химическому составу не соответствует трансформаторной стали.

Экспериментально было установлено, что трансформаторная сталь, выплавляемая в ОАО «ММК», имеет температуру начала затвердевания примерно 1490 °С. В связи с низкой скоростью вытягивания слябов из кристаллизатора и довольно большой продолжительностью разливки нужно иметь значительный перегрев металла над температурой ликвидуса. Поэтому скорость вытягивания слябов из кристаллизатора несколько меняется в зависимости от температуры металла в промежуточном ковше:

Температура металла в промежуточном ковше, оС 1525 Менее

и более 1525

Скорость разливки, м/мин0,4 0,4–0,5

Особое значение при разливке трансформаторной стали имеет шлакообразующая смесь (ШОС), вводимая в кристаллизатор. Для условий запуска МНЛЗ и работы в переходных режимах разработали новую шлакообразующую смесь с меньшей температурой плавления. В результате исследования, проведенного с использованием высокотемпературного микроскопа, была предложена «стартовая» смесь с температурой плавления 1090 оС следующего компонентного состава (*%* по массе):

Графит Плавиковый Силикатная Датолитовый Формовочный Цемент шпат глыба концентрат песок 10 20 20 20 7 23

В «стартовой» смеси содержалось в среднем 7,8%фтора и 7,6% углерода, она имела основность 0,94 и влажность 0,14%. Такое содержание фтора в смеси и ее основность были соответственно на 1,5%(абс.) и 0,15 (абс.) меньше, чем в обычной смеси для разливки трансформаторной стали. Достижение меньшей температуры плавления «стартовой» смеси было достигнуто вследствие увеличения содержания оксидов щелочных элементов, в том числе и бора.

Использование рационального температурно-скоростного режима, легкоплавкой шлакообразующей смеси и мягкого режима охлаждения слябов после выхода из кристаллизатора позволило существенно уменьшить частоту аварийных прорывов металла при разливке трансформаторной стали (рисунок 5.1)

– весь металл; – трансформаторная сталь



160

140

120

100

80

60

40

20

0

1997 1998 1999 2000 2001 2002

Количество прорывов, *шт./1000 пл.*

Год

Рисунок 5.1- Изменение количества аварийных прорывов металла в кислородно-конверторном цехе в период 1997….2002 гг.

**6. Технология непрерывной разливки трансформаторной стали**

**6.1 Подготовка МНЛЗ к работе**

Проверка и подготовка кристаллизатора

В период подготовки машины у кристаллизаторов проверяют уклон узких стенок специальным измерителем конусности, разность в конусности противоположных стенок не должна превышать 0,5 мм.

Соосность кристаллизаторов относительно верхних роликовых секций зоны вторичного охлаждения проверяют специальным шаблоном радиусом 8000 мм. Отклонение не должно превышать 0,2 мм.

Проверка элементов системы вторичного охлаждения

В период подготовки в системе вторичного охлаждения проверяют:

– исправность и надежность крепления рукавов для подвода воды к коллекторам и кристаллизатору на максимальных расходах;

– расположение коллекторов относительно роликов;

– исправность и расположение форсунок относительно роликов.

Форсунки перед установкой на машину проходят проверку на специальном стенде. Исправность, ориентацию и качество факела форсунок проверяют при максимальном расходе воды и воздуха. Засоренные форсунки прочищают, а вышедшие из строя заменяют новыми.

Проверка элементов поддерживающей системы и ее охлаждение

В период подготовки в поддерживающей системе проверяют:

– исправность и надежность крепления рукавов для подвода воды к роликам, промежуточным опорам и к траверзам на максимальных расходах;

– состояние поверхности роликов;

– отсутствие скрапин и других посторонних предметов между роликами;

– состояние подшипников и промежуточных опор и наличие смазки визуально;

– вращение приводных роликов с контролем токовых нагрузок;

– шумы при холостой прокрутке ручьев;

– вращение неприводных роликов по секциям.

Проверяются все механизмы МНЛЗ в холостом режиме, при обнаружении неисправностей они должны быть устранены.

Подготовка промежуточных ковшей и погружных сталеразливочных стаканов к разливке

Производят разогрев промежуточных ковшей на специальном стенде разливочной площадки. Поддерживание температуры футеровки промежуточного ковша производится на подъемно-поворотных тележках разливочного стенда.

Перед сушкой и разогревом промежуточного ковша в полые стержни стопоров устанавливают воздухоподводящие трубки, воздух для охлаждения стопора подают в течение всего цикла сушки и разогрева. Разогрев осуществляется при помощи специальных горелок природным газом. Время установки промежуточного ковша на разогрев отмечается в технологическом журнале. Разогрев промежуточных ковшей производят согласно «Технологической инструкции по футеровке и эксплуатации промежуточных ковшей» ТИ-I0I-СТ-ККЦ-49–97. В процессе разогрева постоянно осуществляется опробование работы стопоров и шиберных затворов. Перед началом разливки серии трансформаторной стали, промежуточный ковш должен быть хорошо просушен на стенде в течение не менее 3 часов. Время разогрева промежуточного ковша в резервной позиции стенда должно быть не менее 8 часов. В ОНРС ковши подаются просушенные. Разогрев производится до температуры не менее 1100… 1200 оС, при этом футеровка ковша должна иметь ярко-малиновый цвет.

Контроль за режимом разогрева и подготовкой промежуточных ковшей к разливке осуществляет бригадир разливки.

Для обеспечения безаварийной работы МНЛЗ разливку следует начинать при наличии на рабочей площадке двух разогретых промежуточных ковшей.

Для подвода металла из промежуточного ковша в кристаллизатор применяется кварцевые или корундографитовые погружные стаканы, которые разогреваются в специальных устройствах до температуры 700… 1000 оС. Время между извлечением стаканов из устройства и началом разливки не должно превышать 40 секунд.

Визуально проверяют целостность стаканов, геометрию и соосность рассекателя и выпускных отверстий, отсутствие трещин и сколов.

Заведение затравки

Перед заведением затравки проверяют:

– состояние замка;

– надежность крепления головки к телу затравки;

– герметичность надувных элементов;

– состояние клапанов;

– наличие и состояние титановых накладок

Головка затравки должна быть очищена от остатков металла, заусенцев и не иметь трещин.

Надувные элементы затравки и манжеты штуцера подвода воздуха проверяют на герметичность при давлении воздуха не менее 0,45 МПа (4,5 кгс/см2). Показания манометра при отсоединении воздуховода не должны изменяться более, чем на 0,02 МПа (0,2 кгс/см2) в течение 30 минут после прекращения подачи воздуха.

Перед заведением затравки в кристаллизатор проверяют работу всех механизмов, а затем устанавливают защитный экран и включают вентиляционные системы.

Перед заведением затравки проверяют соответствие геометрических размеров головки размерам кристаллизатора. Проверенную и подготовленную затравку при помощи машины заведения затравки заводят в кристаллизатор сверху на пониженной скорости не более 0,5 м/мин.

Во время заведения затравки контролируется положение головки затравки относительно оси ручья, отклонение от оси не должно превышать 3 мм. С помощью специального «штыря» надувают резиновые камеры затравок сжатым воздухом, затем отсоединяют захваты от головки затравки и поднимают их в верхнее положение, а устройство для задачи затравки перемещают в положение приема.

Затравку устанавливают на уровне 600… 700 мм ниже верхнего среза кристаллизатора.

Установив затравку в исходное положение, выполняют следующие операции:

– убирают защитный экран с кристаллизатора;

– заделывают зазоры между стенками кристаллизатора и головкой затравки асбестовым шнуром;

– укладывают на головку затравки металлическую обрезь – «холодильники»;

– на поверхность стенок кристаллизатора наносится тонкий слой смазки (парафиновый, графитовый или солидол с графитом);

– на новых кристаллизаторах стыки узких и широких стенок (углы) замазываются смазкой замешанной до густого состояния, состоящей из следующих компонентов: солидол, ГШОС – 50% или графит – 50%.

Заделку зазоров асбестовым шнуром производят при помощи специальной забивки.

Количество рабочих заведений затравок с одними надувными элементами не должно превышать для четырехручьевого режима разливки – 15, для двухручьевого – 20, но не более 1 месяца с момента начала ее приемки. После чего тело затравки необходимо передать для проверки и опрессовки надувных элементов.

Подготовка МНЛЗ к приёму жидкого металла

Для аварийного слива металла подготавливают ёмкости и желоба. Наличие влаги, шлака, металла в них не допускается.

На рабочей площадке разливщики проверяют наличие и исправность рабочего инструмента, наличие заданной шлакообразующей смеси.

Разрешается использовать в промковше порошкообразную или гранулированную шлакообразующую смесь, а также – отходы производства гранулированной смеси в виде «коржей» и пыли.

Перед выпуском плавки из конвертера выполняют следующие операции:

– проверяют готовность электросхем, гидросистем, аварийных систем;

– проверяют давление воды, сжатого воздуха, природного газа и кислорода;

– открывают воду на охлаждение кристаллизатора, узлов и механизмов МНЛЗ в соответствии с нормами расхода.

После выпуска плавки сталеразливочный ковш подают для внепечной обработки на установку по доводке стали в ковше, вакуумную установку или печь-ковш, после чего плавку подают на МНЛ3.

Установка сталеразливочного ковша с металлом производится на разливочный стенд в резервную позицию. Убедившись в правильной установке на стенде, ковш освобождают от грузозахватных устройств и накрывают теплоизолирующей крышкой, затем производят подсоединение гидравлических приводов шиберных затворов, при этом:

– проверяют отсутствие людей в горячей камере МНЛЗ;

– закрытие люков и дверей в это помещение.

Подсоединив гидравлические приводы шиберных затворов, выполняют операции по установке промежуточного ковша:

– проверяют работу стопоров и шиберных затворов;

– извлекают «штырь» для надувания затравки сжатым воздухом, отверстие заделывают асбестом, поверх которого укладываются «холодильники»;

– устанавливают флажки на узкие грани кристаллизатора шириной 750…1080 мм;

– убирают горелки разогрева футеровки, поднимают промежуточный ковш и перемещают его из резервной позиции в рабочую;

– подвешивают погружные стаканы;

– производят центровку погружных стаканов по выходным отверстиям относительно стенок, строго вертикально по оси кристаллизaтoра.

После установки промежуточного ковша, сталеразливочный ковш перемещают в рабочую позицию, производится центровка сталеразливочного ковша, при этом траверса разливочного стенда должны находиться в горизонтальном положении. После чего сталеразливочный ковш поднимают в верхнее положение. МНЛЗ к приему жидкого метала готова [4].

**6.2 Начало разливки стали на МНЛЗ**

После появления металла, оператор главного пульта управления МНЛЗ объявляет по внутренней связи: «Металл – в промежуточном ковше».

Набирают металл промежуточный ковш на высоту от 300 до 400 мм от «бойной» части ковша и разливщики открывают стопора и начинают заполнять металлом кристаллизаторы. По внутренней связи оператор объявляет: «Металл в кристаллизаторе» и по пуску МНЛЗ включает подачу воды и воздуха в систему вторичного охлаждения.

При наполнении промежуточного ковша до половины его объема на зеркало металла в центральную часть и под каждый стопор присаживается шлакообразующая смесь, затем доводят уровень металла до рабочего (не менее 50… 150 мм от носка аварийного слива) и поддерживают его в течение всей разливки.

После установки защитной трубы в центральную часть пpомежуточного ковша подается дополнительно шлакообразующая смесь, дальнейшую подачу смеси производить по мере ее проплавления. Суммарный расход шлакообразующей смеси на серию промежуточного ковша должен составлять 0,3…0,5 кг/т, стали.

При наполнении кристаллизатора металлом заплески стенок не допускаются. После того как уровень металла достигает выходных отверстий сталеразливочного стакана проверяют работу стопоров промежуточного ковша. Затем подают в кристаллизатор равномерно по зеркалу металла шлакообразующую смесь. Время наполнения кристаллизатора должно быть 70..90 сек. для ширины сляба 750…1600 мм, 90…120 сек. для ширины – 1650…2350 мм и 120…150 сек. для ширины более 2350 мм.

При запуске на новом кристаллизаторе (первая плавка на кристаллизаторе) время наполнения должно соответствовать максимальным значениям.

При подходе металла в кристаллизаторе к уровню 100… 150 мм от его верхней кромки по команде старшего разливщика включают привод вытягивания сляба со скоростью 0,1 м/мин. Одновременно с пуском машины механизм качания кристаллизатора включают и оператор главного пульта управления по внутренней связи объявляет: «Машина №… пущена».

Регламентированный разгон МНЛЗ производят в автоматическом режиме. В случае ручного управления разгон необходимо производить по следующему режиму:

– со скоростью 0,1 м/мин до 0,1 м в течение 60 сек;

– со скоростью 0,2 м/мин до 0,2 м в течение 30 сек;

– со скоростью 0,3 м/мин до 0,3 м в течение 20 сек;

– со скоростью 0,4 м/мин до 0,4 м в течение 15 сек;

– со скоростью 0,5 м/мин до 0,5 м в течение 12 сек;

– со скоростью 0.6 м/мин до 0.6 м в течение 10 сек

Слиток выводится из кристаллизатора на скорости 0,3 м/мин.

Скорость разливки, равную 0,6 м/мин для сечения до 1850 мм и 0,5 м/мин для сечения 1850 мм и более, поддерживают до первого замера температуры в промежуточном ковше.

Не рекомендуется изменения рабочей скорости в процессе разливки более 2-х раз за плавку на одном ручье, не считая технологических операций и аварийных ситуаций.

Для разливки первых плавок в серии на запуск и при смене промежуточных ковшей, температуру металла после внепечной обработки допускается иметь на 5… 10 оС выше верхнего предела. Плавки с температурой металла выше верхнего предела или менее нижнего предела чем на 3 ос после внепечной обработки в серию плавок на МНЛЗ подавать по разрешению начальника смены.

При массовой доле серы 0,026…0,030% скорость разливки снижать на 0,1 м/мин, но не ниже минимальной рабочей скорости. Если в пробе АДС массовая доля серы в металле составляет 0,031.. 0,040% плавку на МНЛЗ разливать по разрешению начальника цеха или его заместителей и скорость разливки не должна быть выше минимальной рабочей скорости.

При массовой доле серы более 0,040% в пробе металла после окончания внепечной обработки плавку на МНЛЗ разливать запрещается. При достижении усилия вытягивания слитка из кристаллизатора 16 т машина останавливается. Запуск производить на скорости 0,1 м/мин через 10… 15 секунд. Измерение температуры жидкой стали на МНЛЗ производится термопарой погруженную вручную с рабочей площадки. Первый замер производится после отливки 30–35 тонн металла на метре, указанном в таблице, второй является определяющим – в середине плавки (180…200 т.).

Массовый расход шлакообразующей смеси для защиты зеркала металла в кристаллизаторе должен быть от 0,7 до 1,0 кг на тонну стали. Поверхность смеси в кристаллизаторе должна быть темной. Смесь не должна комковаться, шлак должен быть жидкоподвижным, гарнисаж-пластичным. В случае комкования смеси необходимо её обновить. Яркого свечения поверхности смеси и оголения мениска металла не допускается.

**6.3 Отбор проб на химический анализ и контроль макроструктуры**

В процессе разливки отбираются четыре пробы металла на химический анализ ложкой из-под шиберного затвора сталеразливочного ковша или из под защитной трубы с подачей аргона в стык труба-коллектор согласно ТИЮ1-СТ-ККЦ-29–96, или npобоотборником ПМ-К-0194–200 при помощи вакуум-насоса из кристаллизатора МНЛЗ в соответствии с ВТИ 100-СТ-ККЦ-79–98:

– первая – через 5… 10 минут от начала разливки плавки, две- в районе середины плавки (маркировочные) и последняя – за 5… 10 мин (30..50 т) до конца разливки.

Не позже 15 минут после отбора первая проба должна быть отправлена на химический анализ в лабораторию аналитического контроля, где проводят химический анализ металла.

Не позднее 35 минут после начала разливки плавки химический анализ первой разливочной пробы плавки должен быть у диспетчера цеха для уточнения задания на порезку слябов.

Для контроля макроструктуры в непрерывно-литой заготовки отбирают пробы для изготовления темплетов. Пробы отбирать в отделении приемки литых слябов ККЦ под контролем работников ОКП из «хвостовой» части пятого сляба каждого ручья на первой плавке в серии.

«Хвостовую» часть сляба после отбора проб для темплетов выравнивают.

**6.4 Порезка слябов на участки резки МНЛЗ**

В процессе разливки слябы на машине газовой резки МНЛЗ разрезают на мерные длины согласно заказам Управления производством и маркируются (номером плавки, номером ручья, номером сляба). При порезке не допускаются косые и ступенчатые резы, косина реза не должна превышать 15 мм, ступенька реза не более 10 мм со стороны малого радиуса и 15 мм со стороны базового радиуса. При большей косине и ступеньке реза производится настройка газовых резаков.

Порезанные слябы отправляются в транспортно – отделочное отделение (ТОО). В случае остановки транспортно-отделочной линии (ТОЛ-l и ТОЛ-2) и рольганг-тележки слябы складываются в копильники.

**6.5 Завершение разливки стали на МНЛЗ**

Окончание разливки стали производят по возможности на мерной длине сляба с учетом обрези для данной части сляба.

За один метр до окончания разливки скорость вытягивания заготовки плавно снижают до 0,3…0,4 м/мин. В кристаллизатор подают от 5 до 7 кг сухого песка и загущенную шлакообразующую смесь полностью удаляют специальными скребками.

По получению на одном из ручьев мерной длины закрывают стопор промежуточного ковша и отстегивают погружной стакан, после чего металл интенсивно перемешивают металлическим стержнем до появления усадки.

Промежуточный ковш переводят из рабочей позиции в резервную, извлекают трубки охлаждающие стопора и отправляют на участок ремонта в ковшевой пролет.

Вывод сляба из кристаллизатора механизм качания отключается, скорость вытягивания плавно увеличивается до 0,6 м/мин, а после выхода сляба из первой секции до 1 м/мин.

По мере прохождения концом сляба роликовых секций, посекционно автоматически или вручную отключают подачу воды на ЗВО.

**6.6 Разливка трансформаторной стали**

Разливка трансформаторной стали производится в серию, посадом после разливки углеродистой стали. Количество плавок в серии определяется заказами. Управлением производством (УП) и стойкости кристаллизатора, а также износом узких и раствором широких стенок кристаллизатора. Разливку стали на МНЛЗ производить через кристаллизаторы, оборудованными термодатчиками.

Перед началом разливки серии плавок промежуточный ковш должен быть хорошо просушен на стенде в течении не менее 3 часов. Время разогрева промежуточного ковша в резервной позиции стенда должно быть не менее 8 часов, а также необходимо провести ревизию вытяжной вентиляции и герметизации бункера зоны вторичного охлаждения с целью устранения утечки пара из бункера.

Разделение плавок электротехнической трансформаторной стали от плавок других марок производится по следующей технологии:

– содержание кремния в металле на смежных плавках с трансформаторной стали должно быть не менее 0,15%;

– уровень металла в промковше перед открытием плавки должен составлять 200…300 мм от бойной части (суммарный вес остаточного металла и шлака в промежуточном ковше 12… 15 т);

– перед открытием плавки производить снижение скорости разливки или замену погружных стаканов на мерной длине слитка с учетом длины разделительного сляба;

– разделительный сляб должен составлять не менее 1 м до «пояса», 0,8 м «пояс» и 5 м после «пояса» – общая длина разделительного сляба – не менее 6,8 м. Разделительный сляб считать технологическими отходами.

– при переходе с трансформаторной стали на сталь другой марки, в течение 4 м отлитого сляба, скорость разливки не должна превышать рабочую 0,4…0,5 м/мин;

– в случае длительного открывания шиберного затвора сталеразливочного ковша новой плавки скорость разливки допускается снижать до 0,1 м/мин не ранее, чем за 12 т остаточного веса металла в промежуточном ковше;

– дальнейший разгон ручьев производить плавно, не допуская резких колебаний уровня металла в кристаллизаторе, со скоростью 0,05 м/мин через 200…300 мм, после чего необходимо проконтролировать уровень металла в кристаллизаторе и убедиться в отсутствии зависания корочки слитка.

Плавки трансформаторной стали разливать с укрытием крышкой сталъковша и защитой аргоном в стыке труба – коллектор сталъковmа. Защитную трубу необходимо устанавливать после открытия и приработки шиберного затвора. Пробы на химический анализ отбирать из-под защитной трубы с подачей аргона в стык труба – коллектор стальковша. В начале плавки разливка открытой струей разрешается в течение не более 10 мин.

При отсутствии азотированных ферросплавов разливку металла производить с применением защитной трубы Подольского завода, при этом в стык коллектора сталеразливочного ковша и защитной трубы аргон не подавать. Содержание азота в металле перед отдачей плавки с АДС в этом случае не должно превышать 0,007%. Скорость разливки не должна превышать 0,4 м/мин.

Во время разливки трансформаторной стали запрещается использовать воду для уборки рабочего места вблизи кристаллизатора и коробок со шлакообразующей смесью.

Температура металла в стальковше после обработки на агрегатах доводки или КУБС в серию на промежуточный ковш должна составлять – 1575… 1565оС.

Температура металла в промежуточном ковше – 1545… 1520оС.

Запуск ручьев производить на скорости 0,1–0,2 м/мин. Разгон ручьев производить плавно на 0,05 м/мин через каждые 100 мм (для новых кристаллизаторов 0,05 м/мин через 200 мм). Усилие вытягивание во время выхода головки затравки из кристаллизатора и разгона ручья до 0,3 м/мин не должно превышать 12 т. При увеличении усилия вытягивания более 12 т скорость вытягивания слитка до выхода головки затравки из кристаллизатора установить равным 0,2 м/мин. При достижении усилия 16 т и более ручьи остановить на 15…20 сек. и затем, убедившись в отсутствии зависания корочки слитка, продолжить разливку.

С момента запуска и отливки не менее 5 м слитка тщательно контролировать мениск металла на наличие зависших участков корочки слитка.

Стойкость промежуточного ковша определяется его состоянием перед началом серии разливки. Максимальная стойкость не должна превышать 7 плавок

При разливке трансформаторной стали использовать гранулированную

шлакообразующую смесь, изготовленную в соответствии с требованиями ТИ 101-СТ – ЦПКП-5–02, следующего химического состава: содержание фтора 8–10%, оксидов щелочных металлов 4,0…6,0%, углерода 7…10%, основность в пределах 0,9…1,2. Разрешается использовать смесь основностью 1,21… 1,30 при содержании фтора не более 9,0%. В промежуточном ковше разрешается применять шлакообразующую смесь с содержанием углерода до 5%, фтора до 8% и основностью до 1,6.

Шлакообразующую смесь, предназначенной для разливки трансформаторной стали, заказывать заранее, не позднее 2 суток с момента начала производства этой марки. При хранении смеси более 3 суток производить дополнительный анализ на содержание влаги. Запрещается использовать смесь со сроком хранения более 5 суток и с влажностью более 0,40%.

Расходы воды и воздуха на охлаждение слябов в ЗВО по широким граням должны соответствовать четвертой группе охлаждения, как для низкоуглеродистых марок стали. По торцам расходы воды устанавливать в зависимости от скорости разливки:

Скорость разливки, м/мин Расход воды на торец, м3/час

0,4 2,5

0,5 2,8

Раскрой слитка производить согласно заказам ПУ.

На слябы, смежные с разделительными, рекомендуется заказывать мерную длину 5,0 м.

От разделительного сляба отбирать пробы металла из осевой части по ширине сляба от «головного» и «хвостового» торца. При несоответствии химического состава контрольных анализов требованиям технической документации производить дополнительный контрольный анализ смежных с разделительным слябов [3].

**7. Дефекты и причины аварий при разливки**

При анализе причин аварийности разливки трансформаторной стали (разливка с прорывами слитка) важное значение имеет химический состав жидкой стали, так как физико-механические свойства металла во многом определяются присутствующими в нем элементами, их свойствами и количеством. Наличие в стали повышенных концентраций кремния, меди, азота и алюминия наряду с низкими содержаниями углерода и марганца неблагоприятно сказываются на механических свойствах стали при высоких температурах.

Наличие в трансформаторной стали значительного количества меди, имеющей низкую температуру плавления (1083 оС) и очень плохо растворяющуюся в твердом железе, может существенно ухудшить механические свойства металла при температуре выше 1200 оС. На выходе из кристаллизатора затвердевшая оболочка имеет температуру 1300… 1400 оС.

Высокая частота аварийных прорывов при разливке трансформаторной стали обусловлена низким уровнем механических свойств этого металла при высоких температурах.

Изменения условий разливки: температуры, скорости вытягивания, свойств шлакообразующей смеси и др. приводит к появлению напряжений в корочке слитка, превышающих предел прочности металла.

Присутствующие в стали химические элементы при определенных условиях (повышенных или пониженных концентрациях, образуя соединения между собой с разной степенью растворимости и т.д.) повышают вероятность возникновения аварийной разливки. В этих условиях необходима оценка химического состава жидкой стали при разливке, установление имеющихся взаимосвязей между элементами и влияния их на конечные результаты.

Химический состав трансформаторной стали оговорен в ТП 14–101–382–97 и должен удовлетворять следующим требованиям, %: 0,025…0,045% С; 3,0…3,4% Si; 0,10…0,25% Мn; не более 0,025% Р; 0,02% S; 0,3% Сг; 0,3% Ni; 0,4…0,6% Си; 0,006…0,011% N; 0,011…0,017% Аl.

С целью обеспечения полного растворения необходимого для легирования ферросилиция, количество которого составляет 17… 18 т, была внедрена продувка аргоном металла в ковше во время выпуска плавки. Продувку осуществляли через устройство, устанавливаемое в канале шиберного затвора.

Для легирования стали медью использовали в завалку медный лом массой 1,5…2,0 т или биметаллический лом массой 25 т, содержащий ориентировочно 7% меди. Это обеспечивало содержание меди в повалочной пробе 0,45…0,50%.

Для получения требуемого содержания серы в стали во время выпуска плавки в ковш присаживали отсев извести. Наивысшая степень десульфурации (до 60%) достигалась при основности ковшевого шлака в интервале 2,2…3,0.

Увеличение основности делает шлак гетерогенным, что приводит к ухудшению десульфурации. Получение требуемого содержания азота в металле потребовало опробования различных вариантов технологии его введения в трансформаторную сталь.

При азотировании, трансформаторной стали карбамидом были частые случаи появления дефекта «газовый пузырь» в непрерывнолитом слябе. На ряде плавок «прорывы» корочки слитка во время разливки, а на многих повисание слитка. Осмотр темплетов и корочек слябов прорывных плавок показал наличие в металле газовых пузырей различных по диаметру и длине (рисунок 7.1 и 7.2).



Рисунок 7.1 – Мелкие газовые пузырив непрерывно литых слябах трансформаторной стали (а – вид по толщине сляба; б – вид сверху)

Из 12 плавок, в которых были газовые пузыри диаметром 1…5 мм, семь плавок разлиты с прорывами и на всех были подвисания корочки слитка. На плавках с диаметром газового пузыря менее 1 мм подвисания и прорывы отсутствовали. При этом пузыри не имели выхода на поверхность и располагались на глубине 8 мм и более.

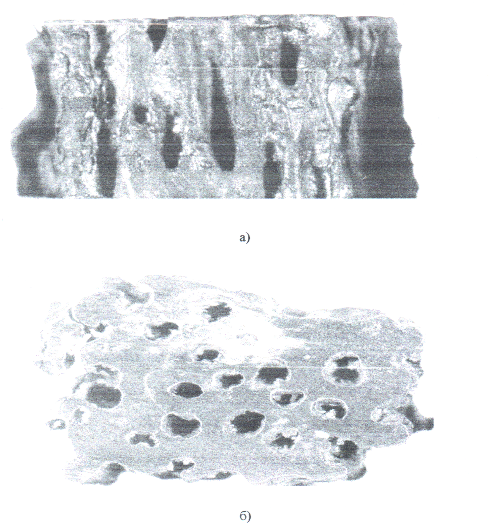


Рисунок 7.2 – Общий вид крупных газовых пузырей в темплетах непрерывно литых слябов: (а – по толщине сляба; б – вид сверху)

Пузыри, имеющие выход на поверхность сляба, то есть сообщающиеся с атмосферой, имеют окисленную поверхность, а у пузырей, не имеющих выхода, поверхность не окислена – блестящая (рисунок 7.3).

Эти факты позволяют сделать вывод, что трансформаторная сталь в процессе производства была насыщена неокислительными газами до такой степени, что при разливке происходило образование газовых пузырей. Одни пузыри сообщаются с атмосферой и газы выделяются из металла, а другие не имеют выхода на поверхность слябами остаются внутри металла.

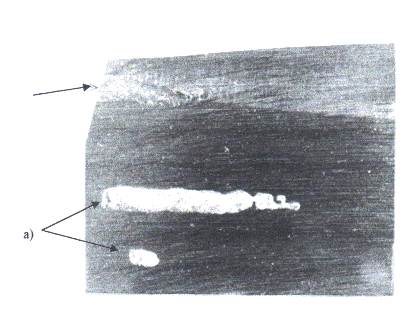


Рисунок 7.3 – Пузыри в металле: (а – внутренний, поверхность пузыря не окислена; б – выходит наружу, поверхность пузыря окислена – темная)

Поведения шлакообразующей смеси и шлака в кристаллизаторе показал, что на аварийных плавках наблюдаются комкование шлака и смеси и образование грубого ранта. Усилие вытягивания возрастало на 1,0… 1,5 т, что свидетельствует о резком ухудшении смазки между корочкой слитка и медными стенками кристаллизатора. Кроме того, в этих условиях возможны «прилипания» корочки слитка к стенкам кристаллизатора, поскольку выделяющийся газ выдавливает прослойку из жидкого шлака между стенками кристаллизатора и образовавшейся корочкой слитка, выделяющиеся из металла газы препятствуют нормальному затеканию шлака в этот зазор. Расход шлака при этом снижается.

В тоже время из металла в шлак кристаллизатора продолжают всплывать оксиды кремния и алюминия, что приводит к увеличению их концентраций и к повышению температуры плавления и вязкости шлака, то есть к комкованию шлака и смеси и образованию грубого ранта. Нормальный ход разливки затрудняется. Возникают «повисания» и даже «прорывы» корочки слитка, приводящие к авариям.

По этой причине были вынуждены отказаться от технологии введения азота присадкой карбамида.

Следующим вариантом получения требуемого содержания азота в трансформаторной стали, ставшим из-за отсутствия азотированного феррохрома основным, была продувка металла газообразным азотом в ковше при обработке плавки на агрегатах доводки (АДС). Установлено, что одна минута продувки металла азотом увеличивает его содержание на 0,0003…0,0004%.

Продолжительность обработки азотом в течение 5…7 мин обеспечивает получение в готовом металле содержание азота 0,006…0,008%.

В начале применения данного способа были отмечены случаи появления газовых пузырей в слитках, что, вероятно, связано с попаданием влаги во время продувки азотом. Влажность азота по результатам контроля отобранных проб составляла 3,57 г./м3. С учетом изменения «точки росы» при различных температурах возможно появление конденсата в азотной магистрали. В дальнейшем, для удаления образовавшегося конденсата перед обработкой первой плавки в серии, азотную трассу в обязательном порядке стали продувать в течение 8… 10 мин

Влияние способа азотирования на технологические параметры разливки представлено в таблице 7.1. Как следует из приведенных данных, при продувке металла азотом на АДС существенно снижена вероятность аварийных ситуаций при разливке стали. В то же время, данный способ азотирования обеспечивает требуемое содержание азота в готовой стали.

Многолетний опыт разливки трансформаторной стали в слитки показал, что наиболее типичными их пороками являются рослость, усадочная рыхлость и внутренние трещины. При этом основной причиной рослости указывают выделение водорода из металла при затвердевании.

Таблица 7.1 - Влияние способа азотирования трансформаторной стали на качество разливки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Способ азотирования | Количество плавок | Количество пл. с прорывами | Количество пл. с подвисаниями, пл./% |
| Без дополнительного | 16 | 1/6,2 | 1/6,2 |
| Азотированным феррохромом | 26 | 1/3,8 | 1/3,8 |
| Карбамидом | 40 | 4/10,0 | 19/22,5 |
| Продувка азотом на АДС | 107 | 2/1,9 | 10/9,3 |

В процесс производства листа из анизотропной стали также возникает дефект «пузырь-вздутие», который проявляется, как в промежуточной горячикатаной заготовке толщиной 24 мм, так и в холодно катаном трансформаторном листе толщиной 0,30…0,50 мм (рисунок 7.4). Этот дефект в листе имеет две разновидности. Первая имеет вид пузырей овальной формы шириной 2…8 мм и длиной 4…30 мм. Пузыри располагаются строчками, вытянутыми на десятки сантиметров, иногда несколько метров. Вторая разновидность этого дефекта имеет вид полосок или даже ряда полосок, иногда соединенных между собой, шириной 3…5 мм и длиной десятки сантиметров, иногда несколько метров. В ряде случаев вздутие имеет вид втянутых внутрь пузырей.

По ширине холоднокатаного листа дефект «пузырь-вздутие» расположен не хаотично, а достаточно сосредоточено. На 29 образцах листа шириной 750…900 мм можно выделить три области, где встречается этот дефект. Прежде всего – это ось листа. Вторая область расположения дефекта находится в 110… 170 мм от края листа и, наконец, третья область, где сосредоточена большая часть пузырей – это область, располагающаяся, в основном, на расстоянии 230…280 мм от края листа. Такое расположение пузырей достаточно хорошо совпадает с расположением в слитке V – образной ликвации («усов»).

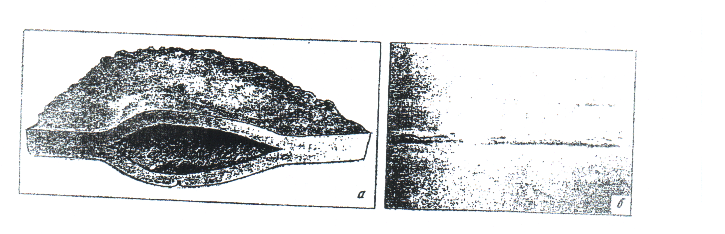


Рисунок 7.4 – «Пузырь-вздутия»: (а – в горячекатаном листе, б – в холоднокатаном листе)

Внутренняя поверхность пузыря не окислена и имеет вид рваной блестящей поверхности. По своему характеру излом хрупкий. На поверхности излома видны неметалические включения овальной и остроугольной формы. Для изучения причин зарождения дефекта «пузырь-вздyтие» был сделан шлиф устья пузыря в листе толщиной 24 мм. Анализ металла вблизи устья показал наличие не сообщающихся между собой пор, размер и количество которых уменьшается по мере удаления от устья и на расстоянии 60 мм практически исчезают. Вблизи устья пузыря металл покрыт сеткой трещин, которые проходят, как по границам, так и через сами зерна. На границе пор и в трещинах встречаются неметаллические включения.

Микроструктуру холоднокатаного трансформаторного листа толщиной 0,20…0,50 мм вблизи пузырей длиной 15…20 мм и шириной 3…8 мм. Из этих участков были приготовлены поперечные и продольные, относительно направления прокатки, шлифы. Кроме того, в ряде случаев пузыри вскрывали и на сканирующем микроскопе изучали состав и структуру внутренней полости дефекта.

Выявлены две разновидности внутренней поверхности полости. Первая разновидность имеет блестящую с металлическим блеском поверхность.

Другая разновидность внутренней поверхности дефекта имеет матовый налет, состоящий из оксидной неметаллической фазы и покрывающий практически всю внутреннюю поверхность полости. Состав включений внутри полости в обоих случаях представлен, в основном, оксидами кремния и алюминия. На образцах без налета на блестящей поверхности изредка наблюдаются включения сульфидов марганца, железа и нитридов титана. Кроме того, на внутренней поверхности пузыря встречаются отдельные локальные выделения углерода.

Образцы шлифов загрязнены неметаллическими включениями, имеющие вид раздробленных строчек и расположенных, в основном, в середине листа. Включения пластичны, но с рваными краями.

Подобного типа включения находятся как в матрице, так и возле дефектных участков. Иногда можно наблюдать переход строчки неметаллических включений в полость с пузырями. Следует подчеркнуть, что перед устьем пузыря, как правило, располагаются строчки включений, которые могут соединять два пузыря между собой. Иногда эти пузыри сообщаются между собой и соединены сплошными неметaлическими включениями. Отдельные вздутия, расположенные вдоль направления прокатки, не являются изолированными, они соединены между собой микротрещинами. Строчечные неметаллические включения могут находиться, как в матрице, так и возле дефектных участков, располагаясь над пузырями. На поперечных шлифах встречаются поры размером 10…50 х 10…20 мкм.

Микрорентгеноспектральный анализ неметаллических включений показал, что включения содержат, в основном, соединения оксида кремния. В небольшом количестве в этих строчках содержится алюминий, титан, кальций и углерод, причем, углерод наблюдается не во всех участках строчечных неметаллических включений.

Во вздутии находится газ, состоящий из 85,3% метана, 14,2% азота и 0,5% двуокиси углерода. Кислорода, водорода и окиси углерода в этом газе не обнаружено. Таким образом, как видно из состава проанализированного газа, внутри дефекта газ состоит, в основном, из метана.

Состав газа в микропузырях трансформаторного листа толщиной 0,30…0,50 мм определяли косвенным образом, анализируя на углерод участки трансформаторного листа одной плавки с закрытыми пузырями и не имеющими дефекта. Установили, что содержание углерода и азота в металле с пузырями заметно выше, чем в металле без дефекта.

Химический состав газового пузыря в толстом листе, его горючесть, повышенное содержание углерода в образцах трансформаторного листа с пузырями, наличие выделений углерода на внутренней поверхности пузыря трансформаторного листа позволяет предполагать, что причиной образования обсуждаемого дефекта является химическая реакция образования метана, протекающая в толще листа металла. Первопричиной образования дефекта является скопление неметаллических включений в стали. Микротрещины, поры, образующиеся вблизи этих включений видимо, являются микрополостями, формирующими будущие пузыри.

Причиной, инициирующей образование дефекта «пузырь-вздутие» в листе трансформаторной стали, является скопление неметаллических включений, вблизи которых образуются поры – зародыши будущих пузырей.

Интерес представляет состав оксидной неметаллической фазы вблизи дефектных мест. Как было установлено, оксиды в листе трансформаторной стали представлены; в основном, алюмосиликатами. Неметаллические включения в металле, разлитом в сквозные изложницы, представлены также строчками силикатов, вытянутых вдоль направления прокатки и расположенных приблизительно по середине листа. Изредка встречаются сульфиды.

В устье пузыря, в порах дефекта, помимо алюмосиликатов содержатся в небольшом количестве и сульфиды марганца.

Таким образом, отбраковки и качественный состав не металлических включений вблизи дефектов позволяет предположить эндогенный характер неметаллических включений, провоцирующих образование дефекта «пузырь-вздутие».

В связи с предполагаемым механизмом образования дефекта, любое уменьшение количества неметаллических включений и содержания водорода в исходном металле должно положительно сказаться на качественных показателях трансформаторной стали.

1. Основной причиной высокой частоты аварийных прорывов металла при разливке трансформаторной стали является сочетание низкой механической прочности с недостаточной пластичностью легированной кремнием стали при температуре 1200 оС и выше.

2. Трансформаторная сталь склонна к образованию газовых пузырей в процессе кристаллизации, что снижает механическую прочность затвердев шей оболочки непрерывнолитых слябов и создает условия для аварийного вытекания металла через трещины и разрывы, образующиеся в процессе вытягивания, слябов из кристаллизатора. Образованию газовых пузырей способствуют повышенное содержание водорода и азота в трансформаторной стали, низкая скорость вытягивания слябов из кристаллизатора и особенно – остановки в процессе разливки.

3. Конкретные случаи аварийных прорывов металла при непрерывной разливке трансформаторной стали возникают вследствие неблагоприятного сочетания технологических и организационных факторов, среди которых чаще всего встречается повышенная (более 1530 ОС) температура металла в промежуточном ковше и повышенное (более 0,0080%) содержание азота. В создании неблагоприятных условий определенную роль играют насыщенность металла водородом и качество шлакообразующей смеси.

4. для разливки трансформаторной стали целесообразно использовать шлакообразующую смесь, в состав которой входят наполнители с пониженной температурой плавления [2,5].

**8. Безопасность и экологичность**

Безопасность труда подразумевает создание таких условий труда, при которых исключается воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов.

Поддержание нормальных и оптимальных условий труда в цехе может быть достигнуто путем внедрения технических средств безопасности и производственной санитарии, а также путем совершенствования технологического процесса и оборудования.

**8.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ)**

Таблица 8.1 Анализ производственного травматизма в ККЦ с 2002 г. по 2006 г.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование год | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| Количество н./случаев (всего) | - | 1 | 2 | 3 | 1 |
| В том числе: тяжелых  смертельных | -  - | 1  - | 1  1 | 2  1 | -  - |
| Коэффициент частоты | - | 0,5 | 1,02 | 1,64 | 0,61 |
| Коэффициент тяжести | - | 37,0 | 62,0 | 87,0 | 84,5 |

Причинами указанных выше н./случаев явилось:

* + выполнение не порученной работы – 1;
  + невнимательность пострадавшего при работе –1;
  + неудовлетворительная организация производства работ – 7;
  + недостаточная обученность пострадавшего – 1;
  + разрушение стекла защитных очков не установленным предметом -1;
  + падение кусковых материалов с высоты –1;
  + падение пострадавшего при перидвижении - 1.

Травмирование работников цеха за рассматриваемы период происходило по профессиям:

* + огнеупорщик – 1 случай;
  + разливщик – 3 случая;
  + ковшевой – 2 случая;
  + электрогазосварщик – 1 случай;
  + бригадир скрапного отделения-1 случай;
  + слесарь-ремонтник – 1 случай;
  + п/сталевара, сталевар – 2 случая;
  + пом. нач. цеха –1 случай;
  + мастер –1 случай;
  + обработчик поверхностных пороков металла –1 случай.

При этом распределение по стажу работы:

* + до года – 2 случая;
  + 1–5 лет- 3 случая;
  + 5–10 лет –2 случая;
  + 10–15 лет – 6 случаев.

По возрасту:

* + 18–25 лет- 3 случая;
  + 25–30 лет – 2 случая;
  + 30–40 лет – 3 случая;
  + 40–50 лет – 4 случая;
  + более 50 лет – 1 случай.

Технологический процесс получения литой заготовки в рассматриваемом цехе сопровождается возникновением опасных и вредных производственных факторов, которые неблагоприятно сказываются на здоровье и работоспособности производственного персонала.

К опасным и вредным факторам относят:

а) повышенная температура;

б) запыленность;

в) высокий уровень шума;

г) повышенная влажность воздуха;

д) движущиеся части агрегатов;

е) опасный уровень напряжения в питающей сети;

ж) выделение отработанных газов (с возможностью образования взрывоопасной смеси);

з) применение горючих жидкостей в технологии.

Теплоизлучение

Основным источником теплоизлучения на МНЛЗ являются сталеразливочное оборудование, жидкая сталь и литая заготовка. В связи с тем, что температура поверхностей рабочего оборудования и ограждений, находящихся в непосредственном контакте с работающим, не должна превышать 45ºС, для охлаждения поверхности роликов предусмотрена подача воды. Кроме того, на рабочих местах, находящихся в непосредственной близости от сталеразливочного оборудования, жидкой стали и литой заготовки установлены экраны в виде стальных листов, вентиляторы.

Запыленность

При процессе непрерывной разливки на поверхности нагретых материалов образуется окалина, которая разрушается и поднимается в пространство. Наибольшую опасность представляет пыль, частицы которой имеют размер 5 мкм и менее. Пыль, попадая в легкие, вызывает затруднение дыхания, а как следствие нарушение снабжения организма кислородом. При длительном воздействии пыль может вызвать различные заболевания, а при попадании в глаза может вызвать частичное или полное потерю зрения.

Шум

Любой технологический процесс сопровождается появлением шума, уровень звукового давления которого превышает предельно-допустимый. Основным источником шума являются роликовые секции, транспортные рольганги, электромостовые краны.

Влажность

Повышенная влажность образуется в результате испарения воды с поверхности роликов и литой заготовки.

Фактические и нормативные показатели производственных факторов воздействия на персонал показаны в таблице 8.1.1

Таблица 8.1.1 – фактические и нормативные показатели производственных факторов воздействия на персонал

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Физ.  произв.  фактор  Рабочее  место | Температура воздуха,  оС | | Тепловое излучение,  Вт\м2 | | ТНС  (тепловая нагрузка среды)  WBGT индекс, оС | | Влажность воздуха,  % | |
| Норм | факт | норм | факт | норм | факт | норм | факт |
| Разливочная площадка МНЛЗ | 15–22 | 27,1 | 140 | 555,8 | 20,2–22,8 | 27,4 | 15–75 | 55 |
| Пульт управления МНЛЗ | 15–22 | 20 | - | - | 20,2–22,8 | 27,4 | 15–75 | 20 |
| Пульт управления газорезки | 15–22 | 20 | 140 | 555,8 | 20,2–22,8 | 27,4 | 15–75 | 20 |
| Машинист разливочного крана | 22–24 | 24 | 140 | 230 | 20,2–22,8 | 27,4 | 40–60 | 32 |

**8.2 Мероприятия по улучшению условий труда**

Наличие опасных и вредных производственных факторов вызывает необходимость применения специальных организационно-технических мероприятий, снижающих неблагоприятное воздействие на организм человека.

Организационные мероприятия

Решение этих задач начинается с требований по устройству предприятия, требований к технологическому процессу и оборудованию цеха и заканчивается организацией производства и обеспечением персонала средствами коллективной и индивидуальной защиты.

При составлении инструкций, правил и требований по обеспечению охраны труда используются следующие документы: конституция Российской Федерации (РФ); трудовой кодекс РФ; уголовный кодекс РФ; государственные стандарты (ГОСТ); строительные нормы и правила (СниП); коллективный договор; приказы, распоряжения; «Закон об охране труда в РФ».

В цехе существует несколько видов инструкций: технологические; по безопасности труда для рабочих всех профессий; по ремонту и содержанию оборудования; должностные; по пожарной безопасности.

Для обеспечения выполнения правил по безопасности труда и выявлению нарушений этих правил в целом по ОАО «ММК» введена система профилактик, включающая в себя следующее:

а) система инструктажей;

б) система целевых проверок;

в) система талонов предупреждения;

г) бирочная система;

д) учет и анализ травматизма и нарушений техники безопасности.

При приеме на работу в ОАО «ММК» все без исключения проходят вводный инструктаж. Затем, непосредственно в цехе, для них проводят первичный инструктаж с последующей проверкой знаний по технике безопасности. Через каждые полгода (для некоторых групп работников чаще) проводится повторный инструктаж. Кроме того, существуют внеплановый и целевой инструктаж.

Для своевременного выявления потенциально опасных факторов, которые могут привести к несчастным случая, начальником цеха (или его заместителем), по установленному графику проводятся целевые проверки оборудования, механизмов, агрегатов и инструментов. Выявленные недостатки заносятся в журнал целевых проверок и устраняются в максимально короткие сроки.

В цехе предусмотрена система отрывных талонов предупреждения нарушений правил техники безопасности, предусматривающая меры воздействия на нарушителей.

Каждый мастер ежемесячно проводит совещания со своей бригадой, на которых обсуждается проводимая работа по профилактике безопасности травматизма. В конце месяца начальником цеха проводятся совещания с ИТР о проводимой профилактической работе и по итогам травматизма за прошедший месяц.

Технические средства безопасности оборудования

Механизация и автоматизация

На МНЛЗ практически все операции механизированы, что устраняет тяжелый ручной труд. Оборудование снабжено автоматическими системами подачи смазочно-охлаждающей жидкости (масла и воды).

С целью удаления работающего из опасной зоны разливки производится дистанционно с пультов управления (защита расстоянием). Пульты управления звукоизолированы и оборудованы звуковой и световой сигнализацией для извещения о пуске, остановке разливки и о режиме работы. Рукоятки контроллеров и кнопки управления, а также вся контрольно-измерительная аппаратура, находящаяся в пультах управления, расположена с учетом максимального удобства в работе оператора.

На МНЛЗ используется технологическая, командная, предупредительная и аварийная сигнализация (световая) служит для извещения о режиме работы, перемещении мостовых кранов; командная звуковая сигнализация используется для оповещения о проведении последующих операций разливки.

Аварийная сигнализация (звуковая и световая одновременно) срабатывает при прекращении подачи охлаждающей жидкости, порывов силовых кабелей и аварийных ситуаций непосредственно.

Для предотвращения разлёта искры используют цепные завесы. Для защиты органов дыхания и глаз рабочих применяются средства индивидуальной защиты.

Защита от избыточного теплоизлучения

В местах прохода сталевозов, чугуновозов с жидким металлом, шлаковозов с жидким шлаком, а также в местах, подвергающихся воздействию теплоизлучения установлена теплозащита металлоконструкций здания и оборудования. Все колонны вдоль пути движения сталевоза на высоту до 8 м зафутерованы огнеупорным кирпичом, балки и площадки над сталевозами защищены специальными экранами из нержавеющего металла или водоохлаждаемыми экранами (балки над конвертером).

Для защиты работающихот лучистого тепла и возможных выбросов металлургических продуктов предусмотрены металлические экраны и принудительная вентиляция.

Проемы в укрытии со стороны разливки жидкого металла оборудованы раздвижными воротами.

Предусмотрен комплекс мероприятий по дополнительной теплозащите главных постов управления МНЛЗ, в том числе остекление поста теплопоглощающими стеклами, защиту наружной стенки поста, обращенной в сторону МНЛЗ отражающими экранами (алюминиевыми листами *S*=1,5 мм), подача кондиционированного воздуха в пост от центральной вентстанции по теплоизолированному воздуховоду. Возможна также установка подвижного защитного экрана из полимерной пленки с металлизированным покрытием между элементами остекления. Экран устанавливается между двумя оконными блоками с одинаковым остеклением на расстоянии 5–20 мм от каждого из элементов остекления.

Взятие проб и замер температуры металла предусматривается термозондом с автоматической перезарядкой датчиков. Для ручного отбора проб предусмотрена механизированная тележка с теплозащитным экраном.

Применение ограждений

Для создания безопасных условий труда все открытые движущиеся части оборудования, расположенные на высоте 2,5 м и менее от уровня пола или доступные для случайного прикосновения рабочих с обслуживающих площадок, а также контргрузы, не размещенные внутри оборудования, ограждаются сплошным или сетчатым ограждением с размерами ячеек 20x20 мм. Ограждения съемные, устойчивые по отношению к коррозии и механическим воздействиям.

Все ограждения имеют блокировки с пусковыми устройствами оборудования, исключающие работу оборудования при снятом ограждении.

Все площадки, расположенные на высоте 0,6 м и более, от уровня пола, лестницы, открытые приямки, переходные мостики, проемы в перекрытиях снабжены перилами или сплошными бетонными и металлическими ограждениями высотой не менее 0,9 м. Предусматривается закрытие люков, приямков, проемов прочными крышками или настилами, уложенными заподлицо с полом.

В пролете ОНРС ограждающими устройствами служат:

– шлакоотбойные щиты (под рабочей площадкой вдоль путей шлаковоза, сталевоза, передаточной тележки промковша);

– сплошное ограждение (привода поворота сталеразливочного стенда и роликов секций МНЛЗ);

– перила со сплошной обортовкой по низу (рабочая площадка, площадки обслуживания приводов, площадки обслуживания МНЛЗ и др.).

Защита от шума и вибрации

Для уменьшения уровней шума и вибрации предусматривается герметизация постов управления с устройством звукопоглощающей облицовки внутренних поверхностей ограждающих конструкций, звукоизолирующие укрытия шумящих узлов агрегатов.

В качестве ограждающих конструкций встроенных помещений и постов управления в пролете ОНРС предусматривается применение трехслойных панелей. Внутренние поверхности стен и потолков в необходимых случаях облицовываются звукопоглощающими материалами. Стыки герметизируются с использованием резиновых и полиуретановых прокладок.

Предусмотрено снижение шумовых характеристик от оборудования. Предусматриваются мероприятия по звукоизоляции и звукопоглощению в источниках возникновения шума, на пути его распространения.

Сталевозы и шлаковозы не являются источниками повышенного шума. Единственным источником шума является звуковая сирена, включаемая при их движении, согласно требованиям техники безопасности.

Содержание в исправном состоянии оборудования и сооружений, укрытий, звукоизоляции, средств-звукопоглощения обеспечивает снижение уровней шума на рабочих местах.

Для защиты от вибрации используются виброизолирующие и вибропоглощающие устройства, а также средства дистанционного управления, автоматического контроля и сигнализации.

На кранах цеха не предусматривается установка высоковольтных преобразователей, что позволяет исключить вибрацию их мостов. Питание кранов – через тиристорные преобразователи, устанавливаемые в помещениях на полу цеха.

Вентиляция

В связи с выделением в кислородно-конвертерном цехе значительных количеств тепла, пыли (особенно мелкодисперсной, витающей в воздухе) и газов важное значение для создания благоприятных условий труда имеет организованный воздухообмен. Естественная вентиляция (аэрация) является основным средством борьбы с производственными вредностями. С ее помощью можно обеспечить огромные воздухообмены, достигающие иногда десятков миллионов кубических метров в час. Осуществление таких воздухообменов путем устройства механической вентиляции потребовало бы значительных затрат, больших расходов электрической и тепловой энергии и было бы весьма сложно в эксплуатации.

Основные достоинства аэрации – это незначительные (по сравнению с механической) затраты и бесшумность (рис. 8.2.1).

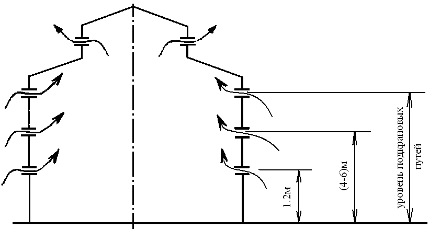


Рисунок 8.2.1 – Общая схема аэрации

Конструкция здания цеха, расположение аэрационных фонарей, открывающихся фрамуг в стеновых ограждающих конструкциях склада слябов предусмотрены таким образом, чтобы естественный воздухообмен обеспечивал создание рабочих зон соответствующих ГОСТ 12.1.005–88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

В цехе приток свежего воздуха осуществляется через фрамуги стен, а вытяжка через фонари, установленные на крыше здания цеха над каждым пролетом цеха. Кроме естественной вентиляции в цехе применяется искусственная вентиляция, служащая для удаления вредных примесей с рабочих мест и установок. В целях сохранения здоровья трудящихся в цехе установлены:

– санитарно-вытяжные установки – 92 шт.;

– санитарно-припечные установки – 60 шт.;

– передвижные аэраторы – 45 шт.;

– отопительные аппараты-182 шт.;

– кондиционеры-18 шт.;

– воздушные занавесы у ворот-13 шт.

Расчет аэрации в отделении непрерывной разливки стали (ОНРС)

Исходные данные

Тепловыделения от оборудования – 86·106 ккал/ч

Параметры наружного воздуха:

tн=tпр=22,8 °С ρн=1,196 кг/м3

Параметры воздуха в рабочей зоне:

tр.з= tпр+∆t=22,8+5=27,8 °С ρр. з.=1,173 кг/м3

∆t=5 °С (для переходного периода)

Коэффициент m=0,25

Решение [4, 9,10,11]

Определяем температуру воздуха, уходящего через фонарь:

, (1)

где ***tн***– температура наружного воздуха, °С;

***tр.з*** – температура воздуха в рабочей зоне, °С;

***m*** – безразмерный коэффициент, равный доле избытков явного тепла, идущих на нагревание воздуха рабочей зоны.



Определяем плотность уходящего воздуха по формуле (2):

 (2)

Определяем весовой расход воздуха по формуле (3):

, (3)

где ***Q*** – тепловыделения от оборудования, ккал/ч.



Определяем располагаемое давление:

 (4)

где ***h*** – расстояние между центрами приточных и вытяжных отверстий, м;

***ρн*** – плотность наружного воздуха, кг/м3.



Определяем потери давления на проход воздуха через приточные проемы по формуле (5):

 (5)

Считаем, что на преодоление сопротивления израсходуется 15% располагаемого давления.

Определяем площадь приточных проемов:

 (6)

где *g* – ускорение силы тяжести (9,81 м/с2);

**пр** – коэффициент местных сопротивлений приточных отверстий.

, (7)

где ***µ*** *–* коэффициент расхода приточных и вытяжных проемов.



Тогда площадь приточных проемов равна:



Определяем потери давления на проход воздуха через вытяжные проемы по формуле:

 (8)

Определяем площадь вытяжных проемов:

 (9)

где **выт** – коэффициент местных сопротивлений вытяжных отверстий, находится по формуле(7).



Площадь приточных проемов составит:



Механическая вентиляция и кондиционирование

Естественное проветривание, аэрация не обеспечивают полного удаления вредностей и нормализации микроклимата. Поэтому большое значение для оздоровления условий труда имеет механическая вентиляция и кондиционирование.

Приточная вентиляция и кондиционирование встроенных помещений постов управления и душирование рабочих мест обеспечивается от установок центральной вентиляционной станции, размещаемой на площадке комплекса с западной стороны конвертерного цеха.

Воздух от центральной станции на рабочие места подается по трем системам наружных и внутрицеховых воздуховодов.

Приточный воздух подвергается очистке в сухих ячейковых фильтра. B летнее время он охлаждается в поверхностных воздухоохладителях с использованием холода от холодильной станции, в зимнее время – подогревается теплофикационной водой из наружных тепловых сетей.

Раздача приточного воздуха в верхнюю зону помещений, осуществляется через воздухораспределители. Для душирования рабочих мест кондиционированный воздух подается через специальные душирующие патрубки.

Для улавливания пыли и продуктов сгорания применяется вытяжная вентиляция (ВУ-2, ВУ-3) представленная на рисунке 8.2.2.

Производительность установок ВУ-2 и ВУ-3 на ККЦ 190000 м³. Вытяжные установки ВУ-15 удаляют загрязненный воздух. Они установлены с обеих сторон конвертера, общая их производительность 146500 м.

Кроме этого, в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция встроенных помещений и подземных сооружений.

Загрязненный металлический пылью, окружающий воздух отсасывается через зонты и систему подземных, клапанов в насосно-фильтровальную станцию, где очищается в морском электрофильтре и выбрасывается в атмосферу через трубу.

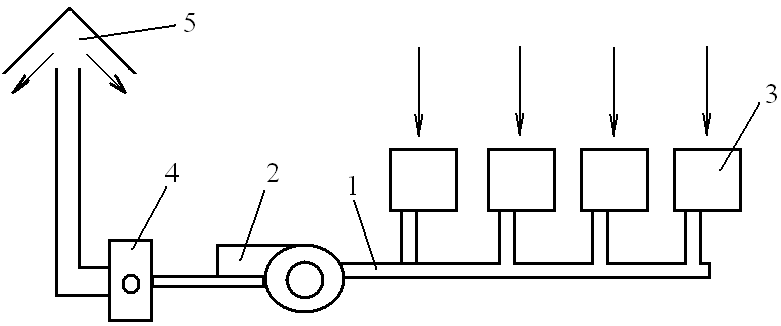


Рисунок 8.2.2-Установка вытяжной вентиляции: 1-воздуховод; 2-вентилятор; 3-вытяжка; 4-устройство для очистки воздуха; 5-устройство для выброса воздуха

Чтобы обеспечить требуемый температурный режим на рабочих местах в зимний период, температура воздуха, подаваемого завесой, должна составлять не менее 40ºС, а скорость воздуха на выходе из щели воздухораспределителя должна составлять не более 25 м/с. Поэтому, чтобы проверить данные требования для пролета ОНРС, считаю необходимым произвести расчет завесы с нижней подачей воздуха.

Исходные данные:

– высота ворот H=4 м;

– ширина ворот B=4 м;

– температура наружного воздуха = -23ºС;

– температура внутреннего воздуха =18ºС;

– плотность наружного воздуха = 1.418 кг/м³;

– плотность внутреннего воздуха = 1.213 кг/м³;

– угол наклона струи к плоскости ворот α = 45º;

– ширина воздухо-пропускной щели вщ = 0.1 м;

– отношение расхода воздуха завесы к количеству приточного воздуха: / = q = 0.7;

– коэффициент расхода воздуха μ =0.18.

1. Определяем высоту нейтральной зоны:

 = 1 **/ ·** (μ / 0,6)· (/) =

= 1**/** ****·(0,18/0,6) · (1,418/1., 213) = 3,63 м;

2. Определяем количество воздуха, проходящего через ворота:

= 2/3·В·· μ · =

=2/3·4·3,63·0,18·= 7,92 кг/с;

3. Определяем количество воздуха, подаваемого в завесу:

= 0,8 · = 0,8 ·7,92 = 6,34 кг/с;

4. Определяем количество наружного воздуха, врывающегося в цех при открывании ворот:

= -= 7,92–6,34 =1,58 кг/с;

5. Определяем скорость выхода воздуха из щели воздухораспределителя:

=**/** · К = 6,34 /0,4·0,8 = 19,8 м/с,

где К – коэффициент, учитывающий тот факт, что «живое» сечение щели составляет 80% от габаритного сечения.

 = 4·0,1 = 0,4 м² – площадь воздухо-пропускной щели;

6. Определяем расход тепла на нагрев наружного воздуха:

= 0,24 ··(-) = 0,24 · 1,58 ·(18 – (-23)) = 15,5 ккал/с;

7. Определяем температуру подогрева завесы:

=  + /0,24 · = 18 + 15,5/0,24 ·6,34 = 28,2 º С;

8. Определяем часовой расход тепла при заторе воздуха из помещения:

Q = 3600 · · 0,24 · (-) = 3600 · 6,34 · 0,24 · (28,2–18) = 55873,15 ккал/ч · гр.;

9. Определяем длину искривленной струи, подаваемой завесой:

S = 0, 01745 · H · α / sin α = 0, 01745 · 4 · 45 / 0,707 = 4,4 м;

10. Определяем коэффициент:

β = 1,69 · + 0,2 = 1,69 · +0,2 = 4,43ºС;

11. Определяем температуру смешивающихся количеств воздуха:

= (+ )/ 2 · (1 – 1/β) + / β =

= (-23 + 18)/ 2 · (1–1/4,43) + 28,2/4,43 =4,43ºС;

Принимаем смешанную температуру = 8ºС, так как она является допустимой для тяжелой категории работ.

12. Определяем температуру воздуха, подаваемой завесой:

= β · (8– (- )/2 · (1–1/ β)) =

= 4,43 ·(8 – (-23+18)/2 · (1–1/ 4,43)) = 44ºС.

Вывод: температура воздуха, подаваемого завесой составляет 44ºС, скорость воздуха на выходе из щели воздухораспределителя равна 19,8 м/с.

Следовательно, тепловая завеса будет обеспечивать необходимый температурный режим на рабочих местах в холодное время года при открывании ворот.

Освещение

Важным аспектом улучшения условий труда на предприятиях является создание эффективной световой среды. Недостаток освещенности на предприятии может привести к повышению уровня травматизма и аварийности.

При аттестации рабочих мест, были выявлены значительные отклонения освещенности рабочих поверхностей от нормативных параметров (в 9–15 раз превышают нормативные). Поэтому, с целью улучшения безопасности труда и уменьшения травматизма, был произведен расчет искусственного освещения в пролете ОНРС.

Расчет искусственного освещения

Размеры пролета составляют: длина А= 170 м, ширина В= 41 м, площадь S=6970 м2.

Коэффициент запаса Кз для производственного помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне более 10 мг/м3 пыли, выбираем равным 2; коэффициент минимальной освещенности принимаем равным 1,3 (Z=1,3).

При расчете по *методу коэффициента использования* необходимый световой поток источника (ламп) в каждом светильнике **Fл** находится по формуле:

, (10)

где **** – нормативное значение освещенности с учётом зрительной работы. Для сталевара установлен VII разряд зрительной работы. Согласно СНиП 23–05–95 для разряда зрительной работы VII нормированное минимальное значение освещённости на рабочих поверхностях составляет 200 лк.

 – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м2

Z-отношение средней освещённости к минимальной, этот коэффициент необходимо вводить в связи с тем, что нормируется не средняя, а минимальная освещенность, обычно применяется в пределах Z = 1,1 – 1,5 (принимаем Z= 1,3);

N-число источников света, шт.;

η– коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от типа светильника, коэффициентов отражения потолка () и стен (), высоты подвеса светильника () и показателя помещения (i).

**γ** – коэффициент затемнения на рабочем месте, может приниматься γ = 0,8 – 0,9 (принимаем γ = 0,85);

Индекс помещения находим по формуле:

, (11)

где А и В-габаритные размеры участка, соответственно, длина и ширина, м;

h-расчётная высота, м.

, (12)

где ****- высота помещения, м. = 25 м.

****– высота расчетной поверхности над полом, м. Принимаем =0,8 м.

****– расстояние светильников от перекрытия, м. Принимаем = 1 м.

**=** 25 – 0,8 – 1 = 23,2 м.

Индекс помещения равен:



При запылённости более 10 мг/м3, выбираем коэффициент отражения **ρ**, %:

**–**коэффициент отражения потолка 30;

– коэффициент отражения стен 10;

– коэффициент отражения пола 10.

В качестве источников света выбираем металлогалогенные лампы типа ДРЛ-1000, поскольку эти лампы имеют высокую световую отдачу (до 100 лм / Вт) и срок службы до 3000 часов.

Для ламп ДРЛ наиболее рациональным, с точки зрения перераспределения светового потока и повышения экономичности осветительной установки, являются светильники глубокого (прямого) светораспределения типа СД2РТС-1000М, имеющие алюминиевый корпус, частично пылезащищенные в исполнении.

Исходя из выбранного типа ламп и светильников к ним, учитывая коэффициенты отражения, а также индекс помещения (i = 1,5), определяем значение коэффициента использования светового потока ламп:

η = 51% = 0,51.

При расчете освещения световой поток ламп известен (для ламп типа ДРЛ-1000 Ф = 90000 лм), поэтому определяется необходимое число светильников:

 (13)

Подставив в данную формулу значения, получим:

 шт.

По расчётам получается 92,8 светильников, принимаем к установке 93 штуки. Размещаем светильники в 3 ряда (по ширине) по 31 штуки в каждом (по длине). Расстояние между светильниками в рядах 5 м., между рядами 16 м. Техническое обслуживание светильников производится с рабочих мостовых кранов.

Рассчитываем световой поток при N=93 шт.

, (14)

После выбора источника света определяется фактическое значение освещенности рабочей поверхности:

, (15)

В результате данного расчёта показатели должны улучшиться до оптимальных.

Расчет освещения точечным методом

Расчет освещения точечным методом является проверочным для метода, рассчитанного с помощью коэффициента использования.

При определении светов потока лампы ДРЛ – 1000, необходимого для создания заданной освещенности используем формулу (16):

, (16)

где Еmin – нормируемая минимальная освещенность, лк;

Кз – коэффициент запаса;

μ – коэффициент учета света удаленных источников, принимаем равным 1,1;

е – изолюксы.

Для лампы ДРИ 1000 определяем m:

, (17)

где Fл – рассчитанный световой поток, лм;

Кз – коэффициент запаса.



Рассчитываем освещенность в точке А от светильников с лампой ДРЛ – 1000 по формуле:

, (18)

где  – сумма изолюкс от источников, освещающих точку А.

Результаты расчета освещенности в точке А сведены в таблице 8.2.1.

Таблица 8.2.1 – Результаты расчета освещенности

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка | Номера светильников | d | n | Светильник | |
| **e** | **ne** |
| **А** | 1,2,3,4 | 8 | 4 | 0,5 | 2 |
| 5,6 | 13 | 2 | 0,2 | 0,4 |
|  | | | |  | 2,4 |

Расчет считается законченным, так как соблюдается условие: .

Электробезопасность

В связи с большим числом металлоконструкций, расположения электрооборудование на различной высоте, высокой температуре окружающего воздуха, наличии металлизированной пыли и газов к устройству и эксплуатации электроустановок и электросетей конвертерного цеха предъявляются повышенные требования. Поэтому задача технического персонала – организовать безопасную эксплуатацию электроустановок.

Передача и распределение электрической энергии внутри отделений осуществляются по кабелям, проводам или шинам. Кабели уложены в каналах, туннелях или в трубах, открыто вдоль стен, по переходным мостикам на уровне стропильных ферм, вдоль подкрановых путей. Стальные трубы с кабелями и проводами проложены открыто (по стенам и колоннам) и скрыто (в перекрытиях, стенах и фундаментах). Токоподводы в доступных для соприкосновения местах ограждены сетками.

Электрооборудование разнообразно. Сюда входят электродвигатели переменного тока, электрофильтры и другое оборудование напряжением выше 1000 В, а также электродвигатели, аппаратура управления, крановое электрооборудование, внутрицеховые электросети напряжением до 1000 В*.*

Все токоведущие части электрических машин и аппаратуры управления (а также токоподводов к ним) ограждены, закрыты кожухами во избежание случайного прикосновения. В связи с выделением значительных количеств пыли в рабочее пространство все электродвигатели закрытого типа – снабженные крышкой, плотно прилегающей к корпусу.

Для включения и отключения электрических установок применяются схемы бесконтактного управления с помощью электронных ламп, магнитных усилителей, полупроводниковых, магнитных и других бесконтактных элементов, которые позволяют производить обесточивание тех или других электрических машин и аппаратов не путем размыкания контактов в цепях, а путем снятия с них напряжения.

Сложным электрическим оборудованием оснащены электромостовые краны. Электрическое оборудование кранов расположено на большой высоте, на металлических фермах или металлических основаниях, что представляет особую опасность при обслуживании.

Для защиты от механических повреждений провода на кранах проложены в стальных трубах. Пускорегулирующая аппаратура установлена в местах, отгороженных от рабочего места машиниста, или в шкафах, исключающих возможность случайного прикосновения к токоведущим частям.

На кранах установлены устройства для автоматического отключения троллейных проводов, расположенных на мосту, при выходе машиниста из кабины. Рубильник, через который подается питание на троллеи, имеет приспособление для запирания его на замок в отключенном положении.

Внутрицеховая электрическая сеть выполняется кабелем или изолированными проводами. Для спусков от магистральных линий электрической сети используются изолированные провода, заключенные в металлические трубы.

Кабель проложен в каналах, устроенных в полу и закрытых сверху съемными покрытиями из огнестойких материалов. Кабельные каналы выполняются глубиной 40–60 см. Расстояние между силовыми кабелями, проложенных в кабельных каналах, должно быть 35 мм, но не менее диаметра кабеля. При совместной прокладке кабелей напряжением до 1000 В с кабелями напряжением выше 1000 В расстояние между ними увеличено до 250 мм. Прокладка кабелей в каналах и туннелях, содержащих газопроводы, запрещена.

Для защиты рабочих от поражения электрическим током все нетоковедущие металлические части электроустановок и другого оборудования имеют заземляющие устройства. Так, все металлические корпуса электроаппаратуры и электрооборудования крана надежно заземлены. При питании его от троллей заземление корпусов электрооборудования считается достаточным, если они присоединены к металлическим конструкциям крана. Стыки рельсов надежно соединены, чтобы образовалась непрерывная электрическая цепь.

Благодаря этим устройствам, возникающие при пробоях электрической изоляции, так называемые, «напряжение прикосновения или шаговое напряжение» ограничиваются до безопасной для человека величины или автоматически отключается поврежденное электрооборудование.

Предусмотрено устройство искусственных заземлителей с прокладкой наружного контура заземления из стали полосовой 40х5 оцинкованной по периметру цеха на уровне подошвы фундаментов на расстоянии 1 м от них. В местах присоединения внутренней магистрали заземления к наружному заземлителю выполнено болтовое соединение для периодической проверки величины сопротивления заземлителя.

Кроме защитного заземления электроустановок, предусмотрена защита обслуживающего персонала от статического электричества путем присоединения к контуру заземления аппаратов, емкостей, агрегатов, трубопроводов, вентиляционных коробов, теплоизоляционных кожухов.

## ***Средства индивидуальной защиты***

Для защиты от воздействия неблагоприятных условий производственной среды наряду с коллективными средствами защиты предусматриваются индивидуальные средства.

Для всего персонала цеха является обязательное ношение каски в производственных помещениях.

Для защиты от искр и брызг расплавленного металла и защиты от повышенных температур применяются суконные куртки и брюки, полусапоги литейщика с металлическим носком, вачеги. Для защиты глаз применяют светозащитные и пылезащитные очки.

При выполнение работ в запыленных местах, для защиты органов дыхания применяют респираторы типа «Лепесток».

Для защиты от шума применяют противошумные наушники, беруши, антифоны.

**8.3 Охрана окружающей среды**

ККЦ развивается на базе крупных производственных объединений, включающих заготовительные, сталеплавильные и сварочные работы. Выплавка стали производится в конвертерных печах, которые являются крупными источниками пыли, газовыделения и теплового излучения в литейном производстве. При производстве 1т стали выделяется 150…330 кг СО; 1,5 кг SO2; 25…60 кг пыли; оксид азота, фенол, аммиак и другие вредные вещества. Запыленность воздуха достигает 5…15г/м. куб. При проведении сварочных работ в атмосферу попадают токсичные газы и пыли. Ручная электродуговая сварка электродами с покрытиями и сварка плавящимися электродами сопровождается мелкодисперсной пылью. Сварочная пыль на 99% состоит из частиц размером от 0,01 до 1 мкм; 1% пыли имеет размер частиц 1–5 мкм. Химический состав выделяющихся при сварке загрязнений зависит от состава сварочного материала. Заготовительные работы сопровождаются повышенным выделением пыли при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах. Пыль находится в мелкодисперсном состоянии. В состав пыли входят: известь, сера и т.д.

Защита воздушного бассейна

Основными источниками пылегазовыделений в кислородно-конвертерном цехе являются:

отделение перелива чугуна;

конвертер;

машина непрерывного литья заготовок;

тракт подачи сыпучих материалов и ферросплавов;

агрегаты внепечной обработки стали;

участки ремонта сталеразливочных и промежуточных ковшей.

От данных источников в атмосферу и производственные помещения попадает: пыль, сернистый ангидрид, окислы азота, окислы углерода.

На всех указанных участках предусматривается комплекс мероприятий, обеспечивающих улавливание и удаление пылегазовых выделений и исключающих выбивание пыли и газов в производственные помещения.

Места перелива чугуна из миксеров в заливочные ковши оборудованы аспирационными укрытиями. Выделяющиеся при переливе чугуна дым и пыль отсасываются из-под укрытий и направляются на двухступенчатую газоочистку.

Для улавливания неорганизованных выбросов, образующихся при скачивании шлака из заливочного ковша предусмотрен вытяжной зонт, установленный над местом скачивания шлака и специальной закрытой камеры, в которую устанавливается шлаковая чаша.

Образующиеся при продувке в конвертере дымовые газы полностью улавливаются, охлаждаются, подвергаются очистке на газоочистке мокрого типа и передаются на установку использования конвертерных газов.

Для предотвращения выбивания конвертерных газов через технологические отверстия в котле-охладителе конвертерных газов предусматривается их отсечка азотными эжекторами.

Для улавливания неорганизованных выбросов, образующихся при завалке металлолома, заливке чугуна в конвертер, выпуске металла и слива шлака из конвертера предусмотрено и укрытие конвертеров с индивидуальным отводом образующихся газов на центральную газоочистную станцию конвертерного цеха.

От всех укрытий сушек сталеразливочных ковшей предусмотрен централизованный отвод продуктов горения с использованием их в качестве вторичных энергоресурсов.

Продукты горения от установок сушки промежуточных ковшей удаляются с помощью дымососов за пределы цеха.

На машинах непрерывного литья зона вторичного охлаждения размещается в специальных бункерах, из которых производится отсос образующейся при охлаждении поверхности заготовок паровоздушной смеси. Образующаяся на машинах газовой резки паро-газо-воздушная смесь очищается на газоочистке за МГР.

В цехе предусмотрены также местные вытяжные и аспирационные установки, включающие воздуховоды, фильтры, вентиляторы и выбросные трубы.

Для уменьшения загрязнения атмосферы и снижения концентрации вредных выбросов в ККЦ выполнен комплекс мероприятий: мокрые газоочистки; установка очистки газов от пыли, сернистого ангидрида, сероводорода; очистку аспирационных выбросов от п циклонах и рукавных фильтрах. Мероприятия по охране воздушного бассейна приведены в таблице 8.3.1.

Защита водного бассейна

Система оборотного водоснабжения:

Для обеспечения цеха водой заданных параметров по качеству и создания бессточной системы водоснабжения, в ККЦ применяют 4 оборотных цикла:

– «грязного» цикла водоснабжения газоочисток;

– «грязного» цикла водоснабжения МНЛЗ;

– цикла водоснабжения установки вакуумирования стали;

– «чистого» цикла оборудования цеха.

Таблица 8.3.1 – Мероприятия по охране воздушного бассейна ККЦ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  мероприятия | Система очистки | Производительность,  м3/сут | Запыленность | |
| до мг/м3 | после мг/м3 |
| 1. Газоочистка газоотводящего тракта конверторов с дымососным отделением и свечами дожигания | Мокрая: скруббер, труба Вентури, каплеуловитель | 600000 | 30,7 | 0,04 |
| 2. Газоочистка неорганизованных выбросов\* | Сухая: 1 ступень – циклоны ЦП2п  2 ступень – фильтры рукавные | 1400000 | 2,4 | 0,021 |
| 3. Газоочистка за машинами газовой резки и ТОЛ | Мокрая: труба Вентури, каплеуловитель | 350000 | 2,6 | 0,1 |
| 4. Газоочистка за агрегатами доводки стали | Сухая: в фильтрах рукавных тип ФРКДИ-1100 | 390000 | 0,5 | 0,03 |

«Грязный» оборотный цикл водоснабжения газоочисток:

Загрязненная вода от газоочисток конвертера и машин газовой резки поступает на сооружения самотеком. После улавливания крупной фракции взвесей, стоки поступают в камеру дегазации для «отдувки» окиси углерода, а затем на два радиальных отстойника диаметром 30 метров, оборудованных камерами флокуляции. Осветленная вода подается на башенную градильню размером в плане 30x30 м для охлаждения, после чего насосами перекачивается потребителям.

Переливные воды из охладителей собираются в резервуар переливных вод объемом 3000 кб. м рассчитанный на прием воды в случае аварийного опорожнения одного отстойника, а затем возвращаются в оборотный цикл.

Осадок из отстойников подается по напорным шламопроводам на установку обезвоживания шламов.

«Грязный» оборотный цикл водоснабжения МНЛЗ:

Очистка воды в оборотном цикле осуществляется в три ступени:

– во внутрицеховой яме для окалины;

– на двух радиальных отстойниках диаметром 30 м;

– на антрацито-кварцевых фильтрах.

Все переливные воды оборотного цикла собирается в резервуар переливных вод МНЛЗ объемом 1000 м3 а затем возвращается в оборотный цикл.

Шламовая пульпа подается по напорным шламопроводам на установку обезвоживания.

Оборотный цикл установки вакуумирования:

Отработанная вода установки вакуумирования имеет малые приросты (20–50 мг/л) взвеси, что позволяет использовать ее без очистки для подпитки оборотного цикла водоснабжения газоочисток; остальная вода подается для охлаждения на двух секционную вентиляторную градирню. Для приема избыточных вод предусматривается резервуар объемом 500 м3.

Пополнение потерь в оборотном цикле осуществляется свежей технической водой. Накопление взвеси в системе исключается за счет ее постоянной промывки водой идущей на возмещение потерь воды в оборотном цикле водоснабжения газоочисток.

«Чистый» оборотный цикл:

Вся отработанная условно чистая вода от оборудования и установок конвертерного отделения, ОНРС, компрессорной и холодильной станций и др. под остаточным напором подаётся на три башенные градирни размером 30x30 м и после охлаждения насосами подается потребителям; на повторное использование.

Регенерация масляных отходов и стоков:

Масло, уловленное в отстойниках оборотных циклов, собирается в маслораспределителынык резервуар блока очистных сооружений, откуда вывозится в автоцистернах на общезаводскую: маслорегенерационную станцию.

Очистные сооружения бытовой и дождевой канализации:

Хозяйственно-бытовые стоки с площадки конвертерного цеха поступают в насосную станцию, откуда передаются в заводскую сеть хозяйственно-фекальной канализации и далее на левобережные очистные сооружения.

Дождевые воды с крыш и площадки конвертерного цеха поступают в отстойник промстоков комбината через сеть ливневой канализации и северный канал промстоков.

Для защиты р. Урал от ливневых вод с территории площадки ККЦ предусмотрен сброс их в оборотную часть пруда охладителя, для дальнейшего использования в системе промводоснабжения комбината.

Общая система очистки воды изображена на рисунке 8.3.

Потребитель

Ст.воды

Хим.очистка

физ.хим оч.

Груб.очис.

Осв.воды

Охл.воды

Обраб.осад.

Обр.осадок

Свеж.вода

Рисунок 8.3 - Общая система очистки воды

**8.4 Предупреждение и ликвидация аварий и чрезвычайных ситуаций пожара – взрывоопасные места**

В цехе ККЦ весь технологический процесс происходит в условиях высоких температур, а на отдельных участках с использованием веществ (природный газ, кислород, СО) высокой пожаро – взрывоопасности.

Пожара – взрывоопасные места ККЦ ОАО «ММК»:

– площадки для ремонта стальковшей;

– посты управления сталевозами и шлаковозами;

– места расположения запорной и регулируемой арматуры, приборов КИП на газопроводах природного газа маслопроводы и кислородопроводы;

– тоннели дымопроводов конвертера;

– участок отгрузки слябов (ТОЛ).

Характеристику пожарной опасности горячих жидкостей и газов определяют при стандартных условиях регламентированных по ГОСТ 12.1.002–80 ССБТ.

Пожарная безопасность на ККЦ склад слябов относится к пожарной, взрывной и взрывопожарной безопасности к категории – Г, сталеплавильный участок – А, посты управления сталевозами и шлаковозами – к Б, к категории Д относится площадки для ремонта стальковшей.

На участке категорий А, Б, Г, предусмотрены стационарные установки пожаротушение. В цеху существуют средства извещения, автомобильные подъезды пожарной техники. Посты управления обеспечены огнетушителями, при возникновений небольших возгораний. Цех также оборудован пожарной сигнализацией, предусмотрены пути эвакуации.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

На предприятии во время производственного процесса возникают аварийные ситуации, которые могут привести к различным видам потерь: материальным, трудовым, к потерям времени к общим нарушениям при ведении технологического процесса.

Наиболее вероятными авариями на ККЦ могут быть:

– прогар конвертера в районе ванны жидкого металла и днища конвертера,

– прогар кислородной фурмы,

– прогар котла ОКГ-400–2Б,

– обрыв металлорукавов, подводящих воду и кислород к фурмам,

– падение кислородной фурмы в конвертер,

– прогар сталеразливочного ковша во время слива плавки,

– выброс металла из сталеразливочного ковша во время слива плавки,

– вынос ленточных блоков сталевыпускного отверстия после ремонта летки,

– прогар конвертеров в районе летки во время слива,

– исчезновение напряжения на двигателях привода поворота конвертера во время слива плавки,

– пожар на электрооборудовании,

– взрыв в результате попадания воды в жидкий металл,

– загорание масла в насосно-аккумуляторной станции на отм.+4,4 м,

– возгорание одного из пультов в управлении МНЛЗ (ГПУ, ПУ-2, ПУ-3),

– прорыв корочки слитка под кристаллизатором.

В цехе внедрены технические и организационные мероприятия, снижающие возможность возникновения ЧС, аварий и инцидентов, такие как применение различных средств безопасности: коллективных и индивидуальных. А на случай их возникновения существует общецеховой план ликвидации аварий (ПЛА).

ПЛА состоит из двух частей:

– в первой части предусматриваются мероприятия по защите персонала и действия по ликвидации аварий в пределах предприятия;

– во второй части предусматриваются мероприятия по защите населения и ликвидации последствий аварий за пределами предприятия, а персонал объекта включается в состав соответствующего подразделения, осуществляющего локализацию чрезвычайной ситуации.

К ПЛА прилагается:

– список лиц и исполнителей, ответственных за выполнение мероприятий, предусмотренных оперативной частью плана, с указанием домашних адресов и телефонов;

– перечень газа-, взрыва-, пожароопасных мест и работ технологического, ремонтного и восстановительного характера с указанием степени опасности;

– список должностных лиц предприятия, спецподразделений, инспекции, Госгортехнадзора и других органов, которые должны быть немедленно извещены об аварии;

– перечень инструментов, материалов, СИЗ для спасения людей и ликвидации аварий и мест их хранения с указанием количества и основной характеристики;

– распределение обязанностей ответственного руководителя работ, исполнителей и других должностных лиц предприятия по локализации аварийных ситуаций;

– инструкцию по безопасной остановке объекта;

– схему оповещения должностных лиц предприятия, региональных органов Госгортехнадзора, региональных центров по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям;

– порядок взаимодействия специальных подразделений в случаях, когда возможное развитие аварий на потенциально опасном производстве предприятия и близлежащем к нему другом объекте может привести к негативным воздействиям на персонал, население и окружающую природную среду;

– акты проверки исправности вентиляционных устройств, запасных выходов, наличия, исправности и достаточности средств для ликвидации аварий и спасения людей, противопожарного оборудования и средств пожаротушения, аварийного освещения, сигнализации, блокировки и связи, гидравлических затворов канализационных сетей в цехе, состояния трубопроводов, водоотводчиков, газосмесительных станций.

ПЛА содержит:

принципиальную схему производства;

план цеха с расположением основного технологического оборудования;

оперативную часть.

Оперативная часть ПЛА разрабатывается для координации действий обслуживающего персонала технологического объекта и спасателей при возникновении аварийной ситуации, ликвидации аварии, предупреждению его распространения на другие объекты предприятия и за его пределы, защиты и спасения людей.

При разработке оперативной части плана, предусматривается согласованность действий производственного персонала цеха, членов газоспасательных, пожарных и медицинских подразделений, персонала смежных или технологически связанных цехов, в случае необходимости – спецподразделений, привлекаемых к совместным действиям [14].

При составлении ПЛА следует также учитывать возможные нарушения нормальных производственных условий и режимов работы при ведении технологического процесса (отключение электроэнергии, прекращение работы вентиляции, прекращение подачи сырья, топлива, нарушение технологического процесса или режима работы агрегатов, установок пыле- и газоочистки, коммуникаций).

**9. Экономика, организация и планирование производства**

В данной работе представлен ожидаемый эффект от внедрения в производство выплавки и разливки на МНЛЗ в кислородно-конвертерном цехе ОАО ММК трансформаторной стали.

Таблица 9.1 – Себестоимость продукции ККЦ №1 ОАО «ММК»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | До внедрения | | | После внедрения | | | |
| Количество,  т/т | Цена,  руб./т | Сумма,  руб./т | Количество,  т/т | | Сумма,  руб./т | |
| 1. Сырье и основные материалы |  |  |  |  | |  | |
| 1.1 Чугун передельный жидкий | 0,9079 | 5247,09 | 4763,8 | 0,89882 | | 4716,1 | |
| ИТОГО | 0,9079 | 5247,09 | 4763,8 | 0,89882 | | 4716,1 | |
| 1.2 Лом и отходы стали | 0,0000 | 0,00 | 0,00 | 0,0000 | | 0,00 | |
| Лом стальной углеродистый | 0,2703 | 6451,85 | 1743,6 | 0,26759 | | 1726,4 | |
| ИТОГО | 0,2703 | 18151,7 | 1743,6 | 0,26759 | | 1726,4 | |
| 1.3 Ферросплавы и раскислители |  |  |  |  | |  | |
| Ферромарганец металлический | 0,00168 | 43349,4 | 72,96 | 0,00166 | | 71,96 | |
| Ферромарганец 76% | 0,00000 | 23711,8 | 0,00 | 0 | | 0,00 | |
| Ферросилиций 75% | 0,04620 | 26540,7 | 1226,0 | 0,04574 | | 1213,9 | |
| Биметалл и лом меди | 0,00473 | 142858, | 676,29 | 0,00468 | | 668,58 | |
| Алюминий чушковый вторичный | 0,00054 | 52096,9 | 28,18 | 0,00053 | | 27,61 | |
| Алюминий чушковый вторичный на ПК | 0,00015 | 52096,9 | 7,81 | 0,00015 | | 7,81 | |
| Al катанка I на печь-ковш | 0,00023 | 75618,6 | 17,39 | 0,00023 | | 17,39 | |
| Порошковая проволока FeSi азотир. | 0,000649 | 282120 | 183,10 | 0,00064 | | 180,56 | |
| AL II для десульфурации | 0,00060 | 52096,9 | 31,26 | 0,00059 | | 30,74 | |
| AL катанка I | 0,00022 | 75618,6 | 16,33 | 0,00022 | | 16,64 | |
| Mg гранулирован. | 0,00002 | 76766,5 | 1,15 | 0,00002 | | 1,54 | |
| Ферросилиций азотированный | 0,00030 | 350000 | 105,00 | 0,0003 | | 105,0 | |
| Порошковая проволока (с графитом) | 0 | 36768,0 | 0,00 | 0,00000 | | 0,00 | |
| Порошк. проволока (FeCa) | 0 | 54609,8 | 0,00 | 0,00000 | | 0,00 | |
| ИТОГО | 0,0553 | 1344254 | 2365,5 | 0,05475 | | 2341,8 | |
| 1.4 Железо из окислителей | 0,0000 | 0 | 0,00 | 0,00000 | | 0,00 | |
| ИТОГО задано металлошихты | 1,2335 | 0 | 8873,3 | 1,22116 | | 8784,4 | |
| 2. Отходы |  |  |  |  | |  | |
| Обрезь | 0,0091 | 3000 | 27,30 | 0,00901 | | 27,03 | |
| Разделительный сляб | 0,0524 | 3000 | 157,20 | 0,05188 | | 155,64 | |
| Скрап | 0,0041 | 3000 | 12,30 | 0,00406 | | 12,18 | |
| (Шлак не используемый) | 0,1800 | 59,17 | 10,65 | 0,17820 | | 10,54 | |
| (Окалина) | 0,0086 | 240 | 2,06 | 0,00851 | | 2,04 | |
| Угар в конвертере | 0,1149 | 0 | 0,00 | | 0,11375 | | 0,00 |
| Угар на МНЛЗ | 0,0050 | 0 | 0,00 | | 0,00495 | | 0,00 |
| Слябы для охлаждения на АДС | 0,0019 | 3000 | 5,70 | | 0,00188 | | 5,64 |
| ИТОГО | 0,1874 | 3000 | 215,21 | | 0,1861 | | 213,07 |
| 3. Брак |  |  |  | |  | |  |
| Брак слябов | 0,0461 | 3000 | 138,30 | | 0,04564 | | 136,92 |
| ИТОГО | 0,0461 | 3000 | 138,30 | | 0,04564 | | 136,92 |
| ИТОГО отходов и брака | 0,2335 | 0 | 353,51 | | 0,22116 | | 334,83 |
| ИТОГО ЗАДАНО (–) ОХОДЫ И БРАК | 1,0000 | 0 | 8519,5 | | 1,000000 | | 8449,6 |
| 4. Добавочные материалы |  |  |  | |  | |  |
| Прочие | 0 | 0 | 175,25 | | 0,00000 | | 175,25 |
| ИТОГО | 0 | 0 | 175,25 | | 0,00000 | | 175,25 |
| ВСЕГО РАСХОДОВ НА ШИХТУ |  |  | 8695,1 | | 0,00000 | | 8624,8 |
| 5. Расходы по переделу, общезаводские, на подготовку и освоение пр-ва и прочие производственные | 0 | 0 | 976,86 | | 0,00000 | | 918,93 |
| 6. Расходы по ваккуумированию стали | 0 | 0 | 0,00 | | 0,00000 | | 0,00 |
| 7. Расходы по установке «Печь-ковш» | 0 | 0 | 37,86 | | 0,00000 | | 37,86 |
| Производственная с/с выплавленной стали |  |  | 9709,8 | |  | | 9581,6 |

ΔПр год=(Сб1уд-Сб2уд)\*Qгод

hр=Q2/Q1=0,18\*106/0,15\*106=1,2\*106

ΔПр год=(9709,83–9581,65)\*1,2\*106=0,153 млрд. руб.