

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения

Кафедра металлургии цветных металлов

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель магистерской
программы

_____ Н.В. Белоусова

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 20 ____ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

22.04.02.02 – Металлургия цветных металлов

код – наименование направления

Совершенствование организации технологии литья плоских слитков из
экспериментальных алюминиевых сплавов на установке полунепрерывного
литья УПНЛ – 1,5

Научный руководитель/
руководитель

подпись, дата

доц., канд. техн. наук
должность, ученая степень

В.Н. Баранов
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Д.А. Афанасьев
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

АО «РУСАЛ Саяногорск»,
Начальник ОТиЗ
должность, ученая степень

Р.А. Сафонов
инициалы, фамилия

Консультант
экономической
части

подпись, дата

доц., канд. эконом. наук
должность, ученая степень

Т.В. Твердохлебова
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация на тему «Совершенствование организации технологии литья плоских слитков из экспериментальных алюминиевых сплавов на установке полунепрерывного литья УПНЛ – 1,5» содержит 78 страниц текстового документа, 50 использованных источников.

Цель работы: проведение стандартизации, совершенствование организации технологии литья на установке УПНЛ-1,5 для полунепрерывного литья плоских слитков из экспериментальных алюминиевых сплавов.

Предмет исследования: методика стандартизации рабочих мест. Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована практическая значимость и определена цель работы.

В результате проведения работы разработана методика стандартизации рабочих мест и нормативная документация. Определены методы контроля технологического процесса и качества получаемой продукции.

Итогом работы является схема организации и проведения стандартизации рабочих мест, ряд рекомендаций и предложений по совершенствованию организации технологии литья плоских слитков из экспериментальных алюминиевых сплавов на установке полунепрерывного литья УПНЛ – 1,5.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	5
	Цель и задачи исследования	6
	Методы исследования	6
2	ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
2.1	Бережливое производство	7
2.1.1	Кайдзен.....	7
2.1.2	Циклы PDCA/SDCA	9
2.1.3	Гемба и менеджмент	10
2.1.4	Стандартизация	12
2.1.5	Стандарты	13
2.1.6	Поддержание и совершенствование стандартов.....	13
2.1.7	Операционные (рабочие) стандарты	14
2.1.8	Карты пошагового выполнения операций (КПВО).....	15
2.1.9	Основные особенности стандартов	16
2.2	Оборудование для полунепрерывного литья.....	19
2.2.1	Состав вертикальной литейной машины	19
2.2.2	Типы вертикальных литейных машин	20
2.2.3	Тросовая литейная машина.....	20
2.2.4	Гидравлическая литейная машина	21
2.2.5	Литейная машина парашютного типа	23
2.2.6	Оптимальные тепловые режимы при полунепрерывном литье	23
2.2.7	Принцип работы кристаллизатора	24

3 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЕГО РАБОТЫ	26
3.1 Краткая характеристика объекта исследования	26
3.2 Пути оптимизации объекта исследования	33
3.2.1 Общие положения	34
3.2.2 Общие требования	35
3.2.3 Структура и содержание КПВО	36
3.2.4 Назначение группы разработчиков	39
3.2.5 Методика стандартизации рабочих мест	39
3.2.6 Заключительные положения	52
3.2.7 Проверка возможности выполнения требований	53
3.2.8 Оформление КПВО	53
Заключение	54
Список сокращений и условных обозначений	56
Список использованных источников	57

1 ВВЕДЕНИЕ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Одной из приоритетных задач для цветной металлургии является повышение эффективности литейного производства за счет совершенствования действующих и создания новых технологических процессов, расширения сортамента, повышения производительности и качества продукции.

Одним из перспективных направлений является производство плоских слитков из алюминиевых сплавов для прокатного производства. Предъявляемые заказчиками требования к качеству и свойствам слитков постоянно растут, отсюда появляется необходимость в создании лабораторных агрегатов для отработки методик проведения технологического процесса литья. Поэтому оптимизация технических и технологических процессов литья в малых масштабах актуальна для обеспечения требуемого уровня качества плоских слитков из алюминиевых сплавов для прокатного производства, скорости подготовки и проведения экспериментов, является актуальной научно-технической проблемой.

Объектом нашего исследования является установка полунепрерывного литья УПНЛ-1,5, установленная на базе кафедры литейного производства в институте цветных металлов и материаловедения. Данная установка предназначена для отработки технологии производства плоских слитков алюминиевых сплавов, отливаемых методом полунепрерывного литья.

Выбор объекта исследования обусловлен тем, что данная установка позволит нам проводить эксперименты по ведению литья плоских слитков полунепрерывным методом в уменьшенном масштабе. Мы сможем выделить все факторы, влияющие на качество получаемого продукта, на скорость подготовки оборудования к литью и оптимизировать процесс так, чтобы достичь высоких показателей по всем параметрам, которые требуют от нас заказчики.

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является проведение стандартизации, совершенствование организации технологии литья на установке УПНЛ-1,5 для полунепрерывного литья плоских слитков из экспериментальных алюминиевых сплавов.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть характеристики основного оборудования, характеристики сырья, топлива, основных и вспомогательных технологических материалов;
- разработать методику стандартизации рабочих мест, нормативную документацию, такую как: рабочий стандарт, карты пошагового выполнения операций (КПВО), паспорт рабочего места;
- определить методы контроля технологического процесса и качества получаемой продукции.

Методы исследования

В соответствии с поставленными задачами были определены следующие методы исследования:

- изучение научной литературы по выбранной теме;
- проведение стандартизации работы;
- составление и ввод карт пошагового выполнения операций;
- поиск проблемных мест и оптимизация технологии.

2 ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Бережливое производство

Сегодня менеджеры часто пытаются применять сложные инструменты и технологии при возникновении проблем, которые можно решить при помощи здравого смысла, без особых затрат. Им стоит избавиться от привычки в любой ситуации использовать мудреные технологии для решения повседневных задач.

Другая проблема, постоянно преследующая большинство компаний, – это тенденция придавать слишком большое значение книжным знаниям, игнорируя групповое изучение фундаментальных ценностей, основанных на здравом смысле, самодисциплине, порядке и экономии. Хорошие руководители должны направлять компанию на изучение этих ценностей, чтобы достичь «бережливого менеджмента»[1].

2.1.1 Кайдзен

Процесс получения любого изделия можно совершенствовать двумя путями. Первый — улучшение самого изделия с помощью технико-экономического анализа. Второй — улучшение методов изготовления с точки зрения организации производства или технологии изготовления.

Технико-экономический анализ — это первая стадия совершенствования процесса. Он отвечает на вопрос: «Каким образом данное изделие необходимо перепроектировать, чтобы, поддерживая уровень качества, снизить затраты на изготовление?» Например, после технико-экономического анализа два элемента, ранее соединяемые винтами, запрессовываются в одну деталь; изделие, собиравшееся путем затягивания 8 винтов по периметру, теперь требует затягивания всего четырех винтов с одной стороны, а с другой имеет прорезь с зажимом.

На второй стадии совершенствования процесса — организации производства — ставится вопрос: «Каким образом можно улучшить

изготовление данного изделия?». Усовершенствования технологии изготовления касаются таких факторов, как надлежащая температура плавки иковки, скорость резания, выбор инструментов и т.п.[2].

Такие подходы совершенствования называют *кайдзен*. Чтобы осуществлять планирование и работать вместе для достижения успеха, в процесс совершенствования вовлекаются все – начиная с руководителя организации.

В японском языке слово «*кайдзен*» означает «непрерывное совершенствование». Исходя из этой стратегии, в процесс совершенствования вовлекаются все – от менеджеров до рабочих, причем ее реализация требует относительно небольших материальных затрат. Философия *кайдзен* предполагает, что наша жизнь в целом (трудовая, общественная и частная) должна быть ориентирована на постоянное улучшение [20].

Кайдзен ставит во главу угла мышление, ориентированное на процесс, поскольку для того, чтобы улучшить результаты, надо улучшать процессы. Сбой в достижении запланированных результатов указывает на сбой в процессе.

Ориентированный на процесс подход следует также использовать при внедрении различных инструментов *кайдзен*: цикла «планируй-делай-проверяй-воздействуй» (*PDCA*); цикла «стандартизуй-делай-проверяй-воздействуй», «всеобщий менеджмент на основе качества» (*TQM*); «точно вовремя», «всеобщий уход за оборудованием» (*TPM*). Инструменты *кайдзен* не дали результата во многих компаниях просто потому, что те игнорировали процесс. Самый критичный элемент в процессе *кайдзен* – приверженность и вовлеченность высшего руководства. Чтобы обеспечить успех, это отношение надо продемонстрировать сразу и последовательно выполнять [23].

2.1.2 Циклы PDCA/SDCA

Первое, что нужно сделать в процессе *кайдзен*, это ввести цикл «планируй-делай-проверяй-воздействуй» (*PDCA*) в качестве механизма, который обеспечивает непрерывность *кайдзен* в достижении политики поддержания и совершенствования стандартов. Это один из самых важных моментов процесса (см. рис. 1–3). [24]

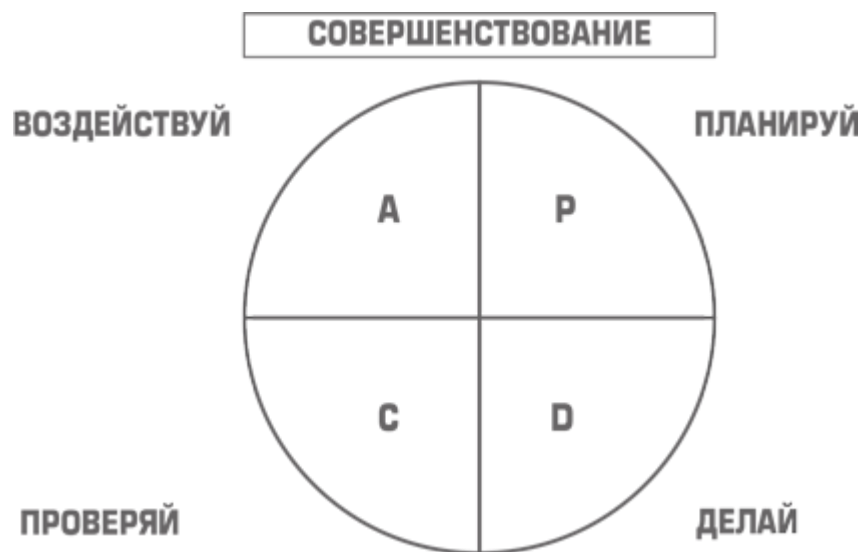


Рисунок 1 – Цикл «планируй-делай-проверяй-воздействуй» (*PDCA*)

Планируй - предполагает, что должны быть установлены цели для совершенствования и намечены планы действий для их достижения. *Делай* - относится к реализации плана. *Проверяй* - относится к определению того, оставило ли внедрение след и привело ли к запланированному улучшению. *Воздействуй* - относится к построению и стандартизации новых процедур, призванных предотвратить повторение первоначальной проблемы или установить цели для новых улучшений. Цикл *PDCA* постоянно возобновляется: как только происходит улучшение, результат процесса превращается в объект дальнейшего совершенствования.[25]

Любой новый рабочий процесс сначала нестабилен. Перед тем как начать применение *PDCA*, каждый текущий процесс надо стабилизировать с

помощью цикла «стандартизуй-делай-проверяй-воздействуй» (*SDCA*). (См. рис. 1–4.)



Рисунок 2 – Цикл «стандартизируй-делай-проверяй-воздействуй» (*SDCA*)

Всякий раз, когда в текущем процессе появляются отклонения, надо задать следующие вопросы: «Это случилось потому, что у нас не было стандарта? Это случилось потому, что мы не следовали стандарту? Это случилось потому, что стандарт не был адекватным?» Только после того, как стандарт установлен, а его требования выполняются, стоит, стабилизируя текущий процесс, перейти к использованию *PDCA*.

SDCA стандартизирует и стабилизирует текущие процессы, в то время как *PDCA* улучшает их. *SDCA* относится к поддержанию, а *PDCA* – к совершенствованию, а вместе они становятся двумя главными задачами менеджмента [21].

2.1.3 Гемба и менеджмент

В буквальном переводе «генти» означает фактическое местоположение, а «генбуцу» — реальные материалы или изделия. Но в Toyota термин «генти генбуцу» интерпретируется как «пойти на место и увидеть реальную ситуацию, чтобы понять ее». Еще более популярным стал термин «гемба». Он означает «реальное место» и используется в том же значении, что и «генти генбуцу». Первым шагом любого процесса решения проблемы,

разработки новой продукции или оценки производительности сотрудника является понимание ситуации, которое требует «отправиться в гемба». Toyota поощряет творческое мышление и рассчитывает на него, но инновация является насущной потребностью и немыслима без всестороннего понимания реальной ситуации. Такой тип поведения характерен для тех, кто обучен подходу Toyota, — они ничто не принимают на веру и ничто не считают само собой разумеющимся, они знают, о чем говорят, поскольку видели все своими глазами [3].

С точки зрения отношений *гемба – менеджмент* возможны два равноправных, хотя и противоположных представления: *гемба*, стоящая над структурой менеджмента (перевернутый треугольник), и *гемба* в основании структуры менеджмента (нормальный треугольник). *Гемба* и менеджмент занимают в равной степени важное место: *гемба* – предоставляя продукцию или услуги, которые удовлетворяют потребителя, а менеджмент – определяя стратегию и разрабатывая политику достижения этой цели в *гемба*. Таким образом, импульс для улучшений должен идти и снизу вверх и сверху вниз. На рис.4 менеджмент стоит над организацией. Это дает инициативу в установлении политики, целей и приоритетов, в распределении ресурсов, таких как люди и деньги. В этой модели менеджмент должен пытаться занять лидирующие позиции и определить самый нужный вид *кайдзен*. Процесс достижения корпоративных целей называют развертыванием политики. Многие менеджеры из-за их привязки к отношениям *гемба – менеджмент*, как показано на обычном треугольнике (рис.4), склонны полагать, что их работа должна заключаться в том, чтобы всегда говорить *гемба*, что делать. Глядя на перевернутый треугольник (рис.3), где *гемба* находится сверху, менеджеры могут понять, что им надо слушать людей *гемба* и учиться у них, чтобы оказать своевременную помощь. *Гемба* становится источником здравого смысла и недорогих улучшений. [26,27]

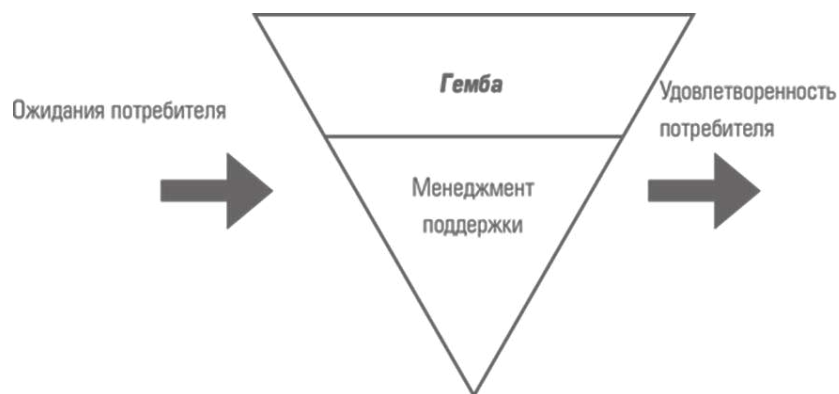


Рисунок 3 – Расположение роли менеджмента под гембой



Рисунок 4 – Расположение роли менеджмента над гембой

Никогда не стоит смешивать роли менеджмента и *гемба* в этих двух моделях [1].

2.1.4 Стандартизация

Чтобы понимать концепцию «качество, затраты, поставка», компания должна ежедневно и целесообразно управлять различными ресурсами, которые включают людей, информацию, оборудование и материалы.

Для эффективного ежедневного управления ресурсами нужны стандарты. Каждый раз, когда появляются проблемы или неполадки, менеджер должен их исследовать, найти первопричину и пересмотреть существующие стандарты или внедрить новые, чтобы предотвратить возникновение подобной ситуации в будущем. Стандарты становятся неотъемлемой частью *гемба кайдзен* и дают основание для постоянного совершенствования.

При правильном применении *кайдзен* поможет улучшить качество, снизить затраты и выполнить требования потребителей по поставке без сколько-нибудь существенных инвестиций или внедрения новых технологий. Три главных действия *кайдзен* – стандартизация, система 5S, охватывающая различные задачи поддержания порядка, а также устранение *муда* (потерь) обязательны для построения бережливой, эффективной и успешной системы «качество, затраты, поставка». Можно легко понять и внедрить стандартизацию, устранение *муда* и 5S, это не потребует сложных знаний или технологий. Кто угодно – любой менеджер, мастер или сотрудник – могут запросто сделать это, руководствуясь здравым смыслом и без больших затрат. Труднее всего добиться самодисциплины, нужной для поддержки реализации этой концепции. [28]

Стандартизация в *гемба* часто означает перевод технологических и технических требований, установленных инженерами, в ежедневные операционные стандарты для рабочих. Для этого не нужны технологии или изощренные приемы. На самом деле от менеджмента требуется четкий план, разделенный на логические этапы [22].

2.1.5 Стандарты

Повседневный бизнес функционирует по определенным согласованным правилам. Зафиксированные в документах, они становятся стандартами. Успешный менеджмент на ежедневном уровне сводится к одному рецепту: поддерживайте и совершенствуйте стандарты. Это означает, что надо не только придерживаться действующих технологических, организационных и рабочих стандартов, но также и улучшать текущие процессы, чтобы поднять стандарты на более высокий уровень. [29]

2.1.6 Поддержание и совершенствование стандартов

Всякий раз, когда процессы в *гемба* идут не так, как надо, например, производится брак или не удовлетворены потребители, руководство организации должно выяснить первопричины, предпринять действия для

исправления ситуации и изменить рабочую процедуру, чтобы исключить проблему. По терминологии *кайдзен*, менеджеры должны реализовывать цикл «стандартизируй-делай-проверяй-воздействуй (SDCA)».[30]

Когда действующие стандарты работают, а сотрудники следуют им неукоснительно, без отклонений, процесс управляем. Следующий шаг – скорректировать статус-кво и поднять стандарты на более высокий уровень. Это влечет за собой реализацию цикла «планируй-делай-проверяй-воздействуй (PDCA)».

Заключительная стадия обоих циклов, которая называется «*воздействуй*», относится к стандартизации и стабилизации работы. Таким образом, стандартизация становится неотъемлемой частью деятельности каждого.

2.1.7 Операционные (рабочие) стандарты

Сосредоточим свое внимание на том, какой смысл мы вкладываем в термин «*стандарт*». В этом контексте существует два их типа. Первый относится к *организационным стандартам*, которые нужны для административного руководства людьми и включают административные правила, политику и руководящие указания для персонала, должностные инструкции, нормы бухгалтерского учета и т. д. Другой тип – *операционные стандарты*. [31] Они описывают то, как персонал выполняет работу, чтобы реализовать концепцию «качество, затраты, поставка». Если организационные стандарты предназначены для внутренних целей управления людьми, то операционные стандарты относятся к внешним потребностям, чтобы реализовать концепцию «качество, затраты, поставка» для удовлетворения потребителей.

Соблюдение стандартов напоминает процесс управления автомобилем. Водитель должен выполнять определенные правила, и в результате он или она получает свободу движения в желаемом направлении. Аналогичным образом, когда сотрудники соблюдают требования стандартов и правильно

выполняют свою работу, потребитель получает удовлетворение от продукции или услуги, компания процветает, а люди довольны уровнем сохранности рабочих мест [1].

2.1.8 Карты пошагового выполнения операций (КПВО)

Стандарты могут быть различными по назначению, содержанию, внешнему виду, однако при их разработке необходимо строго придерживаться главного принципа — они не должны быть громоздкими и сложными. Одними из стандартов, предназначенных для всех сотрудников, являются Карты Пошагового Выполнения Операций (КПВО).

Это простой и понятный документ, изложенный на одной странице и описывающий пошаговый алгоритм выполнения отдельной рабочей операции. Стандартизируемые операции могут быть самыми разными — технологическими, ремонтными (в том числе связаны с пуском оборудования после ремонта, самим ремонтным процессом и обслуживанием агрегатов), могут описывать калибровку и настройку приборов и даже анализ проб в лаборатории [32].

Вспомните свои детские воспоминания о диафильмах: истории в форме картинок с короткими комментариями. Такие рассказы воспринимались гораздо интереснее, чем просто текст в книге. В картах пошагового выполнения операций применен этот же принцип наглядности, только вместо картинок используются фотографии действий работника [4].

Если регулярно выполняешь работу в строгом соответствии с установленным стандартом, то, безусловно, возникнут идеи по его улучшению: наступает этап совершенствования и создается новый стандарт. А дальше процесс практически бесконечен — как только вы улучшили метод и обновили стандарт, новая версия становится отправной точкой для следующего улучшения.

В первую очередь, КПВО были созданы на пилотных участках, где осуществляется внедрение Производственной Системы. На РУСАЛе с

помощью карт стандартизировано выполнение всех операций, в том числе — работа на литейных агрегатах. Все операции этой работы неоднократно выполняются на протяжении каждой рабочей смены, при этом производить их может любой из работников соответствующей квалификации без каких-либо потерь. Таким образом, разработка КПВО для указанных операций — это вполне логичный шаг.

2.1.9 Основные особенности стандартов

Стандарты обладают следующими основными особенностями:

1. *Представляют наилучший, самый легкий и самый безопасный способ выполнения работы.* В стандартах отражается многолетний опыт и «ноу-хау» людей, выполняющих конкретную работу. Когда руководство организации обеспечивает и улучшает определенный метод выполнения производственных операций, удостоверившись в том, что все рабочие, независимо от смен, следуют одним и тем же процедурам, то такие стандарты становятся самым эффективным, безопасным и рентабельным способом выполнения работы.

2. *Предлагают наилучший способ сохранения «ноу-хау» и накопленного опыта.* Если сотрудник, знающий наилучший метод выполнения работы, увольняется из организации и не передает свои знания, то его «ноу-хау» также бесследно исчезает. Только путем стандартизации и внедрения данного «ноу-хау» на уровне компании оно остается в фирме, независимо от приходов и уходов конкретных людей.

3. *Обеспечивают способ измерения показателей.* Менеджеры могут оценить результаты работы при помощи установленных стандартов, а при их отсутствии любой вывод будет небесспорным.

4. *Показывают отношения между причиной и результатом.* Отсутствие стандартов или несоблюдение их требований неизбежно приводит к отклонениям, вариабельности и потерям. Давайте применим эту концепцию к спорту, например, к прыжкам с парашютом. Когда люди

совершают свой первый прыжок с высоты, то зависят от инструктора, который складывает для них парашют. По мере приобретения опыта они начинают выполнять эту процедуру самостоятельно, но с помощью инструктора. Прежде чем стать полностью независимыми, им надо самим научиться складывать парашют правильно.[33,34]

Предположим, что спортсмен сделал это впервые в своей жизни и собирается на следующий день совершить прыжок. Он ложится спать, но не может уснуть, его мучает вопрос: «Правильно ли я сложил парашют?» Он поднимается с кровати, раскладывает парашют и начинает складывать его заново, опять ложится спать, но ему по-прежнему не спится. Сколько раз он должен сложить парашют, прежде чем будет уверен, что все хорошо? Ответ заключается в том, что это достаточно сделать лишь один раз. Имеющийся на сегодняшний день способ складывания парашюта наилучший, самый легкий и самый безопасный, в нем отражен опыт многих тысяч парашютистов, с учетом последствий различных трагедий. Каждый раз, когда парашют не открывался, это сопровождалось мучительным вопросом: «На каком этапе складывания парашюта мы действовали неверно? Как мы можем изменить и улучшить процесс, чтобы предотвратить повторение ошибок? К каким последствиям приведет невыполнение требований стандартов по складыванию парашюта?» К тому времени, когда вы узнаете об этом, может оказаться слишком поздно.

5. *Создают основу как для текущего обслуживания, так и для совершенствования.* По определению, следование стандартам означает *поддержание существующих методов*, а модернизация стандартов означает *совершенствование*. Без стандартов мы не сможем узнать, внедрили мы усовершенствование или нет. Обязанность менеджмента состоит в том, чтобы, прежде всего, поддерживать стандарты. Когда вариабельность возникает из-за их недостатка, нужно вводить новые, а если она появляется даже при соблюдении стандартов, менеджмент должен сначала определить причину, а затем либо пересмотреть и модернизировать существующие

стандарты, либо обучить операторов выполнять работу в соответствии с ними. Возможно, в действующем стандарте есть неясные моменты либо операторы нуждаются в дополнительном обучении, чтобы выполнять работу должным образом.

Действия по поддержке стандартов должны преобладать в повседневной работе менеджеров в *гемба*.

Как только усилия менеджмента по обеспечению деятельности компании приводят к стабилизации и управляемости процесса, он может планировать следующие вызывающие шаги: совершенствование и модернизацию существующих стандартов. Там, где нет стандартов, нет места совершенствованию. [35,36] Вот почему они служат основой как для обеспечения работы компании, так и для ее улучшения.

6. *Указывают цели и задачи обучения.* Стандарты можно описать как набор наглядных символов, показывающих, как делать работу. В этом качестве они должны сообщать информацию простым и понятным способом. Обычно стандарты имеют форму письменных документов, но иногда облегчить их понимание могут рисунки, эскизы и фотографии.

7. *Обеспечивают основу для обучения.* Как только стандарты введены, следующим шагом должно стать такое обучение операторов, чтобы стандартное выполнение работы стало их второй натурой.

8. *Создают основу для аудита или диагностики.* В *гемба* рабочие стандарты часто указывают на жизненно важные контрольные точки работы операторов. Эти стандарты, без сомнения, служат им своего рода напоминанием, но, что даже более важно, помогают менеджерам проверить, нормально ли идет работа. Если их поддержание и совершенствование – две главные задачи менеджмента, то основная цель *мастеров в гемба* – выяснять, поддерживаются ли стандарты в рабочем состоянии, происходит ли данный процесс вовремя, выполняются ли планы модернизации действующих стандартов.

9. *Помогают предотвратить повторение ошибок и минимизируют вариабельность.* Как уже говорилось, стандартизация – последний из пяти принципов *гемба*. Это также предпоследний шаг в *кайден*- историях, разъяснение которого приведено ниже в этой главе. Только тогда, когда мы стандартизируем эффект от проекта *кайден*, мы можем ожидать, что одна и та же проблема не возникнет повторно. Контроль качества означает управление вариабельностью. Задача менеджмента состоит в том, чтобы выявить, определить и стандартизировать ключевые контрольные точки в каждом процессе и гарантировать, что управление ими будет происходить всегда [37].

Часто случается, что качество продукции в компании А оказывается лучше, чем в компании В вовсе не потому, что первая превосходит вторую во *всех* аспектах, а потому, что компания А предпринимает целенаправленные усилия для того, чтобы гарантировать выполнение всех процессов в соответствии со стандартами, в то время как в компании В один или два процесса не всегда отвечают установленным требованиям.

Таким образом, стандартизация – неотъемлемая часть процесса создания высококлассной продукции, и без стандартов нельзя построить жизнеспособную систему качества [1].

2.2 Оборудование для полунепрерывного литья

2.2.1 Состав вертикальной литейной машины

Вертикальная литейная машина для литья слитков-столбов для прессования обычно включает следующие основные части:

- подвижную литейную платформу, на которой установлены затравки;
- привод движения платформы, гидравлический или тросовый;
- литейный стол с установленными кристаллизаторами;
- система подачи охлаждающей воды;
- система управления.

Литейная машина устанавливается в литейный колодец. Литейный колодец обычно представляет собой железобетонную конструкцию, стены которого облицовывают стальными листами [13].

2.2.2 Типы вертикальных литейных машин

Существует три основных типа литейных машин:

- тросовые;
- гидравлические;
- парашютного типа.

Все три типа литейных машин могут иметь одинаковые типы литейных столов и одинаковые типы систем водяного охлаждения.

Количество воды в минуту может быть оценено величиной 0,27 литров на один миллиметр периметра слитка в миллиметрах. Полученная величина является весьма приблизительной: местные климатические условия и температура и химический состав охлаждающей воды могут значительно влиять на общий расход воды [7].

2.2.3 Тросовая литейная машина

На рисунке 5 показана тросовая литейная машина. Машины этого типа имеют производительность до 5000 кг и поэтому их устанавливают в малых литейных цехах. Преимущество этих литейных машин заключается в том, что они имеют невысокую стоимость, требуют минимум строительных работ и легко устанавливаются. Производительность 5000 кг – это около 16 столбов диаметром 152 мм и длиной 6 м[8].

Тросовые литейные машины имеют платформу, которая поднимается и опускается с помощью троса, который приводится в движение лебедкой. Обычно такие машины имеют устройства для контроля натяжения троса, чтобы компенсировать его растяжение при увеличении веса платформы со слитками в ходе литья и обеспечивать необходимое натяжения троса.

На случай аварийного отключения электричества обычно предусматривают резервный источник питания на время около 5 минут, чтобы безопасно завершить разливку слитков.

Поскольку машина имеет электрический привод, то важно предусматривать резервный источник электричества на период около 5 минут, а также резервный источник воды [14].

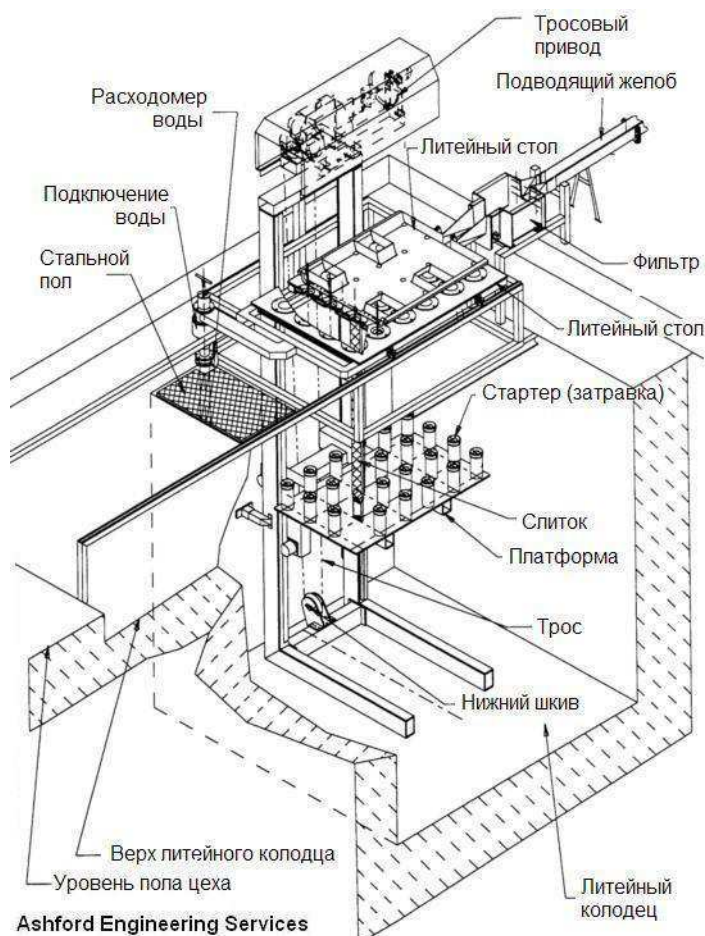


Рисунок 5 – Тросовая литейная машина

2.2.4 Гидравлическая литейная машина

Гидравлические литейные машины лучше всего подходят для литья столбов при весе садки более 10000 кг. Эти машины применяют для поднятия и опускания платформы гидравлический цилиндр с поршнем.

Еще в 1990-е годы промышленным стандартом был простой гидравлический цилиндр с поршнем с направляющими рельсами, которые обеспечивали выравнивание движения платформы со слитками. Эти направляющие рельсы крепились к стенам литейного колодца, а платформа имела направляющие ползуны или ролики, которые двигались по направляющим [15].

Уже в 2000-е годы повсеместно в мире устанавливали гидравлические литейные машины с самонаправляющимися поршнями гидравлических цилиндров. Эти гидравлические приводы являются достаточно прочными, чтобы поддерживать и направлять платформу без помощи боковых направляющих. Самонаправляющиеся гидравлические цилиндры являются очень эффективными, но и весьма дорогими. Без наружных направляющих внутреннее направляющее устройство потребовало увеличения диаметра гидравлического цилиндра, и в целом эта конструкция стала дороже [16].

Компромиссом по цене является применение гидравлического цилиндра с наружным направляющим рельсом, который предотвращает нежелательный поворот платформы. На рисунке 6 показана такая конструкция вертикальной литейной машины с откидывающимся литейным столом производительностью 60 тонн для литья слитков для прокатки [18].

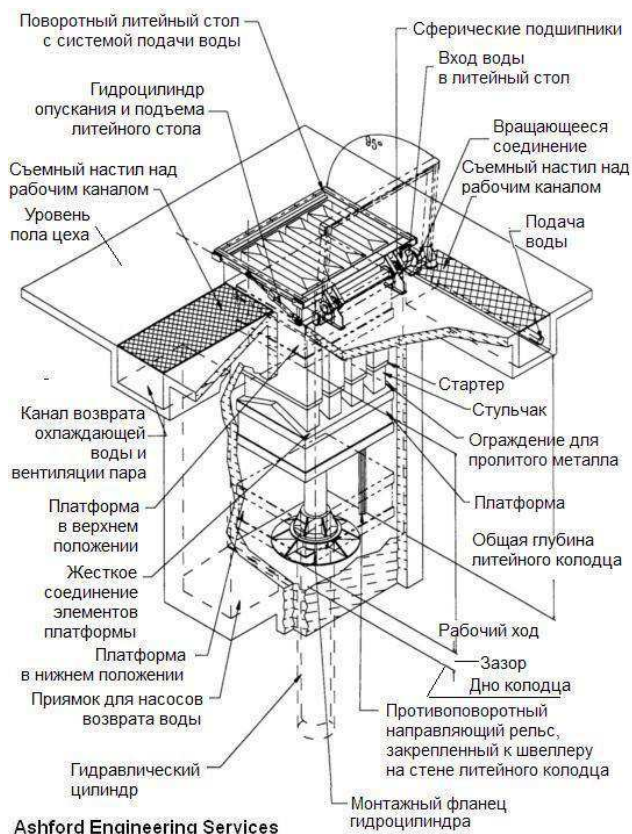


Рисунок 6 – Гидравлическая литейная машина

2.2.5 Литейная машина парашютного типа

На рисунке 7 показана вертикальная литейная машина так называемого парашютного типа.

У этой машины платформа со слитками подвешивается на четырех тросах одинаковой длины. Машина парашютного типа не требует никакого оборудования, которое надо было бы устанавливать в литейном колодце ниже уровня пола цеха.

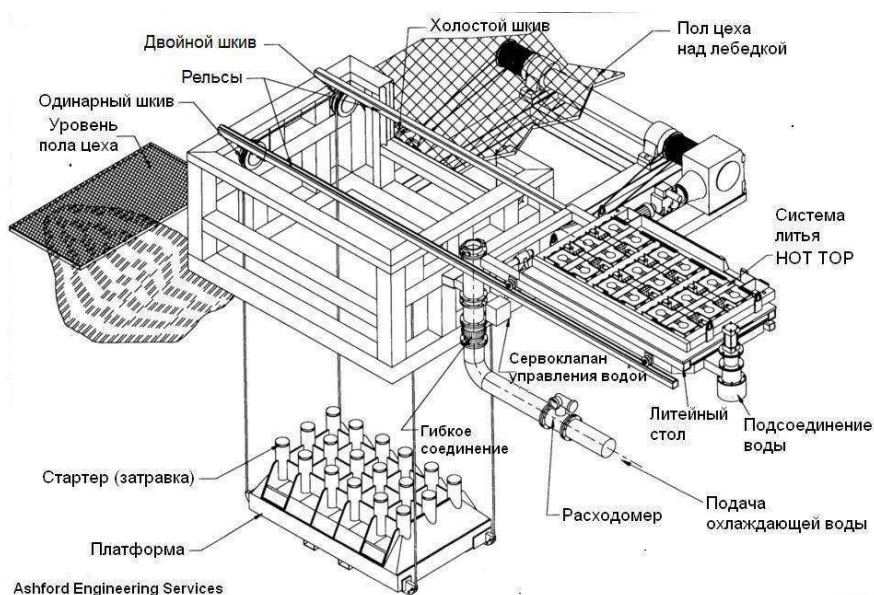


Рисунок 7 – Литейная машина парашютного типа

Система тросов спроектирована так, что для опускания и поднятия платформы не требуются боковые направляющие.

На случай аварийного отключения электричества обычно предусматривают резервный источник питания на время около 5 минут, чтобы безопасно завершить разливку слитков.

Важно также предусматривать резервный источник воды на случай аварийного отключения электричества [7].

2.2.6 Оптимальные тепловые режимы при полунепрерывном литье

Одной из главных и практических задач является совершенствование технологического процесса, его оптимизация.

Разработка представлений об оптимальных условиях затвердевания металла и их практическая реализация выступают в этом плане конечной целью, достижение которой создает дополнительные возможности для увеличения производительности и повышения качества продукции [9].

Для непрерывной разливки стали при заданной производительности входными параметрами могут являться скорость разливки, температура металла, интенсивность теплоотвода в кристаллизаторе. Выходными параметрами должны являться наличие дефектов типа трещин, осевой рыхлости или пористости, количество неметаллических включений, параметрами внутренней структуры металла, механические свойства.[10] Связь между входными параметрами и характеристиками качества устанавливается на основе статистической обработки многочисленных экспериментальных исследований. Анализ проводится с помощью математической статистики [12].

2.2.7 Принцип работы кристаллизатора

Кристаллизатор является важнейшим технологическим узлом МНЛЗ, так как в нем происходит формирование непрерывного слитка.

Основное назначение кристаллизатора – это формообразование слитка и отвод такого количества тепла, которое обеспечивает условия для непрерывного формирования твердой оболочки слитка достаточной толщины и прочности, чтобы она не разрушалась под действием трения и ферростатического давления на выходе из кристаллизатора. В нем отводится до 20-25% всего тепла слитка. Для обеспечения высокой эффективности теплоотвода применяют кристаллизаторы с водяным охлаждением [12].

Повышение качества непрерывного слитка, повышение стабильности МНЛЗ и ее производительности в значительной степени зависят от правильной организации тепловых процессов в начальной стадии затвердевания слитка в зоне кристаллизатора. В кристаллизаторе начинается формирование твердой корочки слитка, поэтому возможность возникновения различных дефектов и допустимая скорость разливки во многом зависят от

условий кристаллизации и процессов теплообмена между жидким металлом и стенками кристаллизатора [11].

Кристаллизатор должен обеспечивать основные требования – высокий теплоотвод и условия непрерывного формирования твердой оболочки слитка. Тепловой режим кристаллизатора организуется так, чтобы на выходе твердая оболочка слитка была достаточной по толщине и прочности для предотвращения возможности прорыва металла. Распределение интенсивности теплоотвода по периметру и длине слитка должно обеспечивать отсутствие опасных напряжений, которые могли бы привести к появлению трещин [12].

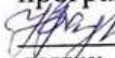
[изъято 51 страница]

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения

Кафедра металлургии цветных металлов

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель магистерской
программы

 Н.В. Белоусова
подпись инициалы, фамилия
« НВ » 07 2020 г.


ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

22.04.02.02 – Металлургия цветных металлов

код – наименование направления

Совершенствование организации технологии литья плоских слитков из
экспериментальных алюминиевых сплавов на установке полунепрерывного
литья УПНЛ – 1,5


Научный руководитель/
руководитель

 03.07.2020
подпись, дата

доц., канд. техн. наук
должность, ученая степень

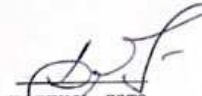
В.Н. Баранов
инициалы, фамилия

Выпускник

 03.07.2020
подпись, дата

Д.А. Афанасьев
инициалы, фамилия

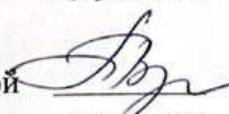
Рецензент

 03.07.2020
подпись, дата

АО «РУСАЛ Саяногорск»,
Начальник ОТиЗ
должность, ученая степень

Р.А. Сафонов
инициалы, фамилия

Консультант
экономической
части

 07.07.2020
подпись, дата

доц., канд. эконом. наук
должность, ученая степень

Т.В. Твердохлебова
инициалы, фамилия

Красноярск 2020