

нием создают условия для затвердевания отливки, существенно отличающиеся от условий при литье в разовые формы и кокиль. Заполнение полости формы происходит за сотые доли секунды. В настоящее время важнейшими задачами, стоящими перед металлургическими и машиностроительными отраслями промышленности, являются повышение качества и создание конкурентоспособной продукции. ЛПД является одним из наиболее производительных способов получения точных литых деталей и заготовок с качественной поверхностью.

Отливки, изготавливаемые методом ЛПД, имеют сложную конфигурацию и, как правило, содержат всевозможные внутренние полости и отверстия, которые выполняют с помощью металлических стержней. В момент извлечения отливки из пресс-формы в зоне контакта стержня и отливки возникают силы трения, обусловленные обжатием стержня затвердевающей отливки, которые приводят к образованию задиров на поверхности отливки. Для предотвращения образования задиров на теле отливки и уменьшению усилия извлечения из формы, необходимым условием является использование разделительных покрытий (смазок), позволяющих беспрепятственно извлекать отливки из пресс-форм. В конце 80-х годов использовались смазки на масляной основе, которые обладали рядом негативных свойств: высокая газотворность, увеличение пористости отливок, загазованность цехов. Поэтому с целью устранения отрицательного воздействия этих смазок начали использоваться вододисперсионные смазки, вроде кремнийорганических смазок. Самой распространённой основой для таких смазок является ПМС-300.

Смазки для ЛПД должны удовлетворять следующим требованиям: предотвращать привар отливок к материалу формы; обладать высокими противозадирными свойствами; иметь минимальную газотворность; иметь хорошую охлаждающую способность и низкую вязкость; не влиять на чистоту поверхность отливок; быть нетоксичными и пожаробезопасными; быть экономически выгодными.

УДК 621.783

### **Анализ энергоэффективности методических нагревательных печей различной конструкции**

Студенты гр.10405526: Белов М.Д., Хоронеко И.А., Чаюков В.О.

Научный руководитель – Трусова И.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Методические нагревательные печи относятся к наиболее распространённому типу нагревательных печей. В зависимости от распределения температур в рабочем пространстве печи, ранее различали двухзонные или трехзонные методические печи, причем в методической зоне этих печей, как правило, не было сжигательных устройств. Построенные в последнее время многозонные методические печи являются четырехзонными, пятизонными – в зависимости от количества участков печи, оборудованных топливосжигающими устройствами.

Стремление к обеспечению высокопроизводительной работы печи ведет к повышению температуры, которая определяется тем, что к моменту выдачи металл должен быть соответствующим образом прогрет по всему сечению.

В производстве широкое распространение для нагрева металла получили методические печи разнообразных конструкций.

В последние десятилетия на металлургических предприятиях для нагрева заготовок широкое распространение получили печи с механизированным подом (с шагающим подом, с шагающими балками и комбинированные), что обусловлено их преимуществами по сравнению с печами других типов (толкательные, кольцевые, ролевые): уменьшение времени нагрева заготовок; снижение окисления и обезуглероживания поверхности металла при

нагреве; отсутствие поверхностных дефектов в результате трения заготовок о подину и устранение свариваемости заготовок за счет наличия зазоров; легкость удаления заготовок из всей печи или высокотемпературной ее зоны при остановках стана, в концесмены, перед ремонтом и т. д.; возможность легкого разделения отдельных плавок металла или мелких партий заготовок, требующих различных режимов нагрева; отсутствие зависимостей между выдачей и загрузкой заготовок, позволяющее включить печи в поток с агрегатами, работающими с различным ритмом; высокая степень механизации и автоматизации, четкая поштучная выдача заготовок [1].

Для оценки эффективности тепловой работы печей выполнены расчеты нагрева металла в четырехзонных печах, которые включают методическую зону, 1-ю и 2-ю сварочные, томильную зоны, а именно для толкательной методической печи и печи с шагающими балками. Расчеты проведены по методике [2] для печей производительностью 50 т/ч, марка стали – Сталь 40Х.

Результаты расчета теплового баланса представлены в таблице 1.

Сравнение основных технико-экономических показателей приведено в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты расчета теплового баланса

Статьи	Приход		Статьи	Расход	
	Толкательная	Шагающими балками		Толкательная	Шагающими балками
	%	%		%	%
Теплота от сгорания топлива	85,13	83,20	Теплота на нагрев металла	30,75	46,27
Теплота вносимая подогретым воздухом	11,45	15,13	Теплота уносимая уходящими газами	41,80	35,83
Теплота экзотермических реакций	3,24	1,67	Потери теплоты теплопроводностью	6,97	5,98
			Потери теплоты излучением	0,98	0,72
			Потери теплоты с охлаждающей водой	9,80	9,00
			Неучтенные потери	9,7	2,2
Итого	100	100	Итого	100	100

Таблица 2 – Техничко-экономические показатели

	Толкательная печь	Печь с шагающими балками
КПД	35,83	41,80
Расход кг.т. /т	74,48	55,3

Как видно из приведенных расчетов применение печи с шагающими балками позволяет сократить расход топлива почти в 1,5 раза, соответственно повышается КПД устройства.

### Список использованных источников

1. Тимошпольский, В.И. Тепловая работа нагревательных печей прокатного производства в промышленных условиях. Сообщение 2. Экспериментальные исследования при нагреве заготовок в печах с механизированным подом / В.И. Тимошпольский, И.А. Трусова // Литье и металлургия. – 2011. – № 1–2. – С. 62–71.

2. Тимошпольский В.И., Трусова И.А., Ратников П.Э, Румянцева Г.А., Кабишов С.М. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 1– 42 01 01 «Огнеупоры и металлургические печи». – Минск: БНТУ, 2009. – 97 с.

УДК 669

### СВС-процессы и технологии получения материалов, применение продуктов СВС-процессов в промышленности

Магистрант Костюченко Ю.А., аспирант Ковалевич Э.В.  
Научные руководители – Иванов И.А., Слуцкий А.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Явление СВС – процессов было обнаружено в середине 1970-х годов русскими ученым: А.Г. Мержановым, И.П. Боровинской и В.М. Шкиро. Главный принцип технологии СВС заключается в том, что исходные порошки нужно не греть, а сжигать их.

СВС представляет собой режим протекания сильной экзотермической реакции, т.е. реакции горения шихты (порошков), где тепловыделение локализовано в слое и передается от слоя к слою путем теплопередачи. При протекании химической реакции, образуются твердые конечные продукты. Режим горения является важным параметром, влияющим на однородность превращения. На процесс протекания реакции влияет состав, структура и строение образующихся продуктов. Распространение волны горения в СВС-процессах можно регулировать. Простейшими методами относится характеристика исходного сырья или заготовки, что позволяет в определенных пределах регулировать скорость, температуру, глубину превращения при горении и, следовательно, состав и структуру продуктов горения. Для слабоэкзотермических реакций или смесей с большим содержанием инертных наполнителей для инициирования реакции синтеза необходим предварительный подогрев шихты в печи. Шихта в СВС-процессах может находиться в вакууме, на открытом воздухе, в инертном или реагирующем газе. В зависимости от химической природы ведущей реакции горения и агрегатного состояния реагентов, все СВС-системы можно разделить на 4 основных класса: безгазовые, фильтрационные, газовыделяющие системы и системы металлотермического типа (с восстановительной стадией). СВС-технология порошков, представляет собой послойное горение продуктов, либо тепловой взрыв при взаимодействии продуктов. При возникновении теплового взрыва или воспламенения, происходит нагрев порошков (шихты) до критической температуры, при котором происходит увеличение скорости протекания экзотермической реакции. В процессе протекания экзотермической реакции образуется слиток либо спек, что в последующем требует дополнительной обработки (размол).

Таким способом получают сложные порошки тугоплавких неорганических соединений, сложные оксиды, силициды, а также позволяет получать плотные изделия. В СВС-процессе могут участвовать химически активные при высоких температурах вещества в качестве реагентов и инертные вещества в качестве наполнителей или разбавителей. Управляя параметрами синтеза можно обеспечить получение материала, не уступающего по свойствам материалам, полученным другими традиционными способами. Простота обслуживания и высокие скорости процессов СВС приводят к существенной экономии энергии и материалов.

СВС-процессы характеризуются: низкими затратами электроэнергии, простотой технологического оборудования, высокой производительностью, способностью сохранять экологию.