

№ 2746

О.И. Шайнович

# **Управление промышленными системами**

Учебное пособие

**№ 2746**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра прикладной экономики

О.И. Шайнович

# **Управление промышленными системами**

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2016

УДК 65.01  
Ш12

Рецензент  
канд. экон. наук, доц. *О.О. Скрябин*

**Шайнович О.И.**

Ш12 Управление промышленными системами : учеб. пособие /  
О.И. Шайнович. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2016. – 121 с.  
ISBN 978-5-87623-972-3

Показана необходимость знаний основ металлургического производства для принятия взвешенных управленческих решений в условиях сложной промышленной системы – металлургического предприятия, Даны общая характеристика, состав и структура предприятий черной металлургии. Представлены технологическое оборудование основных производственных цехов, характеристика объектов вспомогательного и подсобного назначения, взаимодействие между отдельными объектами металлургического завода, основные принципы организации металлургического производства. Рассмотрено современное состояние черной металлургии России в целом и на отдельных металлургических предприятиях. Отражено влияние технических и технологических на принятие сбалансированных управленческих решений, касающихся развития металлургического производства.

Предназначено для магистрантов, обучающихся по направлению вопросов «Менеджмент». Может быть полезно при подготовке магистров и бакалавров других направлений металлургических вузов.

**УДК 65.01**

ISBN 978-5-87623-972-3

© О.И. Шайнович, 2016  
© НИТУ «МИСиС», 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
1. Основные положения.....	6
2. Первый металлургический передел.	
Переработка железорудного сырья. Доменное производство.....	10
2.1. Доменное производство. Доменная печь.....	10
2.2. Объекты комплекса доменной печи.....	22
2.3. Прямое восстановление.....	34
3. Второй металлургический передел.	
Сталеплавильное производство.....	41
3.1. Выплавка.....	41
3.2. Внепечная обработка.....	50
3.3. Разливка.....	57
4. Третий металлургический передел. Прокатное производство.....	77
5. Четвертый металлургический передел.....	86
6. Объекты вспомогательного подсобного назначения.....	95
7. Интегрированная автоматизированная система управления.....	103
8. Современное состояние черной металлургии России.....	106
Библиографический список.....	120

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной задачей управления является обеспечение рационального ведения хозяйства в условиях дефицитности ресурсов, необходимость достижения высоких конечных результатов с минимальными затратами, ускорение перехода к интенсивному характеру развития производства на основе внедрения достижений научно-технического прогресса. Система управления, отвечающая таким требованиям, логике и закономерностям социально-экономического процесса, должна быть гибкой и эффективной.

Современные промышленные предприятия, в том числе металлургические, представляют собой сложные промышленные системы. Управление такими системами имеет много специфических особенностей в зависимости от отраслевой принадлежности, степени вовлечения их во внешнеэкономическую деятельность, характера выпускаемой продукции.

Важное значение имеет информация о возникновении в ходе производства отклонений от плановых показателей, что требует принятия оперативных решений.

Большую роль в принятии решений играют новые научные знания, сведения об изобретениях, технических новинках своего предприятия, а также фирм-конкурентов. Непрерывно пополняемый руководителем потенциал знаний в области возможных технических решений и его практическое и своевременное использование обеспечивают промышленному предприятию высокий уровень конкурентоспособности.

Руководителям, призванным принимать решения, особенно стратегического характера, приходится брать на себя ответственность за последствия таких решений с учетом всего разнообразия противоречивых факторов. Проблема выбора решения – одна из важнейших в современной науке управления. Она предполагает необходимость всесторонней оценки самим руководителем конкретной обстановки и самостоятельного принятия им одного из нескольких альтернативных вариантов возможных решений, поэтому лицо, принимающее решения, должно обладать профессиональными знаниями, определяемыми профилем и спецификой работы предприятия, эрудицией в области маркетинга, экономики и рядом других качеств.

В соответствии с этим выпускники НИТУ «МИСиС» – потенциальные руководители в области черной металлургии, призванные

принимать взвешенные управленческие решения в сложной промышленной системе – металлургическом предприятии, должны обладать знаниями основ металлургического производства. Именно этому посвящена данная учебная дисциплина.

Цель учебной дисциплины «Управление промышленными системами» состоит в выработке понимания важности знаний о назначении и технических характеристиках основных производственных объектов заводов черной металлургии, взаимодействия между отдельными объектами металлургического предприятия (логистики производства), основных положений организации металлургического производства для формирования системы управления металлургическими предприятиями и принятия сбалансированных управленческих решений.

Основными задачами дисциплины являются умение ориентироваться в производственно-технической среде металлургических предприятий, оценивать общую характеристику, состав и структуру металлургического предприятия, техническую характеристику основных производственных объектов, а также влияние структуры предприятия, параметров основных технологических объектов и особенностей технологических процессов на выработку сбалансированных управленческих решений.

В рамках данной дисциплины основное внимание уделяется указанным выше общим аспектам металлургического производства, так как технология и другие особенности отдельных разделов металлургического производства более подробно рассматриваются в других специальных курсах.

Учебная дисциплина носит описательный характер, поэтому предусматривается использование большого количества иллюстраций, позволяющих представить себе внешний вид и особенности отдельных объектов металлургического завода и основного технологического оборудования. С учетом объема данной дисциплины в соответствии с учебным планом в учебное пособие включена только часть этих иллюстраций. Более подробно эти вопросы будут рассмотрены на лекциях и при проведении практических занятий.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Металлургия является базовой отраслью промышленности и занимает ведущие позиции в экономике России – на долю металлургии приходится около 4 % валового внутреннего продукта, в том числе на долю черной металлургии 1,4 %. На долю черной металлургии приходится около 6 % общероссийского объема валютной выручки. На производство продукции от общего объема по стране отрасль расходует около 6 % природного газа, около 5 % электроэнергии, 15 % объема железнодорожных перевозок.

Металлы – это основной конструкционный материал, который используется во всех отраслях экономики (строительство, транспорт, машиностроение, судостроение, авиастроение, производство автомобилей, бытовой техники и др.).

В соответствии с принятой в нашей стране классификацией к черной металлургии относится производство следующих металлов и сплавов на их основе: железо, марганец, хром. Производство других металлов и сплавов на их основе относится к цветной металлургии. В рамках данной дисциплины рассматриваются только вопросы, связанные с черной металлургией и производством металлопродукции на основе железа.

Основным обобщающим показателем уровня развития черной металлургии в той или иной стране является объем производства стали. Производство стали в отдельных странах приведено в табл. 1.1.

*Таблица 1.1*

**Производство стали, млн т**

Страна	1990 г.	1998 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Китай	66,3	114,3	353,5	626,7	809,8
США	89,7	97,7	93,3	80,6	121,5
Япония	110,3	93,5	112,5	109,6	110,9
Россия	154,4/89,6*	74,4/43,8*	66,1	66,3	70,1
Германия	44,0	44,0	44,5	42,6	43,3
Украина	52,6	24,4	38,6	–	26,7
Всего в мире	770,3	775,9	1116,6	1413,6	–

\* В числителе указаны данные, относящиеся к производству стали в СССР, в знаменателе – к производству стали в России.

Анализ приведенных в таблице показателей показывает, что до конца 90-х годов прошлого века объем производства стали в мире

постепенно увеличивался, приближаясь к 800 млн т в год. С начала 2000-х годов картина стала существенно меняться в связи с резким увеличением объема производства стали в Китае. По сравнению с 1998 г. объем производства стали в этой стране возрос в 2005 г. примерно в 3 раза, а в 2014 г. в 7 раз. За счет Китая мировое производство стали в 2010 г. составило 1413 млн т и по сравнению с 1998 г. возросло в 1,8 раза, причем почти половина общего объема производится именно в Китае. В 2014 г. производство стали в Китае составило около 810 млн т. Следует отметить, что такие высокие показатели достигнуты в Китае в результате строительства новых и коренной модернизации существующих металлургических заводов на базе самого современного оборудования и технологий с привлечением лучших мировых фирм. Изменение объема производства стали в этот период в других странах было относительно небольшим и не оказало существенного влияния на мировое производство.

Производство стали в России в 2014 г. составило около 70 млн т. По этому показателю Россия занимает пятое место в мире.

Производство черных металлов осуществляется поэтапно. Выделяются следующие основные технологические этапы, которые в черной металлургии принято называть переделами:

1-й передел – переработка подготовленного железорудного сырья с получением исходных материалов для производства стали;

2-й передел – производство стали;

3-й передел – производство готового проката;

4-й передел – дальнейшая переработка проката с целью получения продукции более высокой степени готовности.

Поэтапный характер производства черных металлов заключается в том, что в каждом предыдущем переделе производится исходный материал для последующего передела, а каждом последующем переделе используется продукт предыдущего передела.

Собственно «большая металлургия», т.е. производство металлопродукции на специализированных металлургических заводах, включает три основных металлургических передела и заканчивается производством готового проката. (Существует еще и «малая металлургия» – производство металлопродукции на машиностроительных заводах. «Малая металлургия» имеет определенные особенности и в рамках данной дисциплины не рассматривается.) В последнее время на металлургических заводах все шире стала применяться дальнейшая переработка готового проката с производством продукции более высокой степени



готовности. Такие производства выделены в отдельную группу, получившую название «четвертый передел».

Заводы черной металлургии делятся на заводы с полным циклом и переделные. *Заводы с полным циклом* имеют в своем составе все три основных металлургических передела. *Переделные заводы* имеют в своем составе один или два металлургических передела. Чаще всего переделные заводы включают сталеплавильное и прокатное производства или один из этих видов производств. Реже встречаются переделные заводы, имеющие в своем составе только первый передел. В таком случае единственной металлопродукцией этих заводов является товарный чушковый чугун. Примером такого завода в нашей стране является завод «Тулачермет».

В последнее время появилась новая группа заводов – *мини-заводы*. Это, по существу, современные переделные металлургические заводы относительно небольшой мощности (примерно до 2 млн т в год), но построенные с использованием самого современного оборудования на базе самых передовых технологических процессов и с привлечением широко известных в мире фирм – поставщиков металлургического оборудования и технологий. Благодаря этому такие заводы имеют очень высокие технико-экономические показатели, в связи с чем и получили широкое распространение.

В составе металлургического завода могут быть выделены две большие группы объектов: цехи основного производственного назначения и цехи и хозяйства вспомогательного и подсобного назначения.

В состав цехов и производств металлургического завода входят:

- объекты основного производственного назначения, непосредственно выпускающие металлопродукцию (доменные, сталеплавильные, прокатные и т.п.);
- объекты и хозяйства вспомогательного и подсобного назначения:
  - специфические для основных производственных цехов, например доменного (бункерная эстакада, воздуходувная станция, разливочная машина и др.); сталеплавильного (подготовка скрапа, производство извести и др.); прокатного (станция защитного газа, подготовка, использование и регенерация травильных растворов и др.).
  - общезаводские (переработка шлака, энергетическое, складское, транспортное хозяйства и др.).

В рамках данной дисциплины основное внимание уделено цехам основного производственного назначения. Цехи и хозяйства вспомогательного и подсобного назначения рассмотрены менее подробно.

Металлургическое производство представляет собой сложную промышленную систему, в которой участвует большое количество разнородных производственных объектов. Эти объекты относятся к разным производственным подразделениям металлургического завода, имеющим разную подчиненность. Управление металлургическим комплексом и увязка работы всех разнородных объектов представляет собой сложную организационную и управленческую задачу. Далее будут рассмотрены специфические управленческие задачи, которые возникают в процессе управления отдельными металлургическими переделами.

## **2. ПЕРВЫЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ПЕРЕДЕЛ. ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ. ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Назначение первого передела – переработка подготовленного железорудного сырья с получением исходных материалов для производства стали. Следует отметить, что подготовка железорудного сырья к металлургическому переделу (дробление, помол, обогащение, окускование) не относится к собственно металлургическому производству, а соответствующие технологические объекты в основном располагаются на горнообогатительных комбинатах. (Исключение составляют агломерационные фабрики, которые, как правило, входят в состав металлургических заводов с полным циклом и предназначены в первую очередь для переработки железосодержащих отходов собственного металлургического производства.)

В составе первого передела имеются два вида производств:

- доменное производство;
- прямое восстановление.

### **2.1. Доменное производство. Доменная печь**

В настоящее время железосодержащее сырье в мире перерабатывается преимущественно (более 90 %) доменным процессом.

Доменное производство включает собственно доменную печь и объекты комплекса доменной печи.

Основной технологический агрегат доменного производства – доменная печь. *Доменная печь* – агрегат непрерывного действия шахтного типа с противотоком шихтовых материалов и горячих восстановительных газов. Доменные печи с использованием каменноугольного кокса существуют с 1735 г. За прошедший период технологический процесс производства и основной технологический агрегат – доменные печи – хорошо отработаны, характеризуются гибкостью в отношении используемых шихтовых материалов, обладают высокой единичной мощностью, что очень важно для современных крупных металлургических заводов. В настоящее время находятся в эксплуатации доменные печи полезным объемом до 5600 м<sup>3</sup>, мощностью до 4,5 млн т чугуна в год, температурой дутья до 1300 °С, давлением газа на колошнике до 250 кПа, обогащением дутья кислородом до 40 % и возможностью использования различных топливных добавок.

Доменная печь может быть отнесена к агрегатам непрерывного действия, поскольку в верхнюю часть печи непрерывно осуществляется загрузка шихтовых материалов, а из нижней части печи постоянно производится выпуск жидких продуктов доменной плавки (или выпуск продуктов плавки может выполняться периодически, но происходит постоянное накопление жидких продуктов плавки в горне доменной печи).

Доменная печь как агрегат шахтного типа характеризуется большой высотой по сравнению с размерами поперечного сечения.

Противоток шихтовых материалов и горячих восстановительных газов обеспечивается за счет газопроницаемости шихты. В свою очередь газопроницаемость создается вследствие кусковатости шихтовых материалов, при этом между отдельными кусочками шихты образуются каналы, через которые проходят газы. Важным показателем качества шихты является минимальное содержание мелочи, поскольку мелочь может забивать каналы и препятствовать прохождению газов.

Противоток шихтовых материалов и горячих восстановительных газов создает благоприятные условия для тепловой работы доменной печи, благодаря чему обеспечивается исключительно высокий тепловой коэффициент полезного действия – 85...87 %, высокая степень использования восстановительного потенциала доменного газа и низкая температура газов на выходе из печи (около 100 °С).

На рис. 2.1 представлены основные технологические узлы доменной печи (сверху вниз): колошник, шахта, распар, заплечики, кольцевой воздухопровод, фурменные приборы и воздушные фурмы, горн, литейный двор.

Рассмотрим более подробно технологические узлы доменной печи, в составе которых имеется специфическое технологическое оборудование.

**Колошник** – верхняя часть печи, где располагаются технологические металлоконструкции и оборудование различного назначения (рис. 2.2).

Основные технологические металлоконструкции колошника – *газоотводы* – предназначены для равномерного отвода выходящего из печи доменного газа (рис. 2.3). Обычно устанавливается четыре газоотвода (на печах большого объема может быть восемь газоотводов), которые объединяются в один газоотвод большого диаметра, по которому газы подаются на газоочистку. Газоотводы футеруются огнеупорным кирпичем.