

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР  
\_\_\_\_\_ В.Л. Бибик  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

**Валуев Д.В.**

## **ВЫБОР И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания к выполнению практической работы  
по дисциплине «Термическая обработка сталей и сплавов» для бакалав-  
ров по направлению 22.03.02 «Металлургия»

Издательство  
Юргинского технологического института (филиала)  
Томского политехнического университета  
2014

УДК 620.18: 669. 14. 018. 252

**Выбор и расчет потребного количества оборудования:** методические указания к выполнению практической работы по курсу «Термическая обработка металлов и сплавов» для бакалавров по направлению 150400 «Металлургия» очной формы обучения / Сост. Д.В. Валуев. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014. – 9с.

Рецензент

доктор технических наук, доцент

С.Б. Сапожков

Методические указания рассмотрены и рекомендованы  
к изданию методическим семинаром кафедры  
МЧМ ЮТИ ТПУ  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Зав. кафедрой МЧМ

канд. тех. наук,

\_\_\_\_\_ *А.А. Сапрыкин*

Председатель

учебно-методической комиссии

\_\_\_\_\_ *И.С. Сулимова*

*Рецензент*

Кандидат технических наук,

доцент

*С.Б. Сапожков*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, ЮТИ ТПУ, 2014

© Валуев Д.В., 2014

## 1 УСЛОВИЯ ВЫБОРА

Оборудование выбирают по параметру, наиболее характерному для выполняемой операции и в максимальной степени выявляющему функциональные возможности оборудования. При этом учитывают местные энергетические ресурсы, требования к охране окружающей среды и возможности приобретения того или иного вида оборудования. Большая свобода выбора оборудования имеется при проектировании новых термических цехов. При реконструкции же действующих термических подразделений нередко ориентируются на использование имеющегося оборудования, что уже заранее определяет конкретные организационные формы выполнения операций, характер технологической оснастки и др. При выборе учитывают температурный режим, составы технологических сред, точность регулирования параметров, стоимость оборудования, занимаемую площадь, расход энергоносителей, систему обслуживания.

Оборудование периодического действия используют главным образом в мелкосерийном и единичном (опытном) производстве. С целью быстрого выхода на рабочий режим и переключения на другие режимы это оборудование должно обладать широкой производственной маневренностью. Для выполнения операций, связанных с предварительной продувкой садки нейтральной атмосферой и с медленным охлаждением в производстве серийного типа, применяют оборудование полунепрерывного действия, в том числе разъемные печи.

В условиях большого объема производства однотипных изделий, стабильности технологических режимов и высоких требований к качеству обработки используют оборудование поточного действия.

В соответствии с температурным режимом операции выбирают термическое оборудование, различающееся температурным диапазоном и характером технологической системы.

При выборе оборудования по источнику теплоты учитывают экономичность и недефицитность энергоносителя, требования к точности регулирования температурного режима, к условиям труда термистов и окружающей среды.

Особенно важно выбрать рациональный вид энергоносителя для обогрева высокотемпературных печей. Во многих производствах на однокциловую высокотемпературную обработку 1 т изделий расходуют 110—150 м<sup>3</sup> газового топлива или 600—800 кВт-ч электроэнергии. При многоцикловой обработке расход энергоносителей возрастает в два и даже в три раза. Поэтому затраты на технологические энергоносители

в некоторых термических подразделениях составляют 15—50 % цеховой себестоимости.

Форма и степень герметичности рабочего пространства оборудования определяются составом технологической среды, количеством одновременно обрабатываемых изделий, способом их ориентации. Большое влияние на выбор формы оказывает способ закалки некоторых деталей. При закалке длинномерных деталей в свободном состоянии с целью предупреждения их прогиба часто используют шахтные или коридорные печи и вертикальные закалочные баки, в которых эти детали нагревают и закалывают в подвешенном (вертикальном) положении. При закалке же подобных деталей в заневоленном состоянии нередко применяют оборудование, в котором указанные детали нагревают в горизонтальном положении и в таком же положении закалывают в прессах или штампах.

Наибольшую сложность представляет выбор печей поточного действия.

При компоновке многопозиционных технологических комплексов (линий) необходимо предусмотреть рациональную систему межоперационной и межстадийной передачи изделий, с тем чтобы до минимума сократить применение ручного труда.

## 2 РАСЧЁТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Для этого расчёта необходимо иметь номенклатуру обрабатываемых изделий с указанием объема их выпуска; данные о производительности оборудования (табл. 1), сведения о фонде времени работы оборудования.

Таблица 1 — Формулы для расчёта производительности оборудования

Печи	Формула
1	2
Полунепрерывные	$Q_{\text{ч}} = N_{\text{сад}} / T;$ $T = T_{\text{И}} + T_{\text{В}}$
Толкательные и пульсирующие	$Q_{\text{ч}} = \frac{60}{\tau} \cdot n \text{ (для однорядной)}$ <p>печи),</p> $\tau = \frac{T}{Y}$

Непрерывного действия	$Q_{\text{ч}} = v \cdot n_{\text{к}} =$
-----------------------	---

**Примечание:**  $N_{\text{сад}}$  - размер садки;  $T$  - время обработки;  $T_H$  - время нагрева;  $T_B$  - время выдержки;  $T_o$  - время охлаждения;  $\kappa_{\text{ном}}$  - неуточнённые потери времени;  $n$  — число деталей, шт., в передаточной партии;  $t$  — такт работы печи, мин;  $\gamma$  — число передаточных партий;  $L$  — длина печи;  $v$  — скорость перемещения конвейера;  $n_{\text{к}}$  - число изделий, приходящихся на единицу длины конвейера.

Средний коэффициент загрузки по цеху для серийного производства должен быть 0,80 — 0,85, а для единичного и много серийного 0,80 — 0,92.

При проектировании универсального оборудования, когда на нём может обрабатываться несколько видов деталей, коэффициент загрузки считается по каждому виду. Общий коэффициент загрузки должен быть 0,85 - 0,93.

Фонд времени ( $\Phi$ ) определяется сменностью работы подразделения. При осуществлении кратковременных термических операций на малоинерционном оборудовании сменность работы подразделения регламентируется.

При работе в одну или две смены при выполнении длительных термических операций весьма трудно приурочить завершение термической операции к межсменному перерыву. Чаще бывает так, что операция затягивается и завершается после окончания смены, в связи, с чем время межсменного перерыва сокращается либо завершается до начала перерыва, но использовать остаток рабочей смены для запуска новой партии нецелесообразно.

Из-за остаточного периода оборудования поточного действия время начала перерыва термического участка в сквозном технологическом процессе сдвигается по отношению ко времени перерыва смежного производства на промежуток, равный этому периоду.

При осуществлении технологически взаимосвязанных операций время пускоостановочных периодов равно уже не длительности одной операции, а суммарному времени всего комплекса этих операций.

При выполнении операций, основанных на технологической преемственности, термические участки должны функционировать по регламенту смежных производственных участков.

При осуществлении отдельных длительных или ряда технологически взаимосвязанных операций термические подразделения чаще всего работают круглосуточно. Круглосуточная работа в термических цехах при не-

прерывной работе (без воскресных и выходных дней) осуществляется при следующем скользящем графике работающих:

### 1.1.1.В.3.3.3.В.2.2.2.В,

где 1 — работа в первую смену; 2 — работа во вторую смену; 3 — работа в третью (ночную) смену; В — выходной день.

Неудобство работы по такому графику заключается в том, что после работы в третью смену фактически отсутствует выходной.

На других заводах скользящий график рабочего выглядит так:

### 1.1.1.1.В.2.2.2.2.В.3.3.3.3.В.В.1.1.1.1.В.2.2.2.2.В.3.3.3.3.В.В.

Здесь после ночной смены представляется два выходных.

При соблюдении общезаводских выходных и воскресных дней и длительности смены работу в три смены ведут при таком чередовании пяти и шести рабочих дней в неделю, чтобы в месяц в среднем выходило на каждую неделю по 41 часу рабочего времени.

При выполнении термических операций, сильно отличающихся продолжительностью и видами оборудования, в одном и том же термическом подразделении может быть установлена различная сменность: одни термические участки могут функционировать круглосуточно, другие — в две смены, третьи — в одну.

Фонд времени работы оборудования специального назначения определяют по уравнению:

$$\Phi = D \cdot H \left( 1 - \frac{B}{100} \right),$$

где  $\Phi$  - годовой фонд времени работы оборудования, ч;  $D$  — число рабочих дней в году;  $H$  - число рабочих часов в сутках;  $B$  - потери времени на ремонт, %.

Фонд времени оборудования универсального назначения равен:

$$\Phi = D \cdot H \left( 1 - \frac{B}{100} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\Gamma}{100} \right),$$

где  $\Gamma$  - время на переналадку, % .

Для расчёта количества оборудования: 1) выявляют потребное количество агрегатов - часов (табл. 1):

$$E = A/Q_{\text{ч}};$$

где  $A$  - объём выпуска;  $Q_{\text{ч}}$  - часовая производительность (табл. 1);  
2) определяют расчетное количество оборудования

$$C_p = E/\Phi;$$

3) выявляют коэффициент загрузки оборудования

$$K_3 = C_p/C_{\text{ПР}}$$

где  $C_{\text{ПР}}$  - принятое количество оборудования.

В зависимости от характера изделий и типа производства расчет потребного оборудования производят с различной степенью точности. При проектировании трудоемких процессов в условиях массового производства, особенно при обработке уникальных изделий, производят точный расчет на основе тщательной раскладки изделий. В условиях же мелкосерийного производства при обработке изделий нестабильной и часто меняющейся номенклатуры расчет производят по укрупненным показателям. Для комплектности некоторые виды оборудования в указанных условиях иногда устанавливают без расчета.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодихин А. Г. Технология и проектирование термических цехов: Учеб. пособие для металлург, и машиностр. вузов. - М.: Высш. шк., 1987.-368 с.
2. Соколов К.Н. Оборудование термических цехов. М.: Высш. шк., 1986.-328 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Металлургия черных металлов»

**ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ**

Практическая работа № \_\_

Исполнитель  
студент,  
номер группы

(подпись) И.О. Фамилия  
(дата)

Руководитель  
(должность,  
ученая степень)

(подпись) И.О. Фамилия  
(дата)

Юрга 201\_\_



Учебное издание

ВАЛУЕВ Денис Викторович

## **ВЫБОР И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ**

Методические указания к выполнению практической работы  
по дисциплине «Термическая обработка сталей и сплавов» для бакалав-  
ров по направлению 22.03.02 «Металлургия»

Печатается в редакции автора-составителя

**Отпечатано в издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 10.11.2014г.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Плоская печать. Усл. печ. л. 0,70. Уч-изд. л. 0,63.

Тираж 20 экз. Заказ . Цена свободная.

ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.

652000, Юрга, ул. Московская, 17.