



В. Л. Жук  
В. И. Заика  
И. В. Тупилко

# ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

«Инфра-Инженерия» 

**В. Л. Жук, В. И. Заика, И. В. Тупилко**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ  
В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Учебное пособие*

*Под редакцией доктора технических наук, профессора А. А. Троянского*



Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 669.013:621.311

ББК 65.305.2

Ж85

*Рекомендовано ученым советом  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический  
университет» в качестве учебного пособия для студентов  
образовательных учреждений высшего профессионального  
образования (Протокол № 7 от 26.10.2018 г.)*

*Рецензенты:*

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической теплофизики  
Донецкого национального технического университета *А. Б. Бирюков*;  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой обработки металлов  
давлением Донецкого национального технического университета *Е. А. Руденко*;  
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры физики  
неравновесных процессов, метрологии и экологии Донецкого национального  
университета *Ф. В. Недопёкин*

**Жук, В. Л.**

**Ж85** Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях :  
учебное пособие / В. Л. Жук, В. И. Заика, И. В. Тупилко ; под ред. д. т. н.,  
проф. А. А. Троянского. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. –  
212 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0730-4

Представлены сведения об оптимизации энергетических затрат в доменном, сталеплавленном, ферросплавном и прокатном производствах, а также о методах управления энергоресурсами на предприятиях черной металлургии. Описаны основные направления модернизации технологий по всему металлургическому циклу на современном этапе их развития.

Для студентов металлургических специальностей. Может быть полезно аспирантам и инженерно-техническим работникам металлургических предприятий.

УДК 669.013:621.311

ББК 65.305.2

ISBN 978-5-9729-0730-4

© Жук В. Л., Заика В. И., Тупилко И. В., 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение.....                                                                                                      | 5   |
| Глава 1. Потребление энергии в структуре металлургического предприятия и вопросы оптимизации энергозатрат.....     | 7   |
| 1.1. Природные энергетические ресурсы и их классификация.....                                                      | 7   |
| 1.2. Анализ затрат энергоресурсов на производство металлопродукции.....                                            | 11  |
| 1.3. Проблемы оптимизации энергообеспечения в черной металлургии.....                                              | 17  |
| 1.4. Контрольные вопросы.....                                                                                      | 25  |
| Глава 2. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) черной металлургии.....                                            | 27  |
| 2.1. Классификация ВЭР.....                                                                                        | 27  |
| 2.2. Топливные ВЭР.....                                                                                            | 28  |
| 2.3. Тепловые ВЭР.....                                                                                             | 29  |
| 2.4. Энергия избыточного давления газов.....                                                                       | 31  |
| 2.5. Контрольные вопросы.....                                                                                      | 31  |
| Глава 3. Энергосберегающие технологии при производстве чугуна и стали.....                                         | 32  |
| 3.1. Энергосбережение в доменном производстве.....                                                                 | 32  |
| 3.2. Энергосбережение при производстве стали в кислородных конвертерах.....                                        | 36  |
| 3.3. Энергосбережение при производстве стали в дуговых электропечах.....                                           | 50  |
| 3.4. Энергосбережение при внепечной обработке стали.....                                                           | 67  |
| 3.5. Особенности энергосбережения на мини- и макрозаводах.....                                                     | 110 |
| 3.6. Контрольные вопросы.....                                                                                      | 123 |
| Глава 4. Энергосберегающие технологии при разливке стали.....                                                      | 124 |
| 4.1. Технологии получения крупных слитков.....                                                                     | 124 |
| 4.2. Энергосберегающие технологии получения непрерывнолитых сортовых, блюмовых, слябовых и фасонных заготовок..... | 135 |
| 4.3. Энергосбережение при разливке металла на тонкие слябы и литейно-прокатные модули.....                         | 146 |
| 4.4. Контрольные вопросы.....                                                                                      | 153 |
| Глава 5. Энергосбережение в ферросплавном производстве.....                                                        | 154 |
| 5.1. Тепловой баланс ферросплавной печи.....                                                                       | 154 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2. Перспективы развития ферросплавного производства.....                                                     | 155 |
| 5.3. Контрольные вопросы.....                                                                                  | 156 |
| Глава 6. Энергосберегающие технологии при нагреве металла перед прокаткой.....                                 |     |
| 6.1. Методы энергосбережения при нагреве слитков и заготовок в колодцах, методических и термических печах..... | 157 |
| 6.2. Анализ затрат энергии на подготовку и нагрев блюмов и слябов.....                                         | 168 |
| 6.3. Контрольные вопросы.....                                                                                  | 169 |
| Глава 7. Энергосберегающие технологии в прокатном производстве.....                                            |     |
| 7.1. Затраты энергии на прокатку.....                                                                          | 170 |
| 7.2. Снижение расхода энергии при прокатке блюмов и слябов.....                                                | 173 |
| 7.3. Удельный расход энергии при прокатке профилей и пути его снижения.....                                    | 175 |
| 7.4. Расход энергии при производстве труб.....                                                                 | 179 |
| 7.5. Энергозатраты при прессовании профилей и волочении.....                                                   | 185 |
| 7.6. Контрольные вопросы.....                                                                                  | 191 |
| Глава 8. Энергозатраты в металлургическом производстве с полным циклом и пути их снижения.....                 |     |
| 8.1. Цели и задачи металлургического производства с полным циклом.....                                         | 192 |
| 8.2. Пути снижения энергозатрат.....                                                                           | 194 |
| 8.3. Перспективные схемы металлургического предприятия будущего.....                                           | 199 |
| 8.4. Контрольные вопросы.....                                                                                  | 200 |
| Глава 9. Управление энергоресурсами металлургического предприятия.....                                         |     |
| 9.1. Сущность и задачи системы энергоменеджмента на металлургическом предприятии.....                          | 201 |
| 9.2. Методы управления энергосбережением на предприятии.....                                                   | 202 |
| 9.3. Контрольные вопросы.....                                                                                  | 206 |
| Список использованных источников.....                                                                          | 207 |