

ПРОГРАММА РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКТОВАНИЯ САДКИ СЛЯБОВ МЕТОДИЧЕСКОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Сердобинцев Ю.П.¹, Кухтик М.П.¹, Макаров А.М.¹, Куадио К.Ф.¹

¹ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия (400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28), e-mail: app@vstu.ru

Обоснована актуальность разработки программного продукта, позволяющего учесть требования режимных карт различных групп нагрева методической нагревательной печи. На основе ранее разработанного алгоритма создана программа рационального комплектования садки слябов с учетом принадлежности сляба к группе нагрева. Комплектование садки совмещено с фабрикацией слябов и сортированием отобранных слябов по выбранному критерию. Результатом работы программы является перечень идентификационных номеров слябов, отсортированный по одному из трёх критериев: среднемассовой температуре посяда заготовок, срочности выполнения заказа или ширине сляба. В качестве среды разработки выбран программный пакет Delphi. Перечислены функции программы. Приведено подробное описание работы с программой. Разработанная программа может применяться в процессе фабрикации слябов и планирования программы прокатки на металлургических и машиностроительных предприятиях.

Ключевые слова: методическая печь, нагрев заготовок, режимная карта нагрева, фабрикация слябов, комплектование садки.

PROGRAM OF RATIONAL BATCHING OF A CONTINUOUS REHEATING FURNACE SLAB LOAD

Serdobintsev Y.P.¹, Kukhtik M.P.¹, Makarov A.M.¹, Kuadio K.F.¹

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia (400005, Volgograd, Lenin avenue, 28), e-mail: app@vstu.ru

Relevance of the software product development which allows to consider requirements of parameter charts of different heating groups for continuous reheating furnace has been founded. In terms of previously developed algorithm a program of rational batching of a slab load taking into account belonging of slab to heating group has been created. Load batching has been combined with slab fabrication and sorting of selected slabs by chosen criterion. The program work result is a list of slab identification numbers which has been sorted by one of three criteria: bulk charging temperature of stocks, urgency of implementation of the order or width of slab. The software package Delphi has been chosen as a development environment. The program functions have been enumerated. Detailed description of work with the program has been provided. The developed program can be used in the course of slab fabrication and planning of rolling chart at metallurgical and machine-building enterprises.

Keywords: continuous furnace, stocks heating, parameter chart of heating, slab fabrication, load batching.

В условиях часто меняющихся производственных заказов на крупных металлургических предприятиях нередки ситуации, когда слябы из разных групп нагрева загружают в одни и те же методические печи [1-5]. Поскольку технологические требования разных групп нагрева различны, одновременное нахождение таких слябов в печи может привести к отрицательным последствиям. Возможны не только перегрев, пережог или недогрев заготовок [6], но и преждевременное разрушение футеровки. Поэтому задача создания программного продукта, позволяющего учесть требования режимных карт различных групп нагрева, является актуальной. На основе ранее разработанного алгоритма [7; 8] в среде Delphi создана программа рационального комплектования садки слябов с учетом принадлежности сляба к

группе нагрева. Комплектование садки в упомянутом алгоритме совмещено с фабрикацией слябов [9] и сортированием отобранных слябов по выбранному критерию [10].

К функциям программы относятся: 1) ручной и автоматический ввод, вывод на экран данных из режимных карт нагрева; 2) ручной и автоматический ввод, вывод на экран температурных и временных допусков, в поле которых разрешается сажать в печь слябы из разных групп нагрева; 3) ручной и автоматический ввод, вывод на экран информации о слябах, имеющихся на складе; 4) ручной и автоматический ввод, вывод на экран параметров, необходимых для комплектования садки слябов; 5) расчёт параметров фабрикации слябов; 6) вывод на экран перечня идентификационных номеров слябов из скомплектованной садки методической печи; 7) сортировка сформированного перечня номеров слябов по выбранному критерию.

Рассмотрим работу с программой подробнее. Прежде всего, необходимо ввести в программу четыре группы исходных данных (рис. 1): параметры режимных карт нагрева, в поле которых разрешается сажать в печь слябы из разных групп нагрева (рис. 2), температурные и временные допуски (рис. 3), информацию о слябах, имеющихся на складе, (рис. 4) и параметры для комплектования (рис. 5). Для каждой группы предусмотрены три кнопки: «Автоматический ввод», «Ручной ввод» и «Вывод на экран».

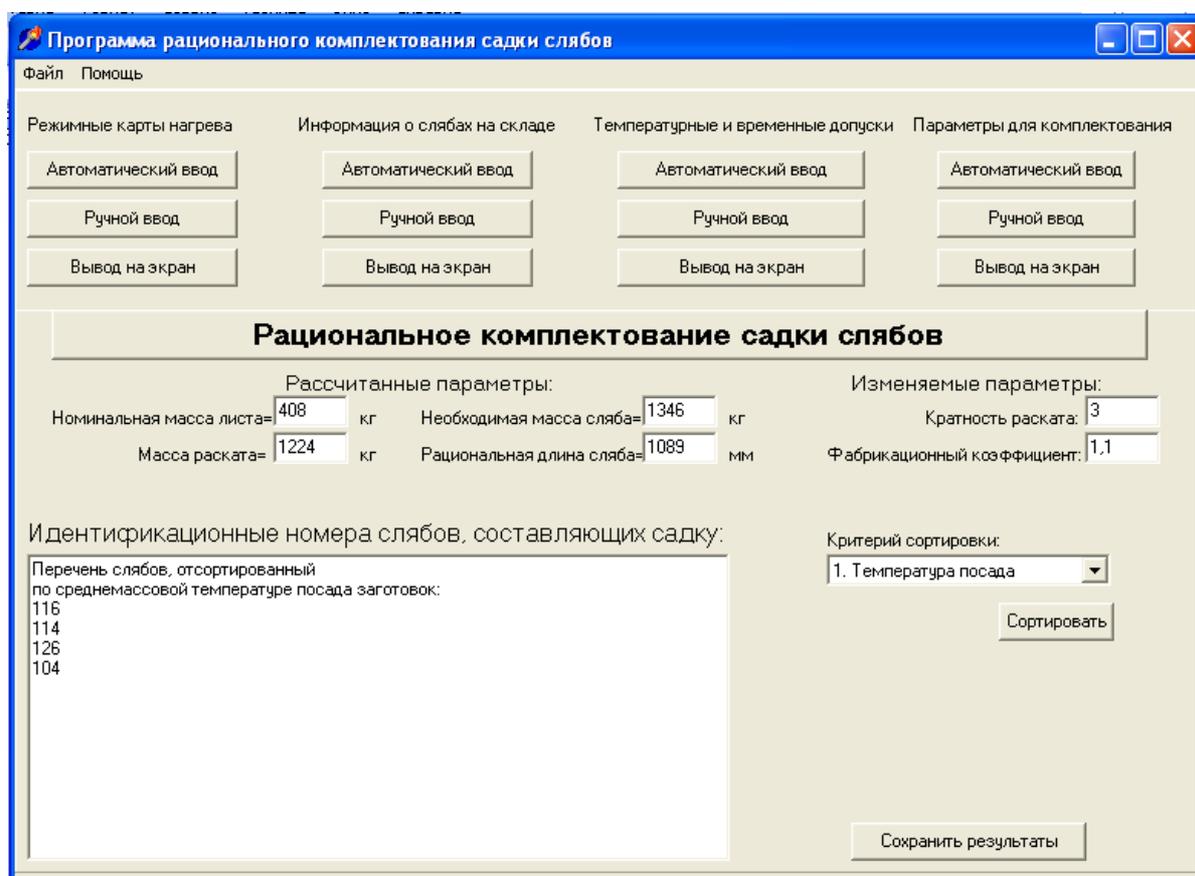


Рис. 1 – Главное окно программы

При нажатии кнопки «Автоматический ввод» в программу вводятся данные из кода программы, представляющие собой тестовое задание. После нажатия кнопки «Ручной ввод» можно ввести новые данные или изменить введённые в предыдущий раз, а для групп данных «Режимные карты нагрева» и «Информация о слябах на складе» – ещё и ввести эту информацию из текстового файла.

К данным режимных карт нагрева относятся (рис. 2): количество групп нагрева и марочный состав каждой группы; среднемассовая температура металла на выходе из печи; температура каждой из 4 зон при установившемся движении металла для производительности печи, равной 50 и 80 т/ч; ограничения температуры каждой из 4 зон: максимальная, минимальная рабочая и минимальная абсолютная температура; минимальные продолжительности нагрева для толщины сляба, равной 125 и 250 мм.

При ручном вводе данных режимных карт нагрева сначала нужно ввести количество групп нагрева и нажать кнопку «Подтвердить». Затем необходимо выполнить следующую операцию: заполнить все поля ввода и нажать кнопку «Сохранить». Эту операцию нужно повторить определённое число раз, равное введённому количеству групп нагрева.

The screenshot shows a software window titled "Ручной ввод параметров режимных карт нагрева" (Manual input of heating regime parameters). The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main content area includes the following elements:

- A label "Количество групп нагрева (не более 10):" followed by an input field and a "Подтвердить" (Confirm) button.
- A button "Ввод из текстового файла" (Input from text file).
- A label "Введите марки стали и параметры [1] группы нагрева" (Enter steel grades and parameters of group 1).
- A text area labeled "Марки стали:" (Steel grades:).
- A label "Среднемассовая температура металла на выходе из печи tv= [] °C" (Average mass temperature of metal at the exit from the furnace tv = [] °C).
- A label "Температуры зон для производительности печи 50 т/ч в градусах Цельсия:" (Temperatures of zones for furnace productivity 50 t/h in degrees Celsius:).
- Three input fields: "tz50[1]= [] °C", "tz50[2]= [] °C", "tz50[3]= [] °C".
- A label "Температуры зон для производительности печи 80 т/ч в градусах Цельсия:" (Temperatures of zones for furnace productivity 80 t/h in degrees Celsius:).
- Three input fields: "tz80[1]= [] °C", "tz80[2]= [] °C", "tz80[3]= [] °C".
- A label "Температура 4 зоны для любой производительности печи в градусах Цельсия:" (Temperature of 4 zones for any furnace productivity in degrees Celsius:).
- One input field: "tz4= [] °C".
- A label "Ограничения максимальной температуры в зонах в градусах Цельсия:" (Maximum temperature limits in zones in degrees Celsius:).
- Four input fields: "omax[1]= [] °C", "omax[2]= [] °C", "omax[3]= [] °C", "omax[4]= [] °C".
- A label "Ограничения минимальной рабочей температуры в зонах в градусах Цельсия:" (Minimum working temperature limits in zones in degrees Celsius:).
- Four input fields: "omin[1]= [] °C", "omin[2]= [] °C", "omin[3]= [] °C", "omin[4]= [] °C".
- A label "Ограничения минимальной абсолютной температуры в зонах в градусах Цельсия:" (Minimum absolute temperature limits in zones in degrees Celsius:).
- Four input fields: "oamin[1]= [] °C", "oamin[2]= [] °C", "oamin[3]= [] °C", "oamin[4]= [] °C".
- A label "Минимальная продолжительность нагрева для толщины сляба 125 мм и 250 мм в часах:" (Minimum heating duration for slab thickness 125 mm and 250 mm in hours:).
- Two input fields: "mprn125= [] ч" and "mprn250= [] ч".
- Buttons "Сохранить" (Save) and "Выход" (Exit).

Рис. 2 – Форма ручного ввода параметров режимных карт нагрева

К информации о слябах относятся (рис. 3): количество слябов на складе; марка стали, идентификационный номер, длина, ширина, толщина, масса и среднемассовая температура каждого сляба; срочность выполнения заказа (в баллах от 1 до 10).

При ручном вводе информации о слябах сначала нужно ввести количество слябов на складе и нажать кнопку «Подтвердить». Затем необходимо выполнить следующую операцию: заполнить все поля ввода и нажать кнопку «Сохранить». Эту операцию нужно повторить определённое число раз, равное введённому количеству слябов на складе.

После нажатия кнопки «Вывод на экран» можно увидеть те данные, которые введены в программу в настоящий момент времени, а для групп данных «Режимные карты нагрева» и «Информация о слябах на складе» – ещё и сохранить эту информацию в текстовый файл.

После ввода исходных данных необходимо нажать кнопку «Рациональное комплектование садки слябов», после чего на главной форме программы отобразятся рассчитанные параметры фабрикации слябов (номинальная масса листа, масса раската, необходимая масса сляба, рациональная длина сляба), количество слябов в скомплектованной садке и идентификационные номера слябов, составляющих садку.

Программа рационального комплектования садки слябов

Файл Помощь

Режимные карты нагрева Информация о слябах на складе Температурные и временные допуски Параметры для комплектования

Автоматический ввод Автоматический ввод Автоматический ввод Автоматический ввод

Ручной ввод информации о слябах на складе

Количество слябов на складе (не более 100):

Введите параметры сляба:

Идентификационный номер (от 1 до 65535):

Марка стали:

Длина: мм Ширина: мм Толщина: мм

Масса: кг

Температура посяда: °C

Срочность выполнения заказа (в баллах от 1 до 10):

Рис. 3 – Форма ручного ввода информации о слябах

К температурным и временным допускам относятся (рис. 4): допуск на среднемассовую температуру металла на выходе из печи; допуски на температуру каждой из 4 зон при установившемся движении металла; допуски на максимальную, минимальную рабочую и

минимальную абсолютную температуру каждой из 4 зон; допуск на минимальную продолжительность нагрева.

К параметрам для комплектования относятся (рис. 5): планируемая производительность печи; номинальная ширина и толщина сляба; грузоподъемность крана; ширина рольганга; половина ширины печи; длина бочки валка; длина, ширина и толщина изготавливаемого листа; расчётная плотность стали; кратность раската; фабрикационный коэффициент.

Если значения рассчитанных параметров фабрикации слябов не удовлетворяют пользователя или если на экране появилось сообщение «На складе отсутствуют слябы с необходимой массой и рациональной длиной», необходимо изменить кратность раската или фабрикационный коэффициент в полях ввода на главной форме программы справа от рассчитанных параметров. Если на экране появилось сообщение «Имеющиеся на складе слябы нельзя сажать в печь друг с другом, увеличьте допуски», необходимо увеличить значения температурных или временных допусков с помощью кнопки «Ручной ввод».

Программа рационального комплектования садки слябов

Файл Помощь

Режим **Ручной ввод температурных и временных допусков**

Введите температурные и временные допуски, в поле которых разрешается сажать слябы из разных групп нагрева

Допуск на среднемассовую температуру металла на выходе из печи: dtv= °C

Допуски на температуры зон в градусах Цельсия:

dtz[1]= °C dtz[2]= °C dtz[3]= °C dtz[4]= °C

Допуски на ограничения температур зон в градусах Цельсия:

Допуск на ограничение максимальной температуры зоны:

domax[1]= °C domax[2]= °C domax[3]= °C domax[4]= °C

Допуск на ограничение минимальной рабочей температуры зоны:

dormin[1]= °C dormin[2]= °C dormin[3]= °C dormin[4]= °C

Допуск на ограничение минимальной абсолютной температуры зоны:

doamin[1]= °C doamin[2]= °C doamin[3]= °C doamin[4]= °C

Допуск на минимальную продолжительность нагрева в часах:

dmpn= ч

Сохранить Выход

Сохранить результаты

Рис. 4 – Форма ручного ввода температурных и временных допусков

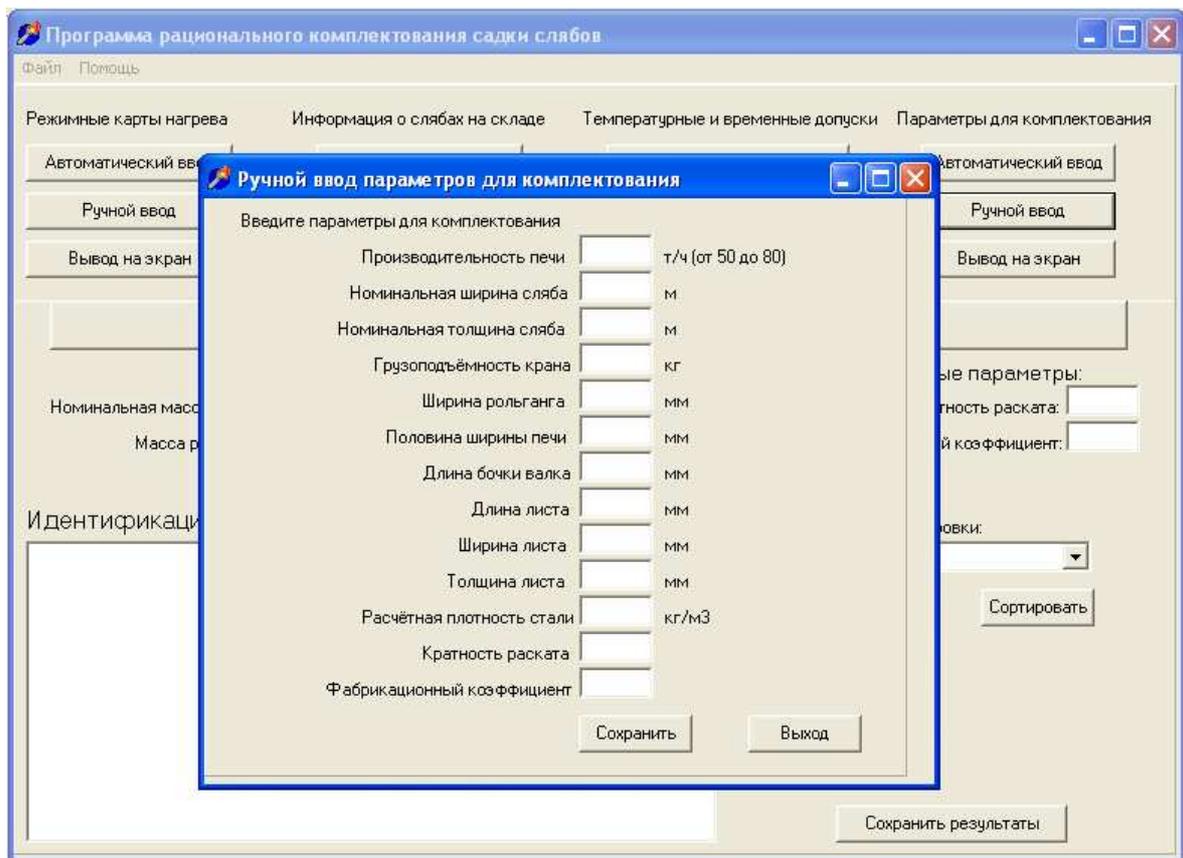


Рис. 5 – Форма ручного ввода параметров для комплектования

В программе имеется возможность отсортировать сформированный перечень слябов по одному из трёх критериев: среднемассовой температуре посяда заготовок, срочности выполнения заказа или ширине сляба. Для этого необходимо выбрать соответствующий критерий сортировки из выпадающего списка на главной форме программы и нажать кнопку «Сортировать», после чего идентификационные номера слябов будут отсортированы. Если нажать кнопку «Сохранить результаты», то эти номера будут записаны в текстовый файл.

Для проверки работы программы разработано тестовое задание, основанное на параметрах режимных карт нагрева, используемых при эксплуатации методических толкательных печей толстолистного стана 2000 ЗАО «ВМЗ «Красный Октябрь», г. Волгоград. Результатом работы стал перечень из 4 слябов, отсортированных по среднемассовой температуре.

Разработанная программа может применяться в процессе фабрикации слябов и планирования программы прокатки на металлургических и машиностроительных предприятиях.

Список литературы

1. Алёхин А.Г., Кухтик М.П. Оптимальное управление многозонной нагревательной печью // Известия ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 4 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – № 9. – С. 54-56.
2. Кухтик М.П., Сердобинцев Ю.П. Математическое моделирование процесса нагрева слябов в методической печи // Известия ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 7 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – № 13. – С. 80-83.
3. Кухтик М.П., Сердобинцев Ю.П. Стационарная модель температурного поля садки металла в методической толкательной печи // Известия ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 8 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – № 13 (100). – С. 114-116.
4. Кухтик М.П. Создание конечно-элементной модели температурного поля рабочего пространства методической печи в математическом пакете COMSOL Multiphysics [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования : электрон. науч. журнал. – 2012. – № 2. – URL : <http://www.science-education.ru/102-5937> (дата обращения: 12.03.2013).
5. Сердобинцев Ю.П., Бурлаченко О.В., Схиртладзе А.Г. Перспективные направления повышения качества функционирования технологического оборудования : монография. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 412 с.
6. New Approach to Blast Furnace Slabs Heating Optimization / D. Malindžák [et al.] // Metal 2012: 21th Anniversary International Conference on Metallurgy and Metals, Conference Proceedings. – 2012. – P. 1613-1620.
7. Куадио К.Ф., Сердобинцев Ю.П., Кухтик М.П. Автоматизация расчётов по фабрикации слябов, предназначенных для нагрева в методической печи // Тезисы докладов конференции-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов ВолгГТУ, Волгоград, 23-26 окт. 2012 г. / ВолгГТУ, Совет СНТО. – Волгоград, 2012. – С. 16.
8. Кухтик М.П., Сердобинцев Ю.П. Алгоритм фабрикации слябов, предназначенных для нагрева в методической печи // XVII региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области, Волгоград, 6-9 нояб. 2012 г. : тез. докл. / ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград, 2013. – С. 100-101.
9. Способ изготовления партий горячекатаного листа / В.Н. Урцев, Ф.В. Капцан, А.В. Фомичев, Д.М. Хабибулин, А.В. Шмаков ; патентообладатель ООО «Исследовательско-технологический центр «Аусферр» : патент 2405639 Российская Федерация, МПК В 21 В 1/46. № 2010101267/02 ; заявл. 19.01.10 ; опубл. 10.12.10.

10. Ненахов В.А. Повышение эффективности производства горячекатаных полос за счёт оптимизации производственной программы прокатки : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Липецк, 2007. – 22 с.

Рецензенты:

Кристалль М.Г., д.т.н., профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов», Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград.

Полянчиков Ю.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград.