

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИСПЫТАНИЕ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА»

Аннотация

Качественное обучение техническим специальностям невозможно без выполнения студентами практических и лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ связано с рядом рисков и неудобств. Во-первых, студенты заочной формы обучения ограничены в возможности выполнения работ непосредственно с оборудованием. Во-вторых, выполнение работ с дорогостоящим оборудованием требует надзора со стороны преподавателя. В-третьих, оборудование для лабораторных работ из-за частого использования склонно к быстрому износу. Поэтому для институтов и университетов актуальна задача автоматизации обучения, в частности эмуляции лабораторных работ.

Чтобы продемонстрировать возможность эмуляции без потери качества, авторы выбрали лабораторную работу «Испытание пластинчатого теплообменника».

В разрабатываемой системе должны выполняться все функции, которые предусмотрены в оригинальной лабораторной работе «Испытание пластинчатого теплообменника» - расчеты датчиков теплообменников для шести сценариев входных параметров.

Ключевые слова: эмуляция, лабораторная работа, пластинчатый теплообменник, сфера образования.

Abstract

A good teaching of technical specialities isn't possible without practical part of education. But there are some problems with it. First of all, students of extramural studies can't perform the works with the hardware. Secondly, it is necessary to keep track of the students' work by the teacher because of the high cost of equipments. Third, the equipment for laboratories is subjected to deterioration because of the frequent uses. That's why colleges and universities are interested in automation of education, in particular simulation of laboratory works.

The authors chose the work "The test of a plate heat exchanger" to demonstrate the ability of the emulation without losing of the quality.

The developed system should do all the functions that are provided by the original work "The test of a plate heat exchanger": it's calculations of the heat exchangers sensors for the six scenarios of input parameters.

Keywords: an emulation, a laboratory work, a plate heat exchanger, a sphere of education.

Введение

Обучение техническим специальностям не является эффективным без выполнения практических заданий: лабораторных, расчетных и курсовых работ. Но, так как не всегда есть возможность выполнения лабораторных работ непосредственно с оборудованием, существует необходимость автоматизировать выполнение таких работ. На данный момент передовыми университетами проводится работа по автоматизации образования. Целью данной разработки стала демонстрация того, что эмуляция лабораторных работ без потери качества возможна.

Для осуществления этой цели была выбрана лабораторная работа «Испытание пластинчатого теплообменника». В конечной программе нужно обеспечить выполнение тех задач,

которые выполняются в ходе лабораторной работы. В оригинале задачи этой работы следующие:

1. Закрепление сведений о физической сущности переноса тепла от горячего теплоносителя к холодному и анализ факторов, влияющих на оптимизацию этого процесса.
2. Определение коэффициентов теплоотдачи в рекуперативных теплообменниках при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителя.

Описание приложения

Программа предназначена для эмуляции лабораторной работы «Испытание пластинчатого теплообменника». В программе возможен расчет показаний:

- датчика холодного теплоносителя на входе теплообменника, °С;
- датчика холодного теплоносителя на выходе теплообменника, °С;
- датчика горячего теплоносителя на входе теплообменника, °С;
- датчика горячего теплоносителя на выходе теплообменника, °С.

Рассчитывающиеся в режиме реального времени показания датчиков выводятся в отдельные поля для вывода информации, и кроме того отображаются в виде кривых на графике, также в режиме реального времени.

В программе предусмотрена эмуляция работы пластинчатого теплообменника для шести сценариев выбора пользователем входных параметров:

- 1) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,37 л/мин;
- 2) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,71 л/мин;
- 3) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,84 л/мин;
- 4) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,39 л/мин;
- 5) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,72 л/мин;
- 6) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,81 л/мин.

По окончании работы пользователя с приложением ему будет предложено сохранение рассчитанных показаний в отдельный документ в виде таблиц Microsoft Excel.

Для выполнения программы требуется наличие операционной системы семейства Microsoft Windows.

Процесс разработки

В начале разработки следует построить грамотную архитектуру программного обеспечения. Архитектура показана на рис. 1. Архитектура приложения включает в себя следующие компоненты: GUID; ввод исходных данных; расчет параметров; построение графика; формирование отчета.

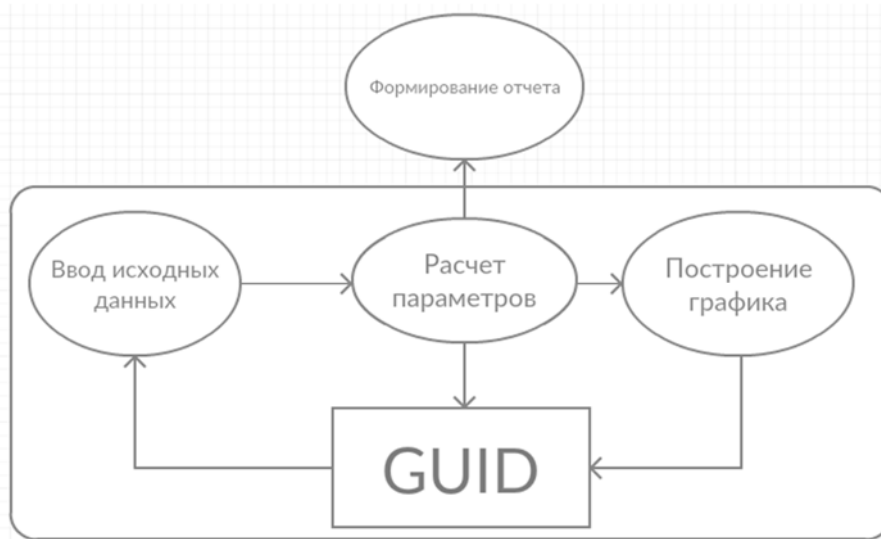


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения

Для расчета в программе температур горячего и холодного теплоносителей необходимо получить аппроксимирующие зависимости, которые позволяют определить эти параметры

без проведения эксперимента с помощью лабораторной установки. В ходе этой части работы были проведены шесть опытов, в каждом были зафиксированы температуры с каждого датчика, расход воды и схема движения. Кроме того, программно был создан файл с данными, фиксирующимися каждые две секунды, который мы также использовали в работе (рис. 2). Затем с использованием программы Microsoft Excel были выведены функции для каждого сценария выбора пользователем параметров.

Время, с	T1, °C	T2, °C	T3, °C	T4, °C	Расход, л/мин
145,8	0	0	0	0	0
1,9	28,2	29,2	25,5	25,2	50
3,9	28,3	29,3	25,6	25,3	20,03
5,9	28,3	29,3	25,5	25,4	20,03
7,9	28,4	29,4	25,6	25,3	20,03
9,9	28,4	29,4	25,6	25,3	20,03
11,9	28,5	29,4	25,7	25,3	20,03
13,9	28,6	29,6	25,6	25,4	6,67
15,9	28,6	29,6	25,6	25,4	6,67

Рис. 2. Пример полученных в ходе лабораторной работы данных

Разработка велась на языке C# в среде разработки Microsoft Visual Studio [1–4]. Разработка включала в себя следующие этапы: создание архитектуры; создание интерфейса; реализация зависимостей и получение графика; реализация вывода полученных данных в отчет; отладка и тестирование.

После открытия программы путем двойного клика пользователь видит приветственную форму приложения (рис. 3). При помощи нее пользователь сможет ознакомиться с целью работы, методическими и видеоматериалами. Кроме того, с данной формы можно вызвать для отображения информацию о программе и справку по работе с приложением. При нажатии на кнопку «Начать» пользователь переходит к главной форме приложения.

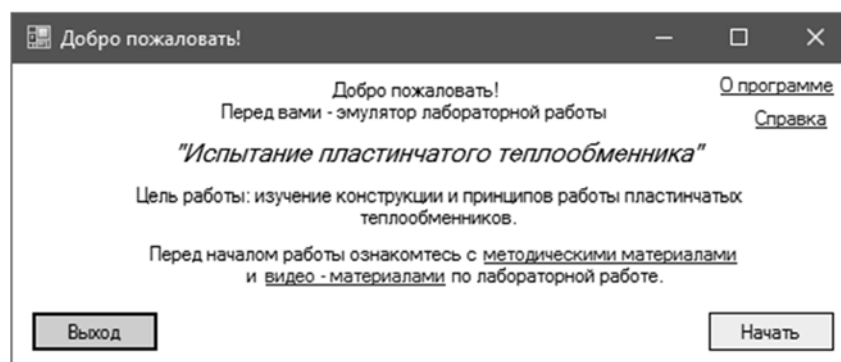


Рис. 3. Начальная форма приложения

Следующая форма является основной в приложении. На ней реализован весь требуемый функционал. Пользователь может управлять работой приложения путем выбора схемы движения потока и расхода воды, а также нажатиями на кнопки «Пуск» и «Стоп», которые управляют отсчетом времени, и, соответственно, выводом графика и расчетом температур контуров. Кроме этого, имеется возможность очистки всех рабочих полей путем нажатия на кнопку «Сброс». Вывод отчета производится путем нажатия на кнопку «Сохранить отчет». При первом запуске эта кнопка недоступна, так как выполнение расчетов не было начато. На рисунке 4 изображена главная форма в работе. На ней кнопка «Сохранить отчет» доступна для управления, и пользователь может завершить работу нажатием на нее, а затем на крестик в правом верхнем углу.



Рис. 4. Главная форма приложения в работе

Кроме этих форм в приложении есть форма «Установка», на которой представлена схема установки и фотография экспериментальной установки с обозначениями необходимых для понимания элементов установки. Также есть форма «О программе», на которой размещена информация о команде, выполнявшей данную работу, и другая информация, которую разработчики сочли нужным опубликовать.

После окончания работы пользователь нажимает на кнопку «Сохранить отчет», приложение предлагает ему ввести имя файла и выбрать место для сохранения. После выполнения этих действий пользователь не сможет вернуться к выполнению работы. Пример экспортированных в отчет данных приведен на рис. 5.

Время, с	Расход, л/мин	Схемы включения	T1, °C	T2, °C	T3, °C	T4, °C	Дата выполнения
1	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,9	27,86	28 мая 2016 23:03:26
2	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,9	27,86	
3	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,91	27,86	
4	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,91	27,86	
5	1,37	Прямоток	30,38	29,08	29,91	27,87	
6	1,37	Прямоток	30,38	29,08	29,91	27,87	
7	1,71	Прямоток	30,79	29,51	30,44	27,77	
8	1,71	Прямоток	30,79	29,49	30,43	27,77	
9	1,71	Прямоток	30,79	29,47	30,41	27,77	
10	1,71	Прямоток	30,79	29,46	30,4	27,76	
11	1,71	Прямоток	30,79	29,44	30,38	27,76	
12	1,71	Прямоток	30,79	29,42	30,37	27,76	
13	1,84	Прямоток	31,1	29,84	30,74	28,11	
14	1,84	Прямоток	31,09	29,83	30,73	28,12	
15	1,84	Прямоток	31,08	29,82	30,73	28,12	
16	1,84	Прямоток	31,07	29,82	30,72	28,12	
17	1,84	Прямоток	31,06	29,81	30,71	28,12	
18	1,84	Прямоток	31,05	29,81	30,7	28,13	
19	1,39	Противоток	30,88	29,39	26,9	29,43	

Рис. 5. Данные в отчете

Заключение

Разработано программное обеспечение для эмуляции лабораторной работу по изучению пластинчатого теплообменника без использования лабораторной установки. В приложении реализованы функции выбора расхода воды и схемы движения потока, расчета и отображения температур горячего и холодного теплоносителей в отдельных полях для вывода данных, построения графиков изменения температур горячего и холодного теплоносителей, экспортирования полученных данных в таблицы Microsoft Excel.

Список использованных источников

1. Подбельский В.В. Язык С#: базовый курс. М.: ГОУ ВПО «Московский государственный университет им. Н.Э. Баумана», 2014. – 406 с.
2. Clark Dan. Beginning C# Object-Oriented Programming. USA: Apress, 2013. – 384 с.
3. Симан М., Барышнев А., Зазноба Е. Внедрение зависимостей в .NET. СПб.: Питер, 2014. – 364 с.
4. Gary McLean Hall. Adaptive Code via C#. USA: Microsoft Press, 2014.

УДК 004.942

Е. А. Мартусевич, В. Н. Буинцев

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ТРЕНАЖЕР «АЛЮМИНЩИК» ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ЛИТЕЙНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

Аннотация

Алюминиевый расплав, приготовленный в электролизном цехе, не является товарной продукцией, так как не соответствует химическому составу стандартных сплавов, содержит различные вредные примеси и газовые включения. Для улучшения качества расплава и повышения процентного содержания алюминия в расплаве применяются шихтовые и флюсовые материалы. Все шихтовые и флюсовые материалы отличаются своим влиянием на химический состав выплавляемой марки алюминиевого сплава. Шихтовые материалы всегда ограничены и отличаются высокой стоимостью. В связи с этим возникает потребность в построении математической модели и определения с её помощью оптимального набора исходных и шихтовых материалов с целью минимизации экономических затрат металлургических предприятий.

Ключевые слова: металлургическое предприятие, электролизный цех, литейный цех, алюминий-сырец, химический состав, шихтовка, флюс, легирующие металлы, алгоритм, минимизация, себестоимость продукции.

Abstract

Aluminum melt, prepared in electrolysis workshop, is not a marketable product, because does not match to the chemical composition of standard alloys, contains various harmful admixtures and gases inclusions. In order to improve the quality of the melt and increasing the percentage of aluminum in the melt are used a batch and flux materials. All batch and flux materials have a different influence on chemical composition of a smelting mark of an aluminum alloy. These materials always limited and have a high cost. In connection with these facts there is a need to make a mathematical model and determine with her help the optimal set the raw and batch materials with aim of minimize economic costs of metallurgical enterprises.

Keywords: steel, electrolysis plant, foundry, aluminium-raw, chemical composition, shihtovka, flux, alloying metals, algorithm, minimization, cost of production.

На этапе переработки глинозема Al_2O_3 посредством электролиза, в ваннах электролизёров образуется алюминий-сырец. Себестоимость алюминия-сырца составляет примерно $50 \div 80$ тысяч рублей за тонну или $50 \div 80$ рублей за килограмм. Под воздействием электрического тока химическая связь между газом кислородом и металлическими включениями алюминия разрывается. В результате более тяжелый алюминий осаждается на дне ванны электролизёров вместе с другими примесями. С помощью вакуумных ковшей, примерно раз в не-