

ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОТСТОЙНИКА И БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА

Быковский Н.А., Тимербаев Р.Р.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», филиал в г. Стерлитамаке, Стерлитамак, e-mail: nbikovsky@list.ru

В статье представлено описание программного пакета, позволяющего произвести технологический расчет отстойников и барабанных вакуум-фильтров, а также, на основе полученных результатов выбрать наиболее оптимальную модель аппарата из загруженной базы данных. Прежде чем приступить к реализации, был проведен анализ о необходимости проекта и составлен список требований к программному продукту. Осуществлен обзор и сравнение существующих профессиональных программных пакетов, используемых предприятиями и конструкторскими институтами, на основе которого сделан вывод о рациональности и рентабельности проекта для применения в вузах преподавателями и студентами при выполнении расчетно-графических, лабораторных, курсовых и других работ. Реализована база данных для удобного хранения и изменения необходимых физико-химических свойств веществ и других данных, а также промежуточных переменных и конечных результатов выполненных расчетов. Проведен тест финальной версии программного пакета на соответствие поставленным задачам. В результате был разработан программный пакет, позволяющий существенно ускорить процесс технологического расчета отстойников и барабанных вакуум-фильтров, что несомненно положительно сказывается на экономии затрачиваемого времени и ресурсов для принятия решения. Сэкономленное время позволяет студенту рассмотреть больше различных вариантов конструкции, сравнить их и выбрать наилучший.

Ключевые слова: программный пакет, отстойники, барабанные вакуум-фильтры, лабораторная работа, студенты.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR THE TECHNOLOGICAL CALCULATION OF A SETTLER AND A DRUM VACUUM FILTER

Bykovsky N.A., Timerbaev R.R.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University", Sterlitamak Branch, Sterlitamak, e-mail: nbikovsky@list.ru

The article describes the development of a software package that allows the technological calculation of sedimentation tanks and drum vacuum filters, and, based on the results obtained, select the most optimal model of the device from the loaded database. Before starting the implementation, an analysis was conducted on the need for the project and a list of requirements for the software product was compiled. The review and comparison of existing professional software packages used by enterprises and design institutes was carried out. A database for convenient storage and alteration of the necessary physicochemical properties of substances and other data, as well as intermediate variables and final results of the calculations performed, was implemented. A test of the final version of the software package has been carried out to ensure compliance with the tasks set. As a result, a software package was developed that makes it possible to significantly accelerate the process of technological calculation of settling tanks and drum vacuum filters, which undoubtedly has a positive effect on saving time and resources for decision making. The saved time allows the design engineer or student to consider more different design options, compare them and choose the optimal one. The possibility of introducing this product to universities is being considered for students to perform and check by the teachers of calculation, graphical, laboratory, coursework and other works.

Keywords: software package, settling tanks; drum vacuum filters, laboratory work, students.

Актуальность исследования

В наше время ежедневно и во всех областях деятельности приходится иметь дело с вычислениями и переработкой огромных объемов информации. Как результат, за последние десятилетия произошла и до сих пор идет повсеместная компьютеризация. Вычислительная и микропроцессорная техника значительно упрощает решение сложных задач, что

положительно влияет на конечный результат и рациональное использование ресурсов. Одним из таких сложных задач является технологический расчет отстойника и барабанного вакуум-фильтра.

Осаждение так же, как и фильтрование – это процессы разделения суспензий с содержанием твердых частиц. Осаждение осуществляется в специальном аппарате отстойнике, а фильтрование в вакуум-фильтре. Данные процессы широко распространены в деятельности человека, они используются как в промышленных масштабах, так и в индивидуальных хозяйствах. Технологический расчет аппаратов для этих процессов крайне важная задача и для инженеров-конструкторов, и для студентов. Целью этих расчетов является определение размеров (диаметра, высоты, ширины и т.д.), на основе которых осуществляется выбор определенной модели [1].

Стоит отметить, что технологический расчет отстойника и барабанного вакуум-фильтра является сложным, вследствие необходимости соблюдать и исходить из определенных условий, сложности используемых формул, и большого количества физико-химических свойств веществ нужных в расчете. Также в процессе расчета приходится вычислять большое количество переменных и работать с табличными данными. Все вышеперечисленное помимо увеличения трудоемкости расчета может привести к ошибкам из-за невнимательности.

Реализация программного пакета и дальнейшее ее применение в технологических расчетах позволит существенно ускорить весь процесс за счет использования машинного труда вместо ручного. Вследствие этого понизится вероятность ошибок, вызванных человеческим фактором. Упрощается вывод и хранение промежуточных переменных, а также конечных результатов.

Использование баз данных (БД) позволит упорядоченно хранить данные физико-химических свойств веществ, название моделей аппаратов и их свойств, предоставить возможность их автоматизированного сохранения и при необходимости – быстрый доступ к ним [2].

В настоящий момент уже разработано большое количество программных пакетов, позволяющих рассчитывать сложные технологические аппараты. Однако практически все они предназначены не для учебных целей, а для применения на предприятиях и проектных институтах, поэтому сложны в использовании и обладают широким функционалом, излишним и не нужным для студентов. Также немаловажным фактором является стоимость лицензий на профессиональные пакеты, по некоторым данным их цена колеблется от 1000\$ до 10000\$ в зависимости от полноты пакета. Покупка таких программ вузами совершенно нерентабельна и невозможна.

Исходя из вышеперечисленных причин разработка простого и удобного в использовании программного пакета для технологического расчета отстойника и барабанного вакуум-фильтра является актуальной задачей.

Требования к программному продукту

Назначение разрабатываемого программного пакета – технологический расчет отстойников и барабанных вакуум-фильтров. Область применения программ – выполнение и проверка расчетно-графических, лабораторных, курсовых и других работ.

Входные данные программы:

– физико-химические свойства разделяемых веществ (диаметр частицы, плотность чистой жидкости, плотность суспензии (твердых частиц), вязкость жидкости, плотность осветленной жидкости, плотность твердой фазы, плотность жидкой фазы, влажность осадка после фильтрования, концентрация твердой фазы в суспензии, вязкость фильтрата, массовое удельное сопротивление осадка, сопротивление фильтровальной перегородки, перепад давления на фильтре, вязкость промывной жидкости, перепад давления на фильтре при промывке осадка) – вводятся пользователем в соответствии со справочными данными или берутся из базы данных программы, могут быть добавлены в базу данных;

– описание технологического режима аппарата (содержание твердых частиц в исходной смеси, осадке и осветленной жидкости, массовый расход, высота слоя осадка в фильтрате, удельный расход промывной жидкости, заданная производительность по фильтрату) – вводятся пользователем в соответствии с его заданием на проектирование аппарата.

Программный продукт должен рассчитывать следующие параметры:

– критерий Архимеда, число Рейнольдса при осаждении частиц, скорость свободного осаждения, плотность суспензии, объемная доля жидкости в суспензии, скорость осаждения частиц суспензии (скорость стесненного осаждения), поверхность осаждения при технологическом расчете отстойника;

– плотность влажного осадка, отношение объема осадка на фильтре к объему полученного фильтрата, масса твердой фазы, отлагающейся при прохождении единицы объема фильтрата, продолжительность фильтрования, продолжительность промывки, продолжительность полного цикла работы фильтра, удельный объем фильтра, общая поверхность фильтрования при технологическом расчете барабанного вакуум-фильтра;

– выбор из каталога оптимальной модели аппарата соответствующей рассчитанным параметрам.

Все вышеописанные значения выводятся на экран в удобном упорядоченном виде.

В процессе работы программа использует базу данных для хранения информации о перечисленных выше свойствах веществ и характеристиках аппаратов.

Описание и структура программы

Для разработки программного обеспечения в настоящее время имеется широкий выбор языков программирования, которые отличаются друг от друга по сложности освоения, функциональным возможностям, направлениям их применения и т.п. [3]. Для реализации задуманного проекта нами был выбран – Visual Basic. Этот язык довольно распространен и претерпел множество обновлений с тех пор, как был выпущен в 1998 году. На сегодняшний день он представляет собой несложное в освоении и удобное средство для реализации простых некоммерческих проектов. Главными его достоинствами являются высокая скорость создания приложений с графическим интерфейсом пользователя и простой синтаксис, обеспечивающий низкий порог вхождения [4].

Основными структурными составляющими программы являются модули, в которых находится программный код, и связанные с ними экранные формы. Модуль осуществляет обработку команд пользователя, поступающих с соответствующей формы. Программный код модуля состоит из взаимосвязанных подпрограмм (процедур), каждая из которых выполняет какую-либо конкретную задачу [5, 6].

Программа состоит из следующих форм:

1. Форма MainWindow (Окно приветствия). В данном окне представлена некоторая демонстрационная информация, а также выбор необходимого технологического расчета.

2. Форма Sump (Окно «Технологический расчета отстойника») (рисунок 1). Это основное окно, с которым будет работать пользователь. Здесь происходит ввод исходных данных, их проверка и преобразование, расчет всех параметров и вывод конечных результатов на экран.

3. Форма Filter (Окно «Технологический расчета барабанного вакуум-фильтра») (рисунок 2). По своему функциональному назначению полностью идентичен предыдущей форме.

4. Форма Option (Окно «Настройки»). Позволяет настроить визуальное оформление программы, а также задать некоторые константы.

5. Форма BD (Окно «База данных»). С помощью этой формы осуществляется представление базы данных и их изменение.

6. Форма Help (Окно «Справка»). Содержит руководство пользователя.

7. Форма AboutBox (Окно «О программе»). Содержит информацию о программе.

Система управления базой данных – это комплекс программных средств, который предназначен для создания структуры новой базы, редактирования содержимого и

визуализации информации, т.е. отбор отображаемых данных в соответствии с заданным критерием, их упорядочение, оформление и последующая выдача на устройство вывода или передача по каналам связи [2]. В данном пакете была создана база данных на основе MSAccess, для хранения некоторых постоянных входных величин и моделей аппаратов, а также при необходимости сохранения решенных расчетов в виде таблиц.

Интерфейс программы (рис.1) представляет собой несколько областей, а его реализация является достаточно простой и интуитивно ясной для пользователей.

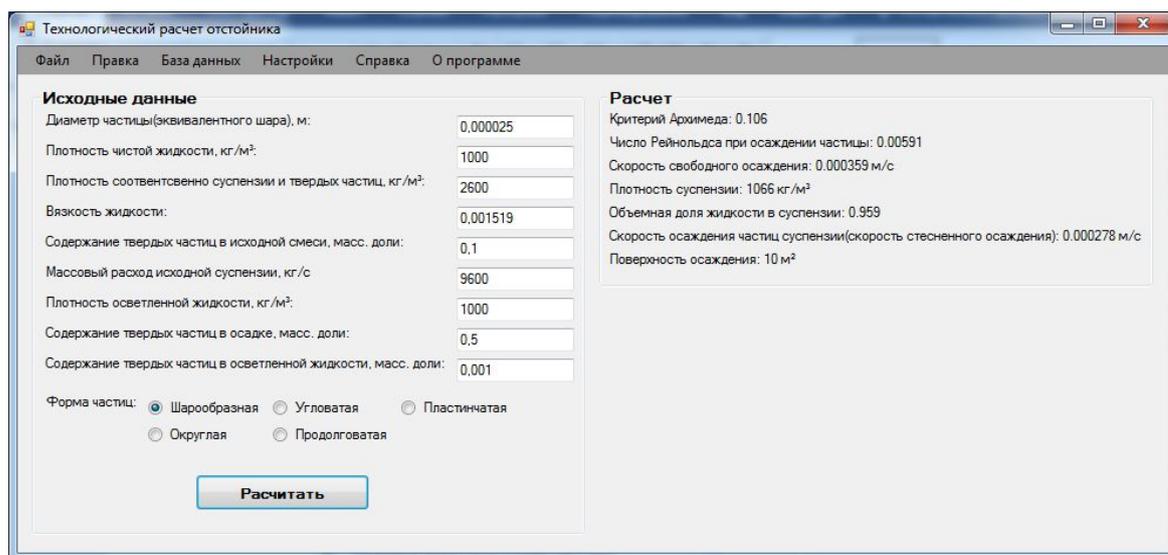


Рис.1. Окно технологического расчета отстойника

Строка меню содержит следующие пункты:

- База данных – содержит таблицы с данными физико-химических свойств веществ, моделями и характеристиками аппаратов.
- Настройки – в данной вкладке имеется возможность изменения визуального оформления программы.
- Справка – содержит руководство пользователя.
- О программе – содержит информацию о программе (версия, авторы и т.п.).

Основная часть программы разделена на две области – «Исходные данные» и «Результат расчета».

Технологический расчет барабанного вакуум-фильтра

Файл Правка База данных Настройки Справка О программе

Исходные данные

Плотность твердой фазы, кг/м ³ :	1740	Перепад давления на фильтре при промывке осадка:	68000
Плотность жидкой фазы, кг/м ³ :	1000	Заданная производительность по фильтратуб, м ³ /с:	0,00167
Влажность осадка после фильтрования, масс. доли:	0,61		
Концентрация твердой фазы в суспензии, масс. доли:	0,14		
Вязкость фильтрата:	0,001005		
Массовое удельное сопротивление осадка, м/кг:	78600000000		
Высота слоя осадка на фильтре, м:	0,01		
Сопротивление фильтровальной перегородки, м ⁻¹ :	4100000000		
Перепад давления на фильтре:	68000		
Удельный расход промывной жидкости:	0,001		
Вязкость промывной жидкости:	0,00053		

Расчитать

Результаты расчета

Плотность влажного осадка: 1199 кг/м³
 Отношение объема осадка на фильтре к объему полученного фильтрата: 0.467
 Масса твердой фазы, отлагающейся при прохождении единицы объема фильтрата: 218 кг/м³
 Продолжительность фильтрования: 59.4 с
 Продолжительность промывки: 38.2 с
 Продолжительность полного цикла работы фильтра: 180 с
 Удельный объем фильтрата: 0.0214 м³/м²
 Общая поверхность фильтрования: 17.6 м²

Рис.2. Окно технологического расчета барабанного вакуум-фильтра

На рисунке 3 изображено графическое представление алгоритма программы, в виде последовательности связанных между собой функциональных блоков, каждый из которых соответствует выполнению одного или нескольких действий [4].

Математическая основа для вычислений взята из источников [7-9].

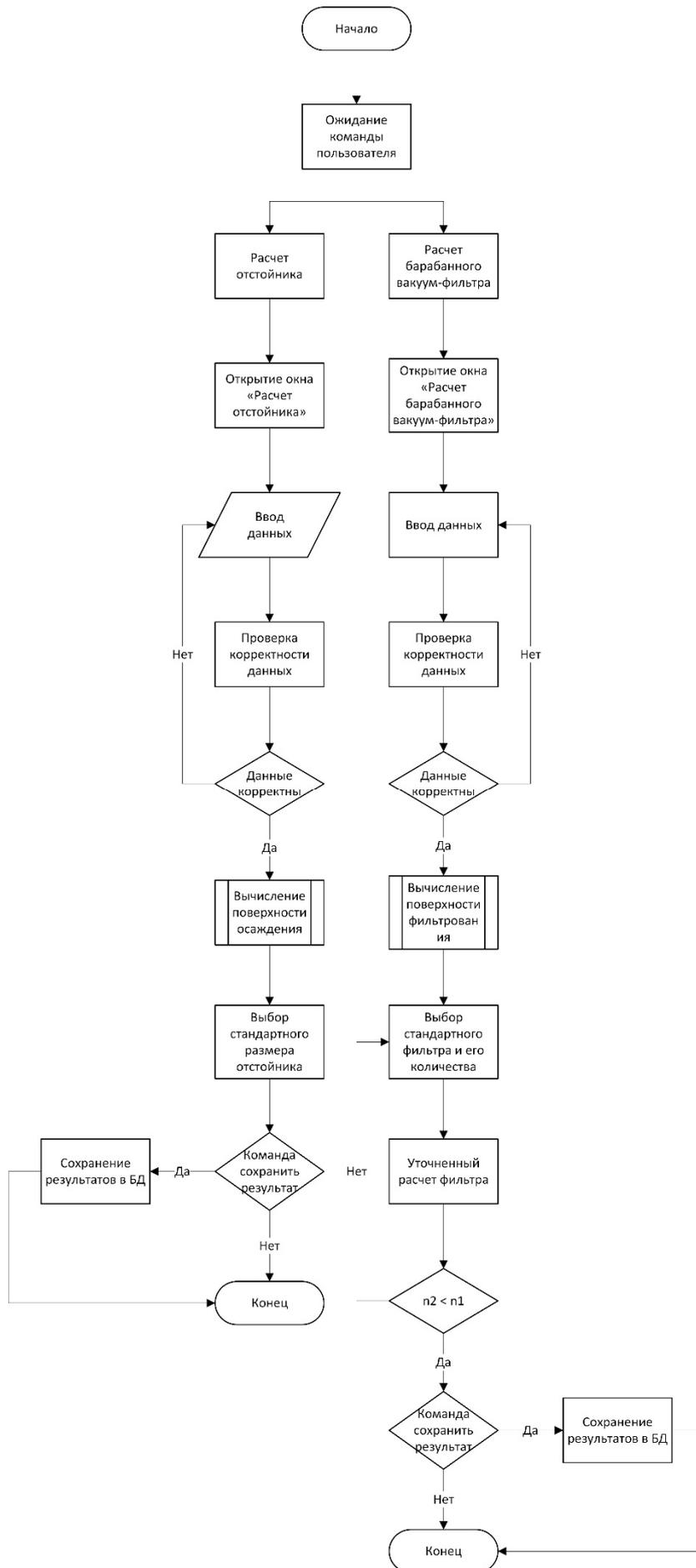


Рис. 3. Блок-схема работы программы

Заключение

Разработанный программный пакет позволяет быстро и точно произвести технологический расчет отстойников и барабанных вакуум-фильтров. За счет этого, при выполнении расчетно-графических, лабораторных, курсовых и других работ у студентов появляется больше времени для изучения и анализа всевозможных вариантов конструкции аппарата. Кроме того, у обучающихся имеется возможность самостоятельно найти и исправить ошибки, допущенные в процессе ручного расчета, сравнив ответы.

Список литературы

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии /А.Г. Касаткин. – Изд-во: Книга по Требованию, 2012. – 752 с.
2. Бекаревич Ю.Б. Самоучитель MS Office Access 2016 / Ю.Б. Бекаревич, Н.В. Пушкина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 480 с.: ил.
3. Роберт Мартин. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг /Р. Мартин. – СПб.: Изд-во «Питер», 2010. – 464 с.
4. Зиборов В.В. Visual Basic 2010 в примерах /В.В. Зиборов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.: ил.
5. Барабанов Д.А. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие /Д.А. Барабанов. – Изд-во: Лань, 2016. – 408 с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
7. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012610496 Программа для расчета ректификационной колонны / С.В. Жулаев, Н.А. Быковский, Р.Р. Даминев, Т.Ф. Ильина, Л.Н. Пучкова – № 2011618616, заявл. 15.11.2011, зарегистрировано 10.01.2012.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012611305 Программа для расчета абсорбционной колонны / А.В. Фетисова, Н.А. Быковский, Р.Р. Даминев, Т.Ф. Ильина, Л.Н. Пучкова – № 2011619202, заявл. 02.12.2011, зарегистрировано 01.02.2012.