

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**А.Б. Борисенко<sup>1</sup>, А.В. Антоненко<sup>2</sup>,  
А.В. Осовский<sup>3</sup>, О.А. Филимонова<sup>1</sup>**

*Кафедры: «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»; andrey@mail.gaps.tstu.ru (1); «Биомедицинская и полупроводниковая электроника», ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань (2); «Управление качеством», ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань (3)*

*Представлена членом редколлегии профессором Н.Ц. Гапановой*

**Ключевые слова и фразы:** многоассортиментные химико-технологические системы; расчет вспомогательного технологического оборудования.

**Аннотация:** Представлена система автоматизированного выбора вспомогательного оборудования многоассортиментных химических производств, которая включает программные модули, разработанные в среде Microsoft Visual Basic, а также электронный каталог вспомогательного технологического оборудования, в том числе мерников, сборников, насосов.

---

Задача выбора аппаратурного оформления (АО) химико-технологических систем (ХТС) предусматривает выбор определяющих геометрических размеров, числа аппаратов стадий системы и характеристик режима ее функционирования, обеспечивающих выпуск продуктов заданного ассортимента в требуемых объемах за некоторый период [1, 2]. Решением этой задачи является число аппаратов на каждой технологической стадии обработки, а также рабочий объем или площадь рабочей поверхности каждого аппарата. Требуется найти оптимальную комбинацию аппаратов из всего множества возможных вариантов, при этом критерием оптимальности, как правило, служат суммарные капитальные затраты на оборудование [3].

Практически все формулировки этой задачи ориентированы только на основное оборудование стадий ХТС, в том числе реакторов, фильтров, сушилок, и не включают соотношения для выбора вспомогательного. Между тем, число вспомогательных аппаратов стадий АО ХТС существенно превышает число основных. К числу наиболее распространенных типов вспомогательного оборудования можно отнести мерники жидкого сырья, сборники промежуточных продуктов и отходов, насосы и теплообменники как выносные, так и встроенные в основные

аппараты (рубашки, змеевики). Решением задачи является число аппаратов для каждой группы вспомогательного оборудования одинакового назначения каждой стадии ХТС, а также их геометрические размеры (в некоторых случаях производительность).

Система включает программные модули, разработанные в среде Microsoft Visual Basic, а также базу данных Microsoft Access, используемую для хранения всех необходимых для расчета данных. Также в базе данных хранится каталог стандартных насосов, мерников и сборников. Основными функциями программного модуля являются: ввод, проверка корректности и модификация исходных данных, расчет вспомогательного оборудования, определение числа вспомогательных аппаратов, вывод результатов расчетов в установленной форме.

Упрощенно иерархию исходных данных для определения АО ХТС можно представить в следующем виде: производство → стадии производства → характеристики стадии. На верхнем уровне в базу данных добавляется новое производство, задается его наименование и размер партии выпускаемого продукта. Затем добавляются технологические стадии производства продукта и характеристики каждой стадии, набор которых формируется автоматически и включает две группы параметров – общие для всех стадий и определяемые конкретным типом вспомогательного аппарата.

К числу общих характеристик относятся следующие: размеры партий продуктов и коэффициенты их изменения по стадиям; значения периодов обработки продуктов на стадиях ХТС; длительности операций этих циклов, при выполнении которых задействованы вспомогательные аппараты; удельные расходы энергии при реализации операций, связанных с изменением температуры перерабатываемой массы; объемные и массовые материальные индексы; удельные производительности; степени заполнения аппаратов.

При указании типа вспомогательного аппарата «мерник» или «сборник» к списку характеристик добавляются объемные и массовые материальные индексы, минимально и максимально допустимая степень заполнения, коэффициент заполнения по стадиям; для стадии, вспомогательный аппарат которой «насос», – объемный материальный индекс стадии, коэффициент заполнения по стадиям, длительность операции. Для стадии, вспомогательный аппарат которой «теплообменник», основными характеристиками будут являться: коэффициент теплопередачи, средняя разность температур, удельный расход энергии, длительность операции, массовый материальный индекс.

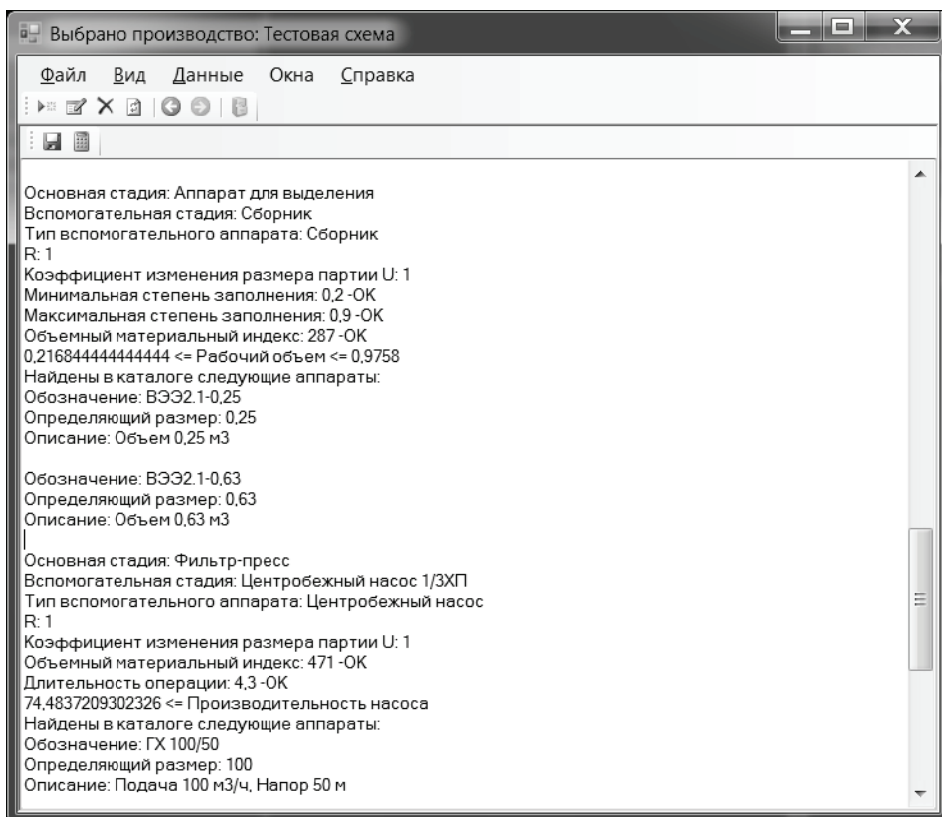
В качестве примера можно привести расчета мерников и сборников. Для этого необходимы следующие исходные данные:

- объемный материальный индекс  $v$ ;
- минимальная степень заполнения  $\varphi_*$ ;
- максимальная степень заполнения  $\varphi^*$ ;
- коэффициент изменения  $u$  размера партии на стадии;
- размер партии  $w$ , определяемый на этапе расчета основного оборудования.

На основе этих исходных данных рабочий объем мерника жидкого сырья или сборника промежуточного продукта определяется по формуле

$$u \frac{vw}{\varphi^*} \leq X \leq u \frac{vw}{\varphi_*}$$

Пример работы системы представлен на рисунке.



### Пример работы системы автоматизированного выбора вспомогательного оборудования ХТС

Разработанная система автоматизированного выбора вспомогательного оборудования ХТС используется при обучении магистров направления 150400 «Технологические машины и оборудование» и студентов специальности 240801 «Машины и аппараты химических производств» методам определения и реконструкции аппаратурного оформления химико-технологических систем с изменяемым ассортиментом выпускаемой продукции.

*Работа выполнена в рамках государственного контракта № 14.В37.21.0234 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

#### Список литературы

1. Борисенко, А.Б. Применение метода ветвей и границ для оптимального выбора аппаратурного оформления химико-технологических систем / А.Б. Борисенко, С.В. Карпушкин // Вычисл. технологии. – 2012. – Т. 17, № 1. – С. 35–43.
2. Borisenko, A. Optimal Design of Multi-Product Batch Plants Using a Parallel Branch-and-Bound Method / A. Borisenko, Ph. Kegel, S. Gorlatch // Parallel Computing Technologies : 11th International Conference, PaCT 2011, Kazan, Russia, September 19–23, 2011, Proceedings / Victor Malyshev (Ed.). – Berlin ; Heidelberg ; New-York, 2011. – P. 417–430. – (Lecture Notes in Computer Science ; Vol. 6873).
3. Карпушкин, С.В. Методика оценки эффективности аппаратурного оформления химико-технологических систем многоассортиментного производства / С.В. Карпушкин, М.Н. Краснянский, А.Б. Борисенко // Информ. системы и технологии. – 2011. – № 5-67. – С. 96–105.

## The System of Automated Selection of Auxiliary Equipment for Multi-Assortment Chemical Plants

A.B. Borisenko<sup>1</sup>, A.V. Antonenko<sup>2</sup>, A.V. Osovsky<sup>3</sup>, O.A. Filimonova<sup>1</sup>

Departments: "Computer-Aided Design of Process Equipment", TSTU; andrey@mail.gaps.tstu.ru (1); "Biomedical and Semiconductor Electronics", Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan (2); "Quality Management", Astrakhan State Technical University, Astrakhan (3)

**Key words and phrases:** calculation of auxiliary equipment; multi-assortment chemical process systems.

**Abstract:** The paper describes a computer-aided selection of auxiliary equipment for multi-assortment chemical plants. The system includes software modules developed in Microsoft Visual Basic environment. The software complex also comprises an electronic catalog of auxiliary process equipment, including measuring tanks, collectors and pumps.

---

### System der automatisierten Auswahl der Hilfsausrüstung der vielsortimenten chemischen Produktionen

**Zusammenfassung:** Es ist das System der automatisierten Auswahl der Hilfsausrüstung der vielsortimenten chemischen Produktionen vorgelegt. Das System hat die Programmmodule, die im Medium Microsoft Visual Basic erarbeitet wurden. Der Programmkomplex hat auch den Elektronenkatalog der technologischen Hilfsausrüstung, u.a. der Meßbüten, der Sammelbehälter, der Pumpen.

---

### Système du choix automatisé de l'équipement supplémentaire des industries chimiques à multiassortiment

**Résumé:** Est présenté le système du choix automatisé de l'équipement supplémentaire des industries chimiques à multiassortiment. Le système comprend les modules de programmation élaborés dans le milieu Microsoft Visual Basic. Le corps du complexe de programmation comprend aussi le catalogue électronique de l'équipement technologique supplémentaire y compris des instruments de mesure et de montage, des pompes.

---

**Авторы:** *Борисенко Андрей Борисович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»; *Антоненко Андрей Васильевич* – кандидат технических наук, младший научный сотрудник кафедры «Биомедицинская и полупроводниковая электроника», ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»; *Осовский Алексей Викторович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством», ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»; *Филимонова Оксана Александровна* – магистрант кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Подольский Владимир Ефимович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования», проректор по информатизации, ФГБОУ ВПО «ТГТУ».