

*Сорокин М. А., Карпушкин С. В.*

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА И ВЫБОРА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ МАШИН И АППАРАТОВ**

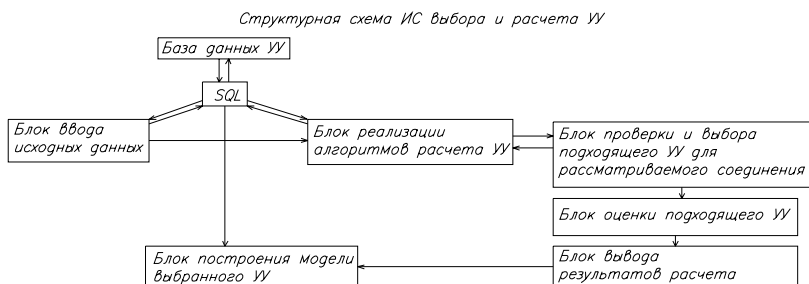
*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Карпушкина С. В.*

*ТГТУ, Кафедра «Автоматизированное проектирование  
технологического оборудования»*

Уплотнительные устройства применяют во всех отраслях техники, где возникает проблема герметизации. В числе других задач, возникающих при конструировании машины или аппарата, выделяется задача выбора наиболее подходящих уплотнительных устройств. Особую важность эта задача приобретает в химическом машиностроении, т.к. при выходе из строя уплотнений химико-технологического оборудования, работающего с агрессивными, токсичными, взрывопожароопасными веществами, может возникнуть опасность аварии и отравления персонала.

Задача выбора уплотнительного устройства для конкретного соединения конкретного аппарата поставлена в работе [1]. Алгоритм ее решения предусматривает перебор всех видов и типоразмеров стандартных устройств, подходящих для уплотнения рассматриваемого соединения, проверку выполнения ограничений для каждого из них и выбор лучшего по критерию оптимальности. Число стандартных устройств, которые могут оказаться подходящими для уплотнения соединения, не превосходит нескольких десятков, поэтому полный перебор не требует больших затрат времени.

В настоящее время разрабатывается система автоматизированного выбора и расчета уплотнительных устройств, реализующая алгоритм решения данной задачи в среде Visual Basic. Структурная схема информационной системы представлена на рис 1.



**Рис. 1.** Структурная схема информационной системы

Программные модули разрабатываемой системы предназначены для реализации алгоритмов расчета уплотнений различных видов, выбора подходящих для рассматриваемого соединения и их оценки по критерию оптимальности, ввода исходных данных и вывода результатов расчетов, построения трехмерной модели устройства. Создана **база данных** (рис. 2) для уплотнительных устройств, где содержится информация об областях применения, основных размерах стандартных уплотнений и режимах их функционирования.

	id_mang	id_upl	d_vala	D	h	massa	material
▶	1	Манжетное уплотнение	15	32	7	7	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	2	Манжетное уплотнение	20	40	10	17	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	3	Манжетное уплотнение	25	42	10	19	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	4	Манжетное уплотнение	30	52	10	24	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	5	Манжетное уплотнение	32	45	7	9	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	6	Манжетное уплотнение	35	58	10	25	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	7	Манжетное уплотнение	38	58	10	26	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	8	Манжетное уплотнение	40	60	10	29	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79
	9	Манжетное уплотнение	45	65	10	33	Резина группы 1 ГОСТ 8752-79

**Рис. 2.** Пример базы данных для одного из видов манжетного уплотнения

**Блок ввода исходных данных.** Исходными данными для решения задачи служат:

- вид уплотняемого соединения (неподвижное разъемное – УН, обратно-поступательного движения – УПС, вращательного движения – УВ);
- физико-химические параметры рабочей среды: давление  $p_c$ , температура  $t_c$ , динамическая вязкость  $\mu_a$  при атмосферном давлении.
- экологические свойства среды – уровень токсичности, взрыво- пожароопасности, степень запыленности;

- геометрические параметры уплотняемого соединения (для УН – диаметр условного прохода  $D_y$ , для УПС – диаметр штока  $d$  или цилиндра  $D$ , для УВ – диаметр вала  $d$ );

- скорость перемещения деталей соединения (для УПС – линейная  $v$  для штока или поршня, для УВ – угловая  $\omega$  для вала);

- требуемый класс негерметичности соединения, определяющий допускаяемую удельную утечку рабочей среды через уплотнение  $Q_{\text{доп.}}$ .

**Блок реализации алгоритмов расчета УУ.** В данном блоке реализуются алгоритмы расчета уплотнительного устройства. В этот блок из базы данных посредством SQL запроса передаются данные (конструктивные и режимные параметры) для рассматриваемого вида уплотняемого соединения, необходимые для расчета удельной утечки рабочей среды в условиях, определяемых исходными данными, и производится расчет значения величины удельной утечки среды. Для анализа текущей рассматриваемой конструкции осуществлен итеративный обмен данными с блоком проверки и выбора подходящего УУ.

**Блок проверки и выбора подходящего УУ для рассматриваемого соединения.** В этом блоке для данного вида уплотняемого соединения осуществляется проверка рассматриваемой конструкции уплотнения на работоспособность, проверка выполнения ограничений и связей. При неудовлетворительных результатах проверки управление передается предыдущему блоку и рассматривается следующая конструкция уплотнения. При удовлетворительных результатах проверки управление передается в блок оценки.

**Блок оценки подходящего УУ.** В этом блоке осуществляется расчет критерия оптимальности для текущего уплотнения. В качестве критерия оптимальности  $Z$  используются приведенные затраты на уплотнительное устройство, которые складываются из амортизации стоимости устройства, затрат на обслуживание уплотнения и затрат энергии на его эксплуатацию, т.е.:  $Z=Z_1+Z_2(T_p)+Z_3(N)$ , где  $T_p$  – время работы уплотнения в течение года, которое определяется режимом и календарным планом работы конкретной машины и аппарата,  $N$  – затраты энергии на эксплуатацию уплотнения (на преодоление трения, на циркуляцию охлаждающей жидкости). После расчета критерия данные о подходящем уплотнении передаются в блок вывода результатов.

**Блок вывода результатов расчетов.** Блок формирует список подходящих конструкций уплотнений и соответствующих значений критерия оптимальности с указанием наиболее предпочтительной конструкции, которой отвечает минимальное значение критерия.

**Блок построения модели выбранного УУ.** Работа данного блока предполагает построение выбранной конструкции уплотнительного уст-

ройства в 3D виде путем передачи основных геометрических характеристик параметрической модели данного уплотнения.

### **Список литературы**

1. Сорокин М.А., Карпушкин С.В. Автоматизированный расчет и выбор уплотнительных устройств машин и аппаратов // Сборник статей магистрантов по материалам научной конференции 15-17 февраля 2005 года. Выпуск 1, Часть 1. – Тамбов: ТОГУП «Тамбовполиграфиздат», 2005. – 144 с.