

УДК 621.225.001.4

## **РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОМОТОРА**

Панченко А.И., д.т.н.,

Тарасенко В.В., д.т.н.,

Засядько А.И., аспирант,

Обернихин Ю.П., инженер

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0169) 42-04-42

***Аннотация*** – работа посвящена разработке программного обеспечения для моделирования изменения геометрических параметров распределительной системы планетарного гидромотора.

***Ключевые слова*** – планетарный гидромотор, торцевая распределительная система, золотник, распределитель, рабочие и разгрузочные окна распределителя, окна нагнетания и слива золотника, площадь проходного сечения.

***Постановка проблемы.*** В последнее время, в гидроприводах активных рабочих органов и ходовых системах мобильной техники большое применение находят планетарные гидромоторы, выходные характеристики которых не всегда соответствуют предъявляемым требованиям. При эксплуатации этих гидромоторов наблюдаются пульсации крутящего момента и частоты вращения выходного вала [1,3,4], что свидетельствует о несовершенстве расчета и проектирования распределительных систем этих гидромоторов в связи с отсутствием соответствующего программного обеспечения, позволяющего моделировать изменение выходных характеристик распределительной системы (суммарные площади перекрытия рабочих окон) в зависимости от геометрических параметров ее элементов.

Таким образом, необходимо разработать программное обеспечение, позволяющее моделировать изменение выходных характеристик распределительной системы, и планетарного гидромотора в целом, в зависимости от геометрических параметров ее

элементов.

*Анализ последних исследований.* Известно [3,4], что для подачи рабочей жидкости в рабочие камеры планетарного гидромотора в строго определенной последовательности, применяется торцевая распределительная система, представляющая собой, прилегающие поверхности подвижного распределителя и неподвижного золотника, на которых выполнены распределительные окна. От геометрических параметров элементов распределительной системы зависят надежность и эффективность ее работы, гидравлический и объемный КПД, максимальное и минимальное число оборотов. В гидромашинах планетарного типа наибольшее применение получила торцевая распределительная система с сегментными окнами [2].

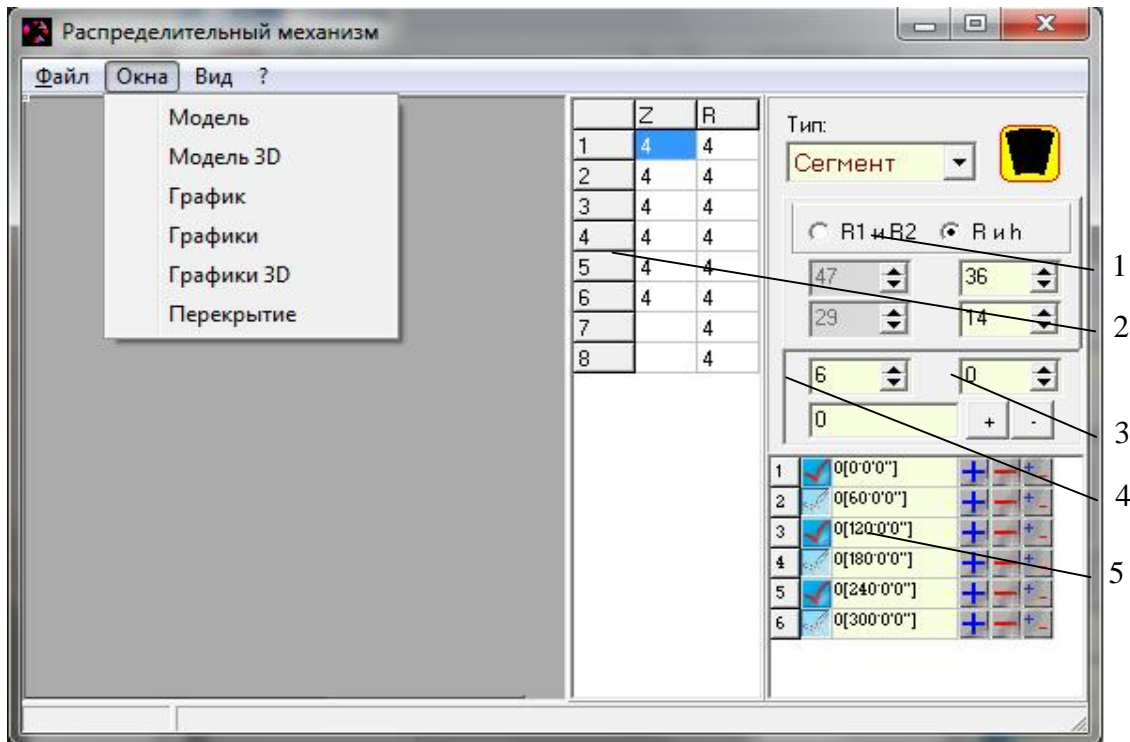
Анализ последних исследований показал [2], что суммарная площадь проходного сечения распределительной системы зависит от изменения геометрических параметров распределителя и золотника. Несовершенство элементов распределительной системы сопровождается характерным шумом, разрушением элементов гидромоторов и снижением его КПД.

*Цель работы.* Усовершенствование торцевой распределительной системы планетарного гидромотора путем разработки программного обеспечения для моделирования изменения геометрических параметров ее элементов.

*Основная часть.* Торцевая распределительная система, применяемая в планетарных гидромоторах, состоит из двух элементов: неподвижного – золотника и подвижного – распределителя, на контактирующих поверхностях которых, выполнены сегментные распределительные окна [2-4]. В процессе работы распределительной системы планетарного гидромотора, его пропускная способность (суммарная площадь перекрытия окон нагнетания золотника рабочими окнами распределителя) изменяется нелинейно, что сопровождается пульсациями потока рабочей жидкости. С целью устранения указанных недостатков, нами разработано программное обеспечение, позволяющее производить оптимизацию геометрических параметров элементов распределительной системы путем геометрического моделирования процесса изменения суммарной площади перекрытия в процессе работы.

На панели 1 главного меню программы (рис. 1), геометрические параметры (высоту) окон распределителя и золотника можно задать двумя способами: 1 способ – изменение высоты  $h$  распределительного окна путем изменения внутреннего  $R_1$  и наружного  $R_2$  радиусов, ограничивающих высоту окна; 2 способ – изменением среднего радиуса  $R$  и высоты окна  $h$ .

При оптимізації геометричних параметрів елементів розподільчої системи велике значення має кут розвору вікон розподільця і золотника, який можна задавати (змінювати) з допомогою елементів панелі 2.



1 – панель вибору геометричних параметрів; 2 – панель змінення кута розвору вікна; 3 – панель вибору кількості вікон розподільця; 5 – панель вибору кутів розположення і зміщення вікон розподільця

Рис.1. Головне меню програми.

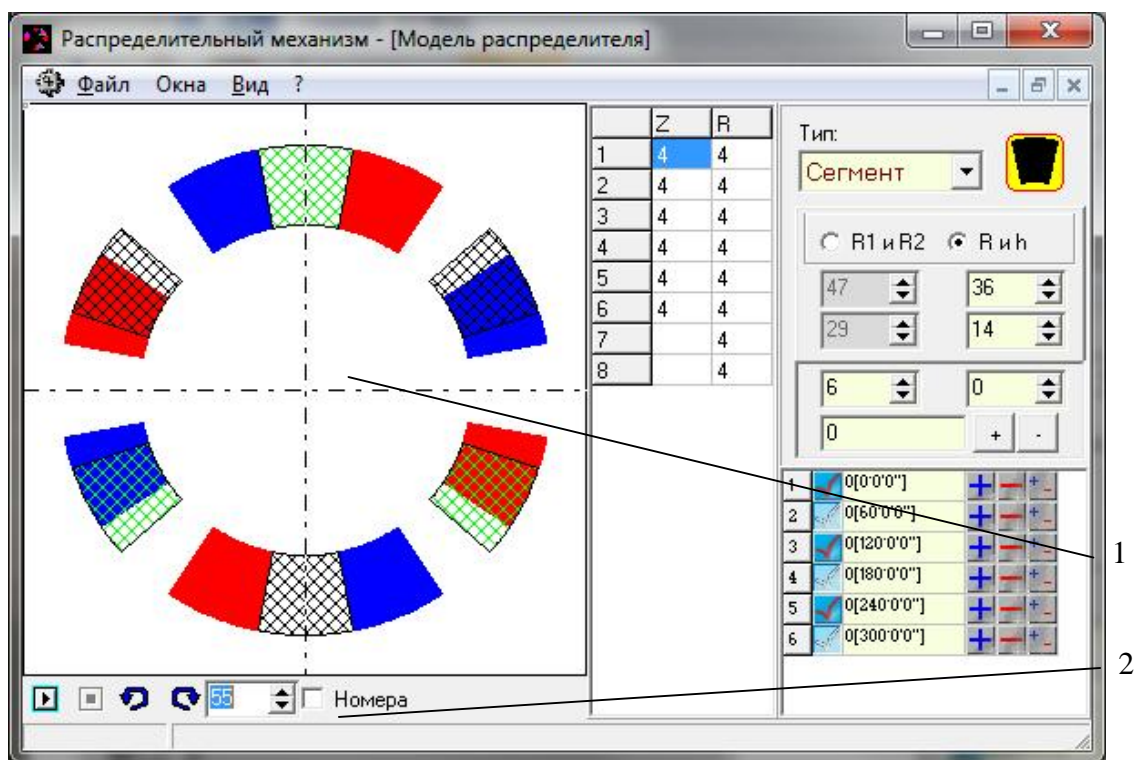
На панелі 4 головного меню задається кількість вікон розподільця в діапазоні від 6 до 32 (ісходя з конструктивних соображений). Между количеством окон распределителя и золотника существует взаимосвязь: количество окон золотника всегда на 2 больше, чем количество окон распределителя. После выбора количества окон распределителя с помощью панели 3 можно задать зазор между окнами распределителя и золотника.

После ввода количества окон распределителя становится активной панель 5, с помощью которой можно задать угловое расположение рабочих и разгрузочных окон распределителя. На панели 5, по умолчанию, активизируются соответствующие номера и угловое расположение рабочих окон, а количество и порядковый номер разгрузочных окон определяется исходя из конструкторских предпосылок, и подключаются по мере необходимости. С целью

оптимизации геометрических параметров распределительной системы, данное программное обеспечение позволяет производить угловое смещение рабочих и разгрузочных окон распределителя от их исходного положения.

Меню программы (рис. 1) состоит из четырех разделов: файл, окна, вид и "?". В меню "файл" можно сохранять и загружать текущие параметры и настройки в соответствующий файл. С помощью меню "окна" можно переключаться между шестью вариантами окон программы. Меню "вид" служит для управления окнами программы. В меню "?" находится информация "о программе".

Пример раздела меню программы «окна» - «модель» (рис.2) представляет собой плоскую (двухмерную) схему наложения окон распределителя на окна нагнетания и слива золотника, моделирующую условия ее работы. В нижней части окна расположена панель дополнительных параметров 2.

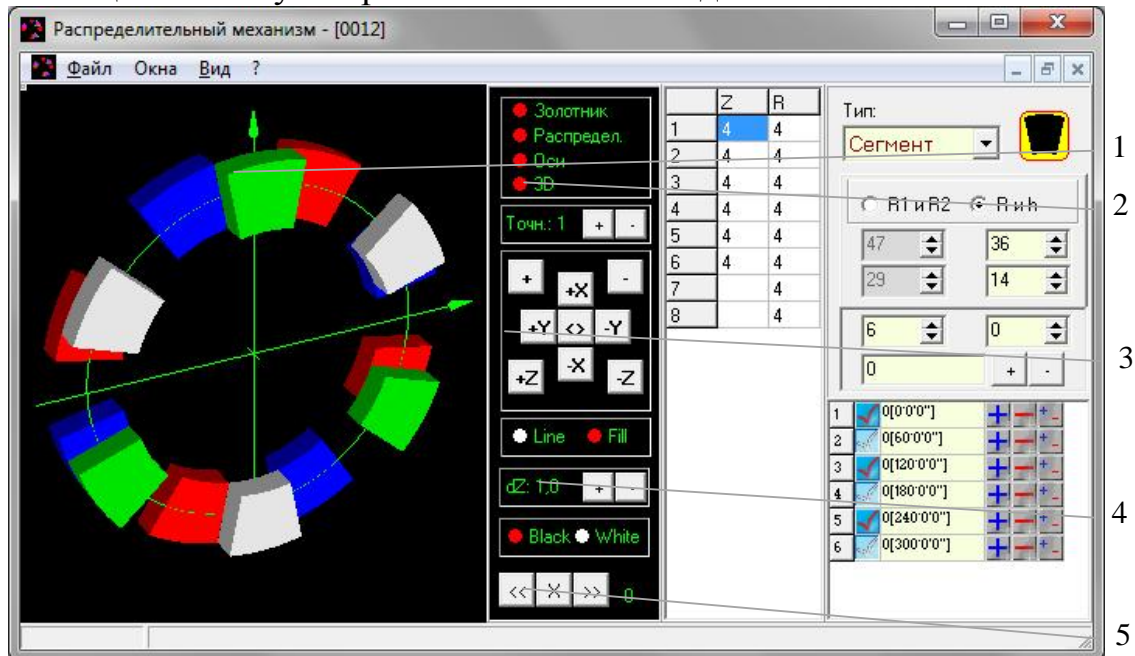


1 – схематическое (плоское) отображение окон элементов распределительной системы; 2 – панель дополнительных параметров.

Рис.2. Раздел меню программы «окна» – «модель».

В окне "модель 3D" (рис. 3) отображается трехмерная схема взаимодействия окон распределителя и золотника 1, которая позволяет визуально наблюдать их перекрытие, а так же моделировать работу распределительной системы с помощью кнопок управления

панели 5, эмитируя вращение окон распределителя. Так же имеется возможность управлять обозрением трехмерной модели в окне 1 во всех плоскостях с помощью панели 3 управления камерой в 3D пространстве, вращение (обозрение) так же можно осуществлять с помощью манипулятора типа мышь или подобного.



1 – трехмерное (объемное) отображение окон элементов распределительной системы; 2 – переключатели отображения элементов построения; 3 – управление камерой в 3D пространстве; 4 – параметры построения; 5 – вращение окон распределителя.

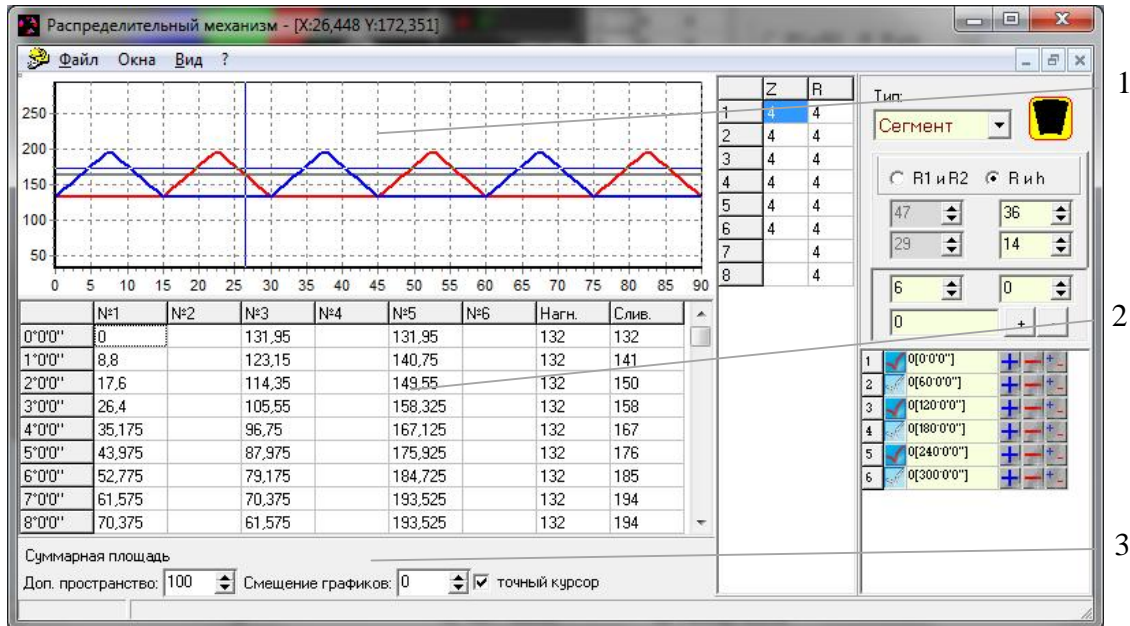
Рис.3. Раздел меню программы «окна» – «модель 3D».

С целью улучшения визуализации исследуемых моделей можно отключить один или несколько элементов построения с помощью переключателей отображения панели 2 (рис. 3). Параметры построения можно задавать кнопками управления панели параметров построения 4.

Раздел меню программы «окна» – «график» (рис.4) позволяет визуализировать закон изменения суммарной площади перекрытия исследуемой распределительной системы в окне 1, который может изменять свою геометрию в зависимости от угла поворота распределителя. В окне панели 2 таблицы площадей можно получить информацию о числовых значениях изменения площади для каждого рабочего окна распределителя и золотника. Панель 3 управления графиком предназначена для изменения параметров визуализации графика в окне 1.

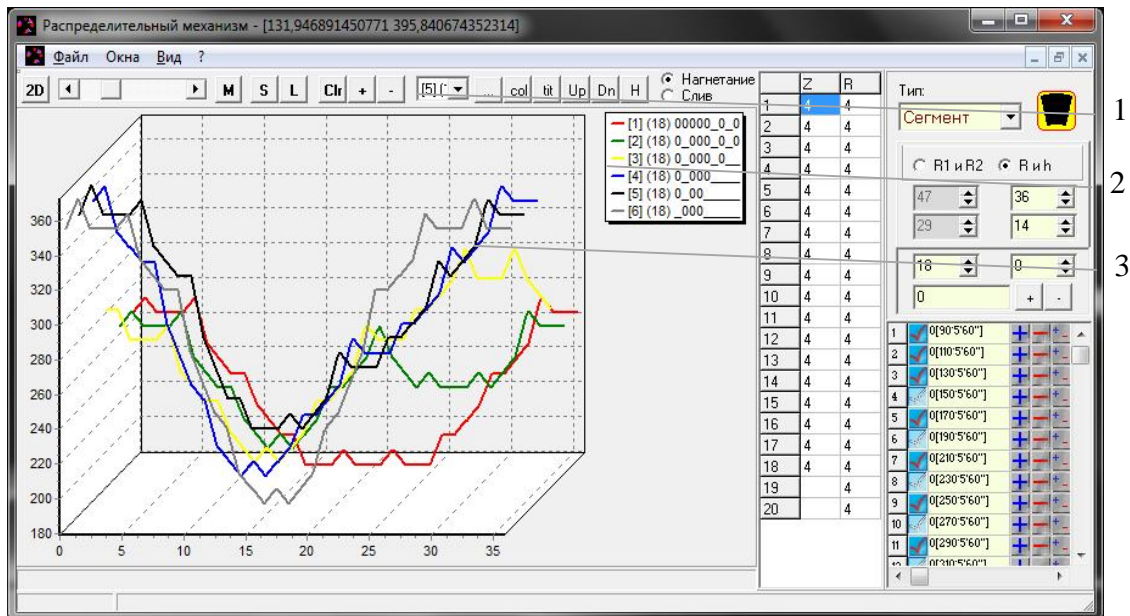
Окно меню программы «графики» (рис. 5) необходимо для визуализации процесса изменения суммарных площадей перекрытия,

в зависимости от схемы подключения (легенды графиков – окно 2) разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих, что отражается в окне 3 панели предварительных просмотр поверхности.



1 – график изменения суммарной площади; 2 – таблица значений площадей; 3 – панель управления графиком.

Рис.4. Раздел меню программы «окна» – «график».



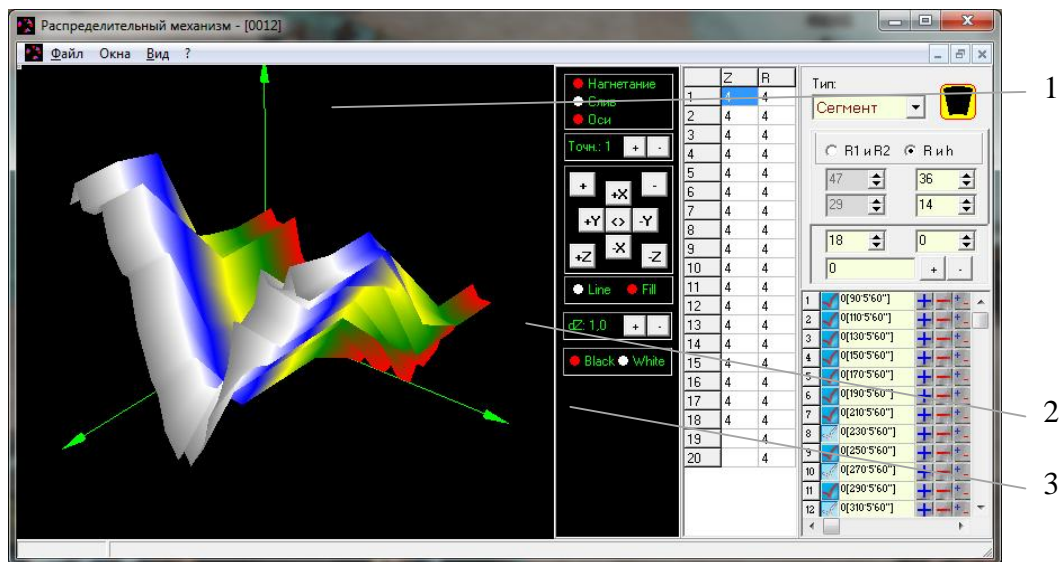
1 – панель настройки графиков; 2 – панель отображения легенды графиков; 3 – панель предварительных просмотров поверхности.

Рис.5. Раздел меню программы «окна» – «графики».

В окне 3 (рис.5) с каждой новой легендой (окно 2) добавляются графики с разными угловыми смещениями и изменениями для окон распределителя и золотника. В легенду (окно 2) автоматически вписываются состояния рабочих окон распределителя при открытом окне - "0", при закрытом - "\_".

Через панель 1 настройки графиков (рис.5) можно: клавишей «2D/3D» осуществлять просмотр графиков в 2D или 3D; клавишей «M» производить фиксацию масштаба по оси Y; клавишей «S» сохранить графики в соответствующий файл; клавишей «L» загрузить графики из этого файла; клавишами «Clr», «+» и «-» очистить все графики, добавить график и удалить график; клавишами «col» и «tit» - изменять цвет и название графиков; клавишами «Up», «Dn» и «H» - переместить график вверх, вниз и спрятать/показать все графики кроме выделенного; клавишей «Нагнетание/Слив» осуществлять переключение между графиками; клавишей «Inf» выводить дополнительную информацию о графиках.

На основе полученных графиков при необходимости строятся поверхности в окне программы "3D графики" (рис. 6), позволяющие визуализировать закон изменения суммарной площади перекрытия с помощью элементов панели трехмерной модели графиков 1, исследуемой распределительной системы, для его дальнейшего изучения и восприятия.



1 – панель трехмерной модели графиков; 2 – панель параметров построения; 3 – панель растяжение объектов по оси Z.

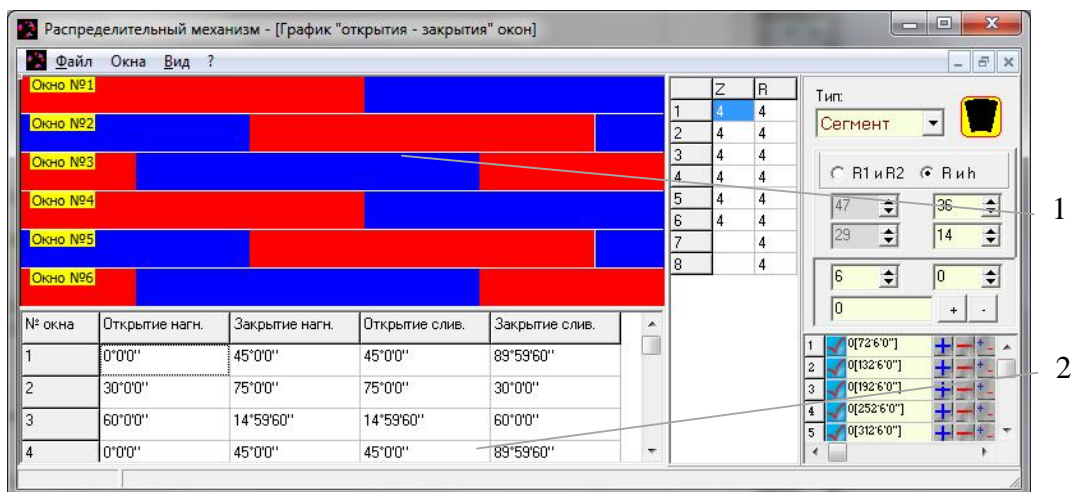
Рис.6. Раздел меню программы «окна» – «графики 3D».

С целью лучшего восприятия границ преломления поверхности, в программе есть возможность переключения в режим "Line", с помощью элементов панели 2 параметров построения, при этом

плоскості стануться напівпрозорими і з'явиться можливість візуальної оцінки ліній контакту в зоні пересічення вікон розподільця і золотника.

При великому кількості графіків, з яких побудована поверхня, є можливість, для більшої наглядності, збільшити відстань між графіками, розтягнувши поверхню по осі Z за допомогою елементів панелі 3 розтягнення об'єктів (рис.6).

В вікні програми "Перекриття" (рис.7), для кожної досліджуваної розподільчої системи відображається вікно 1 діаграми "відкриття-закриття" вікон розподільця з вказанням порядкового номера робочого вікна розподільця. На панелі 2 таблиці значень, відображається значення кута відкриття і закриття розподільчих вікон.



1 – діаграма "відкриття-закриття" вікон; 2 – таблиця значень.  
Рис.7. Розділ меню програми «вікна» – «перекриття».

**Висновки.** Розроблене програмне забезпечення для удосконалення розподільчих систем планетарних гідромоторів, шляхом моделювання зміни геометричних параметрів їх елементів дозволяє:

- произвести выбор параметров окон исследуемой распределительной системы, с целью сглаживания колебаний значений суммарной площади перекрытия;
- производить угловое смещений рабочих и разгрузочных окон распределителя от их исходного положения;
- моделировать работу распределительной системы эмитируя вращение окон распределителя;
- управлять обзорением трехмерной моделью с помощью управления камерой в 3D пространстве;
- визуализировать закон изменения суммарной площади перекрытия исследуемой распределительной системы;

- строить трехмерные модели поверхностей суммарной площади перекрытия;
- отображать диаграммы "открытия-закрытия" окон распределителя с указанием порядкового номера рабочего окон распределителя и значением углов открытия и закрытия этих окон.

Література:

1. *Волошина А.А.* Оптимізація параметрів торцової розподільної системи з додатковими розвантажувальними вікнами. / А.А.Волошина // Праці ТДАТА. – Мелітополь. – 2000. – Вип.2. – Т.17. – С.88-94.
2. *Панченко А.И., Волошина А.А., Кюрчев С.В.* Изменение геометрических параметров распределительной системы при работе планетарной гидромашин / А.И. Панченко, А.А. Волошина, С.В. Кюрчев // Труды ТГАТА. – Мелітополь. – 1998. – Вып.2. – Т.4. – С.61-65.
3. *Панченко А.И.* Конструктивные особенности и принцип работы гидромашин с циклоидальной формой вытеснителей / А.И. Панченко, А.А. Волошина // Промислова гідроліка і пневматика. – №3(29). – 2010. – С.57–69.
4. *Волошина А.А.* Классификация планетарных гидромашин, применяемых в силовых гидроприводах мобильной техники / А.А. Волошина // Праці ТДАТУ. – Мелітополь. – 2011. – Вип. 11. – т.1. – С.67-85.

### **РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ГІДРОМОТОРА**

Панченко А.И., Тарасенко В. В., Засядько А.И., Обернихин Ю.П.

**Анотація** - робота присвячена розробці програмного забезпечення для моделювання зміни геометричних параметрів розподільної системи планетарного гідромотора.

### **DEVELOPMENT OF TOOL FOR DESIGN CHANGES OF GEOMETRICAL PARAMETERS DISTRIBUTIVE SYSTEM OF HYDROMOTOR**

A. Panchenko, V. Tarasenko, A. Zasyad'ko, Y. Obernikhin

#### *Summary*

**Work is devoted software development for the design of change of geometrical parameters of the distributive system of planetary hydromotor.**