

УДК 621.225.001.4

**МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГИДРОВРАЩАТЕЛЕЙ
ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА**

Панченко А. И., д.т.н., проф.,

Волошина А. А., к.т.н., доц.,

Засядько А. И., асп.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – работа посвящена разработке методики определения геометрических параметров элементов распределительной системы, позволяющей определить количественное изменение площади проходного сечения распределительной системы гидровращателя планетарного типа с учетом геометрических параметров элементов его распределительной системы.

Ключевые слова – методика проектирования, гидровращатель планетарного типа, распределительная система, геометрия проточных частей, крышка, шестерня, распределительное устройство, золотниковое устройство, площадь проходного сечения, межцентровое расстояние.

Постановка проблемы. Улучшение выходных характеристик гидровращателей планетарного типа во многом зависит от рационального проектирования их распределительных систем. Одним из основных требований к проектированию распределительных систем гидровращателей является соответствие площади проходного сечения объема рабочих камер гидровращателя. Поэтому, разработка методики проектирования элементов распределительной системы планетарных гидровращателей имеет большое значение при обосновании выходных характеристик проектируемых гидровращателей.

Анализ последних исследований. Исследования причин неудовлетворительной работы гидровращателей планетарного типа, обусловленных несовершенством конструкции геометрии проточных частей в распределительной системе [1-5] показывают, что одним из узлов, лимитирующих их эффективную работу является распределительная система.

Таким образом, при проектировании высокомоментного гидровращателя планетарного типа необходимо определить геометрические параметры элементов распределительной систем с

целью увеличения пропускной способности непосредственной распределительной системы.

Формулирование целей статьи (постановка задания). Улучшение выходных характеристик гидровращателя планетарного типа путем разработки методики определения геометрических параметров элементов непосредственной распределительной системы для увеличения ее пропускной способности.

Основная часть. Для определения площади проходного сечения распределительной системы разработана методика определения межцентровых расстояний M_{1i} между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{n_i} нагнетания золотникового устройства, а так же M_{2i} – между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон $O_{сл_i}$ слива золотникового устройства.

1. Определим межцентровые расстояния M_{1i} между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{n_i} нагнетания золотникового устройства, а так же M_{2i} – между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон $O_{сл_i}$ слива золотникового устройства в первой четверти (рис. 1) при условии:

$$0 \leq \alpha_i \leq \frac{\pi}{2}; 0 \leq \beta_{n_i} \leq \frac{\pi}{2}; 0 \leq \beta_{сл_i} \leq \frac{\pi}{2}.$$

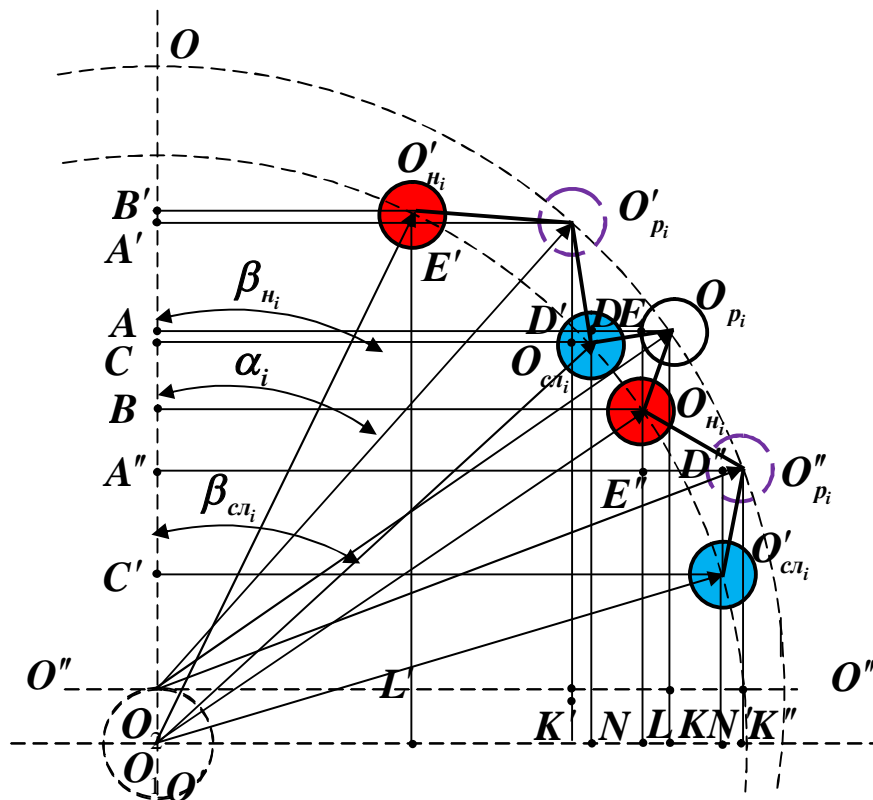


Рис. 1. Схема определения межцентрового расстояния в первой четверти

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства обозначим:

$$M_{1i} = O_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{n_i} E$ межцентровое расстояние M_{1i} равно:

$$M_{1i} = \sqrt{(O_{n_i} E)^2 + (O_{p_i} E)^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E = A_{1i}$ и $O_{p_i} E = B_{1i}$, тогда

$$M_{1i} = \sqrt{A_{1i}^2 + B_{1i}^2}.$$

Если след центра зуба O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 1), то

$$A_{1i} = O_{n_i} E = AB = O_1 A - O_1 B,$$

где $O_1 A = O_2 A + e = R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i + e$;

$$O_1 B = R_{kp} \cdot \cos \beta_{n_i}.$$

Тогда

$$A_{1i} = R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i + e - R_{kp} \cdot \cos \beta_{n_i}. \quad (1)$$

Если след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 1), то

$$B_{1i} = O_{p_i} E = KL = O_2 K - O_1 L,$$

где $O_2 K = R_{uu}^0 \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_i \right)$, $\cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_i \right) = \sin \alpha_i$;

$$O_1 L = R_{kp} \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} - \beta_{n_i} \right), \cos \left(\frac{\pi}{2} - \beta_{n_i} \right) = \sin \beta_{n_i}.$$

Тогда

$$B_{1i} = R_{uu} \cdot \sin \alpha_i - R_{kp} \cdot \sin \beta_{n_i}, \quad (2)$$

а межцентровое расстояние M_{1i} будет равно

$$M_{1i} = \sqrt{\left[R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i + e - R_{kp} \cdot \cos \beta_{n_i} \right]^2 + \left[R_{uu}^0 \cdot \sin \alpha_i - R_{kp} \cdot \sin \beta_{n_i} \right]^2}, \quad (3)$$

где α_i - текущий угол расположения окна распределительного

устройства $\alpha_i = \frac{2\pi}{Z_1}(i-1)$;

β_{n_i} - текущий угол расположения окна нагнетания

золотникового устройства $\beta_{n_i} = \beta_1 + \frac{2\pi}{Z_n}(i-1)$.

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{cl_i} окна слива золотникового устройства обозначим:

$$M_{2i} = O_{p_i} O_{cl_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{cl_i} D$ межцентровое расстояние M_{2i} равно:

$$M_{2i} = \sqrt{(O_{cl_i} D)^2 + (O_{p_i} D)^2}.$$

Обозначим $O_{cl_i} D = A_{2i}$ и $O_{p_i} D = B_{2i}$, тогда

$$M_{2i} = \sqrt{A_{2i}^2 + B_{2i}^2}.$$

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 1), то A_{2i} определяется аналогично A_{1i} по выражению (1) и равно

$$A_{2i} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta_{cl_i}. \quad (4)$$

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 1), то B_{2i} определяется аналогично B_{1i} по выражению (6.35) и равно

$$B_{2i} = R_{ш}^0 \cdot \sin \alpha_i - R_{кр} \cdot \sin \beta_{cl_i}, \quad (5)$$

а межцентровое расстояние M_{2i} определяется аналогично M_{1i} по выражению (3) и равно

$$M_{2i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta_{cl_i} \right]^2 + \left[R_{ш}^0 \cdot \sin \alpha_i - R_{кр} \cdot \sin \beta_{cl_i} \right]^2}, \quad (6)$$

где β_{cl_i} - текущий угол расположения окна нагнетания

золотникового устройства, $\beta_{cl_i} = \frac{2\pi}{Z_{cl}}(i-1) - \beta_1$.

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром O'_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства обозначим:

$$M'_{1i} = O'_{p_i} O'_{n_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O'_{n_i} E'$ межцентровое расстояние M'_{1i} равно:

$$M'_{1i} = \sqrt{(O'_{n_i} E')^2 + (O'_{p_i} E')^2}.$$

Обозначим $O'_{n_i} E' = A'_{1i}$ и $O'_{p_i} E' = B'_{1i}$, тогда

$$M'_{1i} = \sqrt{A'^2_{1i} + B'^2_{1i}}.$$

Если след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже следа центра O'_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства, то

$$A'_{1i} = O'_{n_i} E' = A'B' = O_1 B' - O_1 A',$$

где $O_1 B' = R_{кр} \cdot \cos \beta_{n_i}$;

$$O_1 A' = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i + e.$$

Тогда

$$A'_{1i} = R_{кр} \cdot \cos \beta_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i - e. \quad (7)$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O'_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 1), то B'_{2i} определяется по выражению (6.35), а межцентровое расстояние M'_{1i} будет равно

$$M'_{1i} = \sqrt{\left[R_{кр} \cdot \cos \beta_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i - e \right]^2 + \left[R_{ш}^0 \cdot \sin \alpha_i - R_{кр} \cdot \sin \beta_{n_i} \right]^2}. \quad (8)$$

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства обозначим:

$$M'_{2i} = O'_{p_i} O'_{сл_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O'_{сл_i} D'$ межцентровое расстояние M'_{2i} равно:

$$M'_{2i} = \sqrt{(O'_{p_i} D')^2 + (O'_{сл_i} D')^2}.$$

Обозначим $O'_{p_i} D' = A'_{2i}$ и $O'_{сл_i} D' = B'_{2i}$, тогда

$$M'_{2i} = \sqrt{A'^2_{2i} + B'^2_{2i}}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 1), то A'_{2i} определяется по выражению (4).

Если след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен левее следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 1), то

$$B'_{1i} = O_{cl_i}D' = K'N = O_1N - O_2K',$$

где $O_1N = R_{кр} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_{н_i}\right)$, $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta_{н_i}\right) = \sin \beta_{н_i}$;

$$O_2K' = R_{ш}^0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_i\right), \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_i\right) = \sin \alpha_i.$$

Тогда

$$B'_{2i} = R_{кр} \cdot \sin \beta_{cl_i} - R_{ш}^0 \cdot \sin \alpha_i, \quad (9)$$

а межцентровое расстояние M'_{2i} будет равно

$$M'_{2i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta_{cl_i}\right]^2 + \left[R_{кр} \cdot \sin \beta_{cl_i} - R_{ш}^0 \cdot \sin \alpha_i\right]^2}. \quad (10)$$

Расстояние между центром O''_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства обозначим:

$$M''_{1i} = O''_{p_i}O_{н_i}.$$

Из $\Delta O''_{p_i}O_{н_i}E''$ межцентровое расстояние M''_{1i} равно:

$$M''_{1i} = \sqrt{\left(O_{н_i}E''\right)^2 + \left(O''_{p_i}E''\right)^2}.$$

Обозначим $O_{н_i}E'' = A''_{1i}$ и $O''_{p_i}E'' = B''_{1i}$, тогда

$$M''_{1i} = \sqrt{A''^2_{1i} + B''^2_{1i}}.$$

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже следа центра $O_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства, то A''_{1i} определяется из выражения (7).

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства

на осі $O''O'''$ розположен правее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 1), то B''_{2i} определяется из выражения (2), а межцентровое расстояние M''_{1i} - из выражения (8).

Расстояние между центром O''_{p_i} окна распределительного устройства и центром O'_{cl_i} окна слива золотникового устройства обозначим:

$$M''_{2i} = O''_{p_i} O'_{cl_i}.$$

Из $\Delta O''_{p_i} O'_{cl_i} D''$ межцентровое расстояние M''_{2i} равно:

$$M''_{2i} = \sqrt{(O'_{cl_i} D'')^2 + (O''_{p_i} D'')^2}.$$

Обозначим $O'_{cl_i} D'' = A''_{2i}$ и $O''_{p_i} D'' = B''_{2i}$, тогда

$$M''_{2i} = \sqrt{A''_{2i}{}^2 + B''_{2i}{}^2}.$$

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства на осі OO' розположен выше следа центра O'_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 1), а на осі $O''O'''$ - правее, то межцентровое расстояние M''_{2i} определяется из выражения (6).

2. Определим межцентровые расстояния M_{1i} между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{n_i} нагнетания золотникового устройства, а так же M_{2i} - между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{cl_i} слива золотникового устройства во второй четверти (рис. 2) при условии:

$$\frac{\pi}{2} < \alpha_i \leq \pi; \quad \frac{\pi}{2} < \beta_{n_i} \leq \pi; \quad \frac{\pi}{2} < \beta_{cl_i} \leq \pi.$$

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 2) обозначим:

$$M_{1i} = O_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{n_i} E$ межцентровое расстояние M_{1i} равно:

$$M_{1i} = \sqrt{(O_{p_i} E)^2 + (O_{n_i} E)^2}.$$

Обозначим $O_{p_i}E = A_{1i}$ и $O_{n_i}E = B_{1i}$, тогда

$$M_{1i} = \sqrt{A_{1i}^2 + B_{1i}^2}.$$

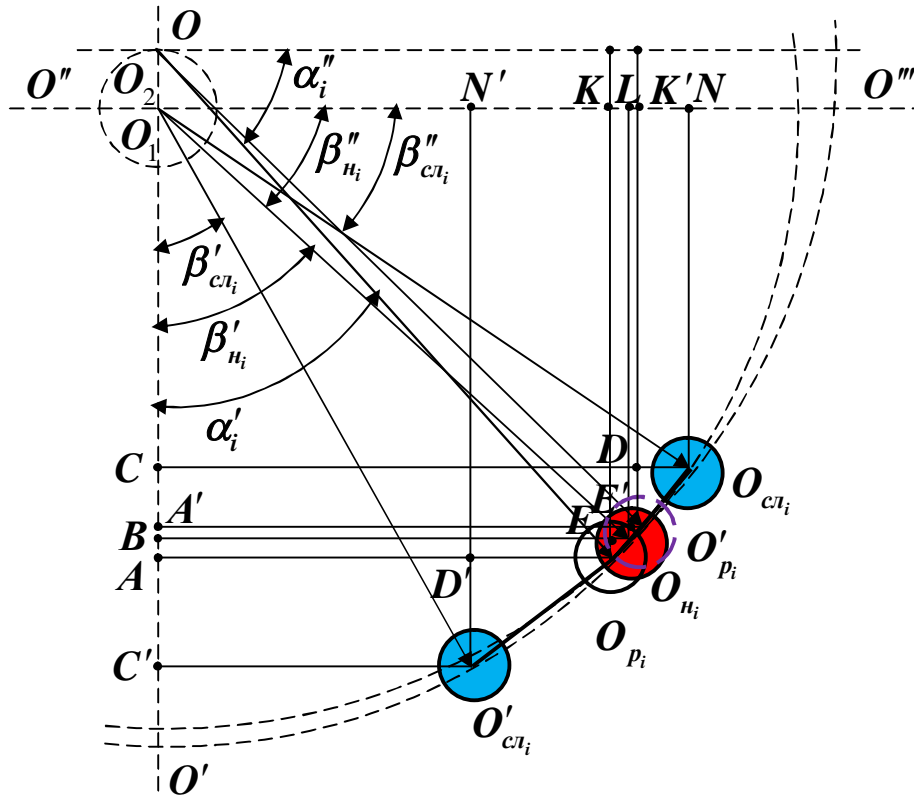


Рис. 2. Схема определения межцентрового расстояния во второй четверти

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства, то

$$A_{1i} = O_{p_i}E = AB = O_1A - O_1B$$

где $O_1A = O_2A - e = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e$;

$$O_1B = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i}.$$

Тогда

$$A_{1i} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e - R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i}, \quad (11)$$

где $\alpha'_i = \pi - \alpha_i$, $\beta'_{n_i} = \pi - \beta_{n_i}$ - при расположении центров распределительных окон во второй четверти.

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен левее следа центра O_{n_i} окна нагнетания

золотникового устройства, то

$$\mathbf{B}_{1i} = \mathbf{O}_{n_i} \mathbf{E}_i = \mathbf{O}_1 \mathbf{L} - \mathbf{O}_1 \mathbf{K},$$

где $\mathbf{O}_1 \mathbf{L} = R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i}$,

$$\mathbf{O}_1 \mathbf{K} = \mathbf{O}_2 \mathbf{K} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i.$$

Тогда

$$\mathbf{B}_{1i} = R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i, \quad (12)$$

где $\alpha''_i = \alpha_i - \frac{\pi}{2}$, $\beta''_{n_i} = \beta_{n_i} - \frac{\pi}{2}$ - при расположении центров распределительных окон во второй четверти.

Межцентровое расстояние M_{1i} будет равно

$$M_{1i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e - R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i} \right]^2 + \left[R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i \right]^2}. \quad (13)$$

Расстояние между центром \mathbf{O}_{p_i} окна распределительного устройства и центром $\mathbf{O}'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства обозначим:

$$M_{2i} = \mathbf{O}_{p_i} \mathbf{O}'_{сл_i}.$$

Из $\Delta \mathbf{O}_{p_i} \mathbf{O}'_{сл_i} \mathbf{D}'$ межцентровое расстояние M_{2i} равно:

$$M_{2i} = \sqrt{\left(\mathbf{O}'_{сл_i} \mathbf{D}' \right)^2 + \left(\mathbf{O}_{p_i} \mathbf{D}' \right)^2}.$$

Обозначим $\mathbf{O}'_{сл_i} \mathbf{D}' = A_{2i}$ и $\mathbf{O}_{p_i} \mathbf{D}' = B_{2i}$, тогда

$$M_{2i} = \sqrt{A_{2i}^2 + B_{2i}^2}.$$

Так как, след центра \mathbf{O}_{p_i} окна распределительного устройства на оси \mathbf{OO}' расположен выше следа центра $\mathbf{O}'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства, то

$$A_{2i} = \mathbf{O}'_{сл_i} \mathbf{D}' = \mathbf{AC}' = \mathbf{O}_1 \mathbf{C}' - \mathbf{O}_1 \mathbf{A}$$

где $\mathbf{O}_1 \mathbf{C}' = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{сл_i}$;

$$\mathbf{O}_1 \mathbf{A} = \mathbf{O}_2 \mathbf{A} - e = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e.$$

Тогда

$$A_{2i} = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{сл_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e, \quad (15)$$

где $\beta'_{сл_i} = \pi - \beta_{сл_i}$ - при расположении центров распределительных окон во второй четверти.

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O'_{cl_i} окна слива золотникового устройства, то

$$B_{2i} = O_{p_i} D' = O_1 K - O_1 N',$$

где $O_1 K = O_2 K = R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i''$,

$$O_1 N' = R_{kp} \cdot \cos \beta_{cl_i}''.$$

Тогда

$$B_{2i} = R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i'' - R_{kp} \cdot \cos \beta_{cl_i}'', \quad (16)$$

где $\beta_{cl_i}'' = \beta_{cl_i} - \frac{\pi}{2}$ - при расположении центров распределительных окон во второй четверти.

Межцентровое расстояние M_{2i} будет равно

$$M_{2i} = \sqrt{\left[R_{kp} \cdot \cos \beta_{cl_i}' - R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i' + e \right]^2 + \left[R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i'' - R_{kp} \cdot \cos \beta_{cl_i}'' \right]^2}.$$

(17)

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 2) обозначим:

$$M'_{1i} = O'_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O_{n_i} E'$ межцентровое расстояние M'_{1i} равно:

$$M'_{1i} = \sqrt{O'_{n_i} E'^2 + O'_{p_i} E'^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E' = A'_{1i}$ и $O'_{p_i} E' = B'_{1i}$, тогда

$$M'_{1i} = \sqrt{A_{1i}'^2 + B_{1i}'^2}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше, а на оси $O''O'''$ правее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 2), то межцентровое расстояние M'_{1i} определяется аналогично выражению (16) и равно

$$M'_{1i} = \sqrt{\left[R_{kp} \cdot \cos \beta_{n_i}' - R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i' + e \right]^2 + \left[R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha_i'' - R_{kp} \cdot \cos \beta_{n_i}'' \right]^2}. \quad (18)$$

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{cl_i} окна слива золотникового устройства

обозначим:

$$M'_{2i} = O'_{p_i} O_{cl_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O_{cl_i} D$ межцентровое расстояние M'_{2i} равно:

$$M'_{2i} = \sqrt{(O'_{p_i} D)^2 + (O_{cl_i} D)^2}.$$

Обозначим $O'_{p_i} D = A'_{2i}$ и $O_{cl_i} D = B'_{2i}$, тогда

$$M'_{2i} = \sqrt{A'^2_{2i} + B'^2_{2i}}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже, а на оси $O''O'''$ левее следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 2), то межцентровое расстояние M'_{2i} определяется аналогично выражению (13) и равно

$$M_{2i} = \sqrt{[R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e - R_{xp} \cdot \cos \beta'_{cl_i}]^2 + [R_{xp} \cdot \cos \beta''_{cl_i} - R_{uu}^0 \cdot \cos \alpha''_i]^2}. \quad (19)$$

3. Определим межцентровые расстояния M_{1i} между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{n_i} нагнетания золотникового устройства, а так же M_{2i} – между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон O_{cl_i} слива золотникового устройства в третьей четверти (рис. 3) при условии:

$$\pi < \alpha_i \leq \frac{3\pi}{2}; \quad \pi < \beta_{n_i} \leq \frac{3\pi}{2}; \quad \pi < \beta_{cl_i} \leq \frac{3\pi}{2}.$$

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 3) обозначим:

$$M_{1i} = O_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{n_i} E$ межцентровое расстояние M_{1i} равно:

$$M_{1i} = \sqrt{(O_{n_i} E)^2 + (O_{p_i} E)^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E = A_{1i}$ и $O_{p_i} E = B_{1i}$, тогда

$$M_{1i} = \sqrt{A_{1i}^2 + B_{1i}^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E = A_{1i}$ и $O_{p_i} E = B_{1i}$, тогда

$$M_{1i} = \sqrt{A_{1i}^2 + B_{1i}^2}.$$

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше, а на оси $O''O'''$ левее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства, то межцентровое расстояние M'_{2i} определяется по выражению (19), где $\alpha'_i = \alpha_i - \pi$, $\alpha''_i = \frac{3\pi}{2} - \alpha_i$, $\beta'_{n_i} = \beta_{n_i} - \pi$, $\beta''_{n_i} = \frac{3\pi}{2} - \beta_{n_i}$ - при расположении центров распределительных окон в третьей четверти.

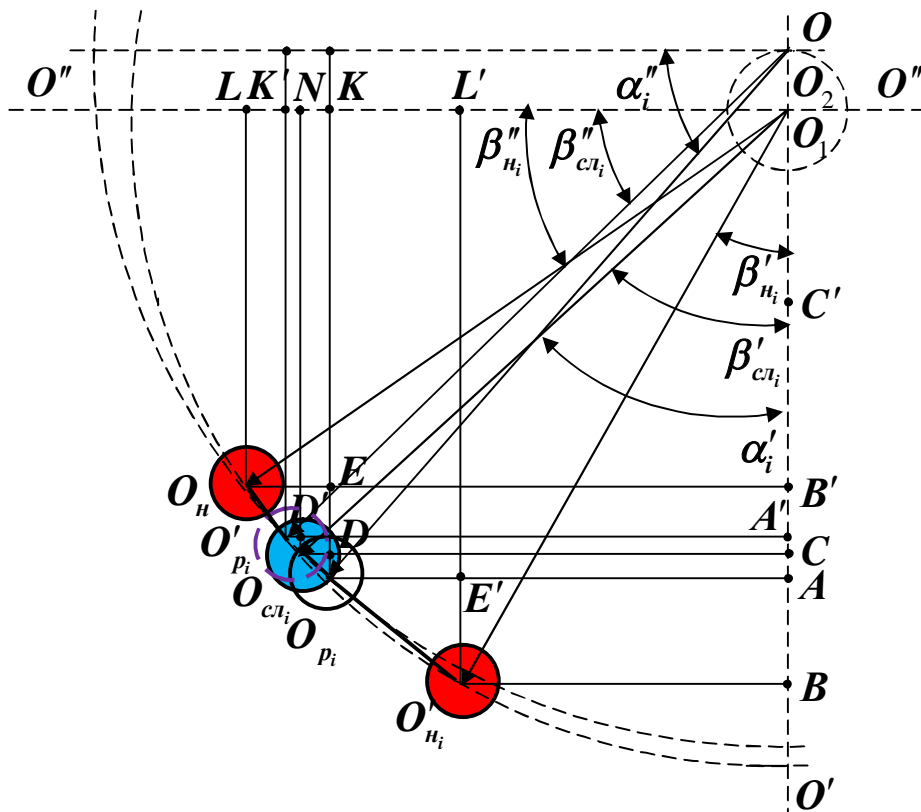


Рис. 3. Схема определения межцентрового расстояния в третьей четверти

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{sl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 3) обозначим:

$$M_{2i} = O_{p_i} O_{sl_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{sl_i} D$ межцентровое расстояние M_{2i} равно:

$$M_{2i} = \sqrt{(O_{p_i} D)^2 + (O_{sl_i} D)^2}.$$

Обозначим $O_{p_i} D = A_{2i}$ и $O_{sl_i} D = B_{2i}$, тогда

$$M_{2i} = \sqrt{A_{2i}^2 + B_{2i}^2}.$$

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже, а на оси $O''O'''$ правее следа центра $O_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства, то межцентровое расстояние M'_{2i} определяется по выражению (19), где $\beta'_{сл_i} = \beta_{сл_i} - \pi$, $\beta''_{сл_i} = \frac{3\pi}{2} - \beta_{сл_i}$ - при расположении центров распределительных окон в третьей четверти.

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O'_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства (рис. 3) обозначим:

$$M'_{1i} = O'_{p_i} O'_{н_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O'_{н_i} E'$ межцентровое расстояние M'_{1i} равно:

$$M'_{1i} = \sqrt{(O'_{p_i} E')^2 + (O'_{н_i} E')^2}.$$

Обозначим $O'_{p_i} E' = A'_{1i}$ и $O'_{н_i} E' = B'_{1i}$, тогда

$$M'_{1i} = \sqrt{A'^2_{1i} + B'^2_{1i}}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже, а на оси $O''O'''$ правее следа центра $O'_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства, то межцентровое расстояние M'_{1i} определяется по выражению (13).

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства (рис. 3) обозначим:

$$M'_{2i} = O'_{p_i} O_{сл_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O_{сл_i} D'$ межцентровое расстояние M'_{2i} равно:

$$M'_{2i} = \sqrt{(O_{сл_i} D')^2 + (O'_{p_i} D')^2}.$$

Обозначим $O_{сл_i} D' = A'_{2i}$ и $O'_{p_i} D' = B'_{2i}$, тогда

$$M'_{2i} = \sqrt{A'^2_{2i} + B'^2_{2i}}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства

на осі OO' розположен вище, а на осі $O''O'''$ левее следа центра $O_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства, то межцентровое расстояние M'_{2i} определяется по выражению (16).

4. Определим межцентровые расстояния M_{1i} между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон $O_{н_i}$ нагнетания золотникового устройства, а так же M_{2i} – между центрами окон O_{p_i} распределительного устройства и окон $O_{сл_i}$ слива золотникового устройства в четвертой четверти (рис. 4) при условии:

$$\frac{3\pi}{2} < \alpha_i \leq 2\pi; \frac{3\pi}{2} < \beta_{н_i} \leq 2\pi; \frac{3\pi}{2} < \beta_{сл_i} \leq 2\pi.$$

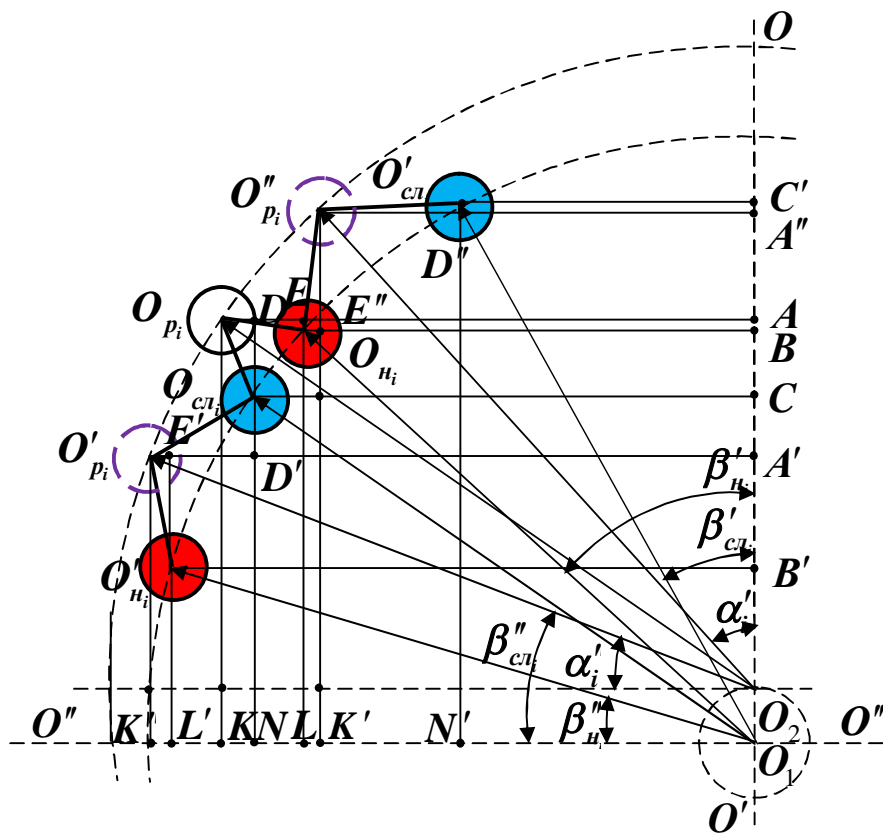


Рис. 4. Схема определения межцентрового расстояния в четвертой четверти

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства (рис. 4) обозначим:

$$M_{1i} = O_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{n_i} E$ межцентровое расстояние M_{1i} равно:

$$M_{1i} = \sqrt{(O_{n_i} E)^2 + (O_{p_i} E)^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E = A_{1i}$ и $O_{p_i} E = B_{1i}$, тогда

$$M_{1i} = \sqrt{A_{1i}^2 + B_{1i}^2}.$$

Если след центра зуба O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 4), то

$$A_{1i} = O_{n_i} E = AB = O_1 A - O_1 B,$$

где $O_1 A = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e$;

$$O_1 B = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i}.$$

Тогда

$$A_{1i} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i}, \quad (20)$$

где $\alpha'_i = 2\pi - \alpha_i$, $\beta'_{n_i} = 2\pi - \beta_{n_i}$ - при расположении центров распределительных окон в третьей четверти.

Если след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 4), то

$$B_{1i} = O_{p_i} E = KL = O_2 K - O_1 L,$$

где $O_2 K = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i$;

$$O_1 L = R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i}.$$

Тогда

$$B_{1i} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i}, \quad (21)$$

где $\alpha''_i = \alpha_i - \frac{3\pi}{2}$, $\beta''_{n_i} = \beta_{n_i} - \frac{3\pi}{2}$ - при расположении центров распределительных окон в третьей четверти.

Межцентровое расстояние M_{1i} будет равно

$$M_{1i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta'_{n_i} \right]^2 + \left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} \right]^2}. \quad (22)$$

Расстояние между центром O_{p_i} окна распределительного

устройства и центром $O_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства (рис. 4) обозначим:

$$M_{2i} = O_{p_i} O_{сл_i}.$$

Из $\Delta O_{p_i} O_{сл_i} D$ межцентровое расстояние M_{2i} равно:

$$M_{2i} = \sqrt{(O_{p_i} D)^2 + (O_{сл_i} D)^2}.$$

Обозначим $O_{p_i} D = A_{2i}$ и $O_{сл_i} D = B_{2i}$, тогда

$$M_{2i} = \sqrt{A_{2i}^2 + B_{2i}^2}.$$

Так как, след центра O_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше, а на оси $O''O'''$ левее следа центра $O_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства, то межцентровое расстояние M_{2i} определяется аналогично выражению (22) и равно

$$M_{2i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{сл_i} \right]^2 + \left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{сл_i} \right]^2}, \quad (23)$$

где $\beta'_{сл_i} = \beta_{сл_i} - \pi$, $\beta''_{сл_i} = \frac{3\pi}{2} - \beta_{сл_i}$ - при расположении центров распределительных окон в третьей четверти.

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O'_{н_i}$ окна нагнетания золотникового устройства обозначим:

$$M'_{1i} = O'_{p_i} O'_{н_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O'_{н_i} E'$ межцентровое расстояние M'_{1i} равно:

$$M'_{1i} = \sqrt{(O'_{н_i} E')^2 + (O'_{p_i} E')^2}.$$

Обозначим $O'_{н_i} E' = A'_{1i}$ и $O'_{p_i} E' = B'_{1i}$, тогда

$$M'_{1i} = \sqrt{A'_{1i}{}^2 + B'_{1i}{}^2}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше, а на оси $O''O'''$ левее следа центра $O'_{н_i}$ окна слива золотникового устройства, то межцентровое расстояние M'_{1i} определяется по выражению (22).

Расстояние между центром O'_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства

обозначим:

$$M'_{2i} = O'_{p_i} O_{cl_i}.$$

Из $\Delta O'_{p_i} O_{cl_i} D'$ межцентровое расстояние M'_{2i} равно:

$$M'_{2i} = \sqrt{(O_{cl_i} D')^2 + (O'_{p_i} D')^2}.$$

Обозначим $O_{cl_i} D' = A'_{2i}$ и $O'_{p_i} D' = B'_{2i}$, тогда

$$M'_{2i} = \sqrt{A'^2_{2i} + B'^2_{2i}}.$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 4), то

$$A'_{2i} = O_{cl_i} D' = A'C = O_1 C - O_1 A',$$

где $O_1 C = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{cl_i}$;

$$O_1 A' = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i + e.$$

Тогда

$$A_{2i} = R_{кр} \cdot \cos \beta'_{cl_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e. \quad (24)$$

Так как, след центра O'_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен левее следа центра O_{cl_i} окна слива золотникового устройства (рис. 4), то B'_{2i} определяется аналогично B_{1i} из выражения (21) и равно

$$B'_{2i} = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{cl_i}, \quad (25)$$

а межцентровое расстояние M'_{2i} будет равно

$$M'_{2i} = \sqrt{\left[R_{кр} \cdot \cos \beta'_{cl_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha'_i - e \right]^2 + \left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{cl_i} \right]^2}. \quad (26)$$

Расстояние между центром O''_{p_i} окна распределительного устройства и центром O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства обозначим:

$$M''_{1i} = O''_{p_i} O_{n_i}.$$

Из $\Delta O''_{p_i} O_{n_i} E''$ межцентровое расстояние M''_{1i} равно:

$$M''_{1i} = \sqrt{(O''_{p_i} E'')^2 + (O_{n_i} E'')^2}.$$

Обозначим $O_{n_i} E'' = A''_{1i}$ и $O''_{p_i} E'' = B''_{1i}$, тогда

$$M''_{1i} = \sqrt{A''_{1i}{}^2 + B''_{1i}{}^2}.$$

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен выше следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства, то A''_{1i} определяется из выражения (20).

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства на оси $O''O'''$ расположен правее следа центра O_{n_i} окна нагнетания золотникового устройства (рис. 4), то

$$B''_{2i} = O_{n_i}E'' = K''L = O_1L - O_2K'',$$

где $O_1L = R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i}$;

$$O_2K'' = R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i.$$

Тогда

$$B''_{2i} = R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i, \quad (27)$$

а межцентровое расстояние M''_{1i} будет равно

$$M''_{1i} = \sqrt{\left[R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i + e - R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} \right]^2 + \left[R_{кр} \cdot \cos \beta''_{n_i} - R_{ш}^0 \cdot \cos \alpha''_i \right]^2}. \quad (28)$$

Расстояние между центром O''_{p_i} окна распределительного устройства и центром $O'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства обозначим:

$$M''_{2i} = O''_{p_i} O'_{сл_i}.$$

Из $\Delta O''_{p_i} O'_{сл_i} D''$ межцентровое расстояние M''_{2i} равно:

$$M''_{2i} = \sqrt{\left(O'_{сл_i} D'' \right)^2 + \left(O''_{p_i} D'' \right)^2}.$$

Обозначим $O'_{сл_i} D'' = A''_{2i}$ и $O''_{p_i} D'' = B''_{2i}$, тогда

$$M''_{2i} = \sqrt{A''_{2i}{}^2 + B''_{2i}{}^2}.$$

Так как, след центра O''_{p_i} окна распределительного устройства на оси OO' расположен ниже, а на оси $O''O'''$ - левее следа центра $O'_{сл_i}$ окна слива золотникового устройства (рис. 4), то межцентровое расстояние M''_{2i} определяется из выражения (26).

Разработанная методика определения межцентровых расстояний между окнами нагнетания и слива распределительной системы непосредственного типа позволяет определить изменение площади проходного сечения распределительной системы гидровращателя

планетарного типу.

Выводы. В результате проведенных исследований разработан математический аппарат и методика определения геометрических параметров элементов непосредственной распределительной системы гидровращателя планетарного типа, позволяющая определить количественное изменение площади проходного сечения в зависимости от изменения геометрических параметров элементов распределительной системы.

Литература:

1. *Баишта Т.М.* Машиностроительная гидравлика /*Т.М. Баишта.* – М.: Машиностроение, 1971. – 672с.
2. *Бирюков Б.Н.* Роторно-поршневые гидравлические машины / *Б.Н. Бирюков.* – М.: Машиностроение, 1977. – 152с.
3. *Волошина А.А.* Влияние конструктивных особенностей распределительных систем на выходные характеристики планетарных гидромашин // *А.А. Волошина* / Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12. – Т.5. – С. 3-9.
4. *Ерасов Ф.Н.* Новые планетарные машины гидравлического привода / *Ф.Н.Ерасов.* – Киев.: УкрНИИНТИ, 1969. – 55 с.
5. *Панченко А.И.* Методика определения рабочего объема гидромашин с циклоидальной формой вытеснителей // *А.И. Панченко, А.А. Волошина, С.В. Кюрчев, А.И. Засядько* / Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10. – Т.9. – С. 42-49.

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗПОДІЛЬНИХ СИСТЕМ ГІДРООБЕРТАЧІВ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПУ

Панченко А.І., Волошина А.А., Засядько А.І.

Анотація - робота присвячена розробці методики визначення геометричних параметрів елементів розподільної системи, що дозволяє визначити кількісну зміну площі прохідного перетину розподільної системи гідрообертача планетарного типу з урахуванням геометричних параметрів елементів його розподільної системи.

**METHODS OF DESIGNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS
ELEMENTS OF THE PLANETARYHYDRAULIC ROTATORS**

A.Panchenko, A.Voloshina, A.Zasyadko

Summary

The work is devoted to development of methods for determining the geometric parameters of the distribution system elements which allow to describe a quantitative change in the passage area of the distribution system of the planetary hydraulic rotator taking into account the geometric parameters of the distribution system elements.