

О РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ СЛЕДЯЩИХ ЗОЛОТНИКОВ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ ОСЕВЫХ ОТКРЫТИЙ И ПЕРЕКРЫТИЙ

И. А. НЕМИРОВСКИЙ, А. М. ГУРТЯКОВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры горных машин
и рудничного транспорта)

Для расчетов и проектирования следящих гидроприводов необходимо знать расходные характеристики управляющих золотников распределителей. В большинстве исследований рабочее окно следящего золотника рассматривается как живое сечение в тонкой затопленной стенке, что приводит к использованию классической формулы

$$Q_3 = f \mu \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}, \quad (1)$$

где

- Q_3 — расход через рабочее окно следящего золотника;
- f — живое сечение рабочего окна;
- μ — коэффициент расхода;
- ρ — плотность рабочей жидкости;
- Δp — перепад давления на рабочем окне.

При использовании формулы (1) обычно величина принимается как линейная функция осевого открытия золотника [2], т. е.

$$f = h \cdot b,$$

где

- h — осевое открытие золотника (рис. 1),
- b — ширина рабочего окна.

В области малых открытий и перекрытий следящего золотника, соизмеримых с радиальным зазором, фактическое значение площади живого сечения рабочего окна может существенно отличаться от значений, полученных по формуле (2).

Исследования В. А. Лещенко [3] позволили предложить эмпирическую формулу, учитывающую радиальный зазор в золотнике

$$Q_3 = \frac{0,87 \cdot b (h^2 + \delta^2)^{2/3} \rho^{\frac{2+ah^2}{2+2ah^2}}}{60\gamma (1 + 2,94 \cdot 10^{-3} l^{3/2})}, \quad (3)$$

где

- γ — удельный вес масла в $г/см^3$;
- b — длина рабочего окна в $см$;
- h — величина открытия рабочего окна в $мм$;
- l — величина перекрытия рабочего окна в $мм$;
- δ — радиальный зазор в $мм$;
- ρ — перепад давления в $кг/см^2$;

$$a = 7,5 \cdot 10^{-4};$$

γ — вес единицы объема масла в $кг/см^3$;

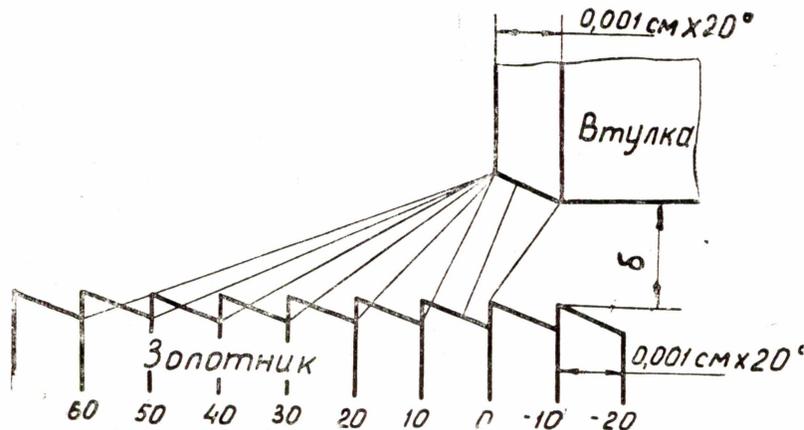


Рис. 1. Схема графического расчета площади рабочих окон следающих золотников

Е. М. Хаймович, исследовав расходные характеристики следающих золотников, предложил следующую формулу, учитывающую как радиальный зазор, так и вязкость рабочей жидкости [4]:

$$Q = \frac{0,04 \gamma \left[\frac{4000 + 2,5h^2 + 0,1 l^2}{4000 + h^2 + 0,3 l^2} \right] (h^2 + \delta^2)^{1/2} (\Delta p)^{\frac{2+2ah^2}{2+2ah^2}}}{\left[1 + \frac{4l}{\delta} \right] \left[\frac{\nu}{\nu_n} \right]^{\frac{18+0,08h}{18+h}}} \text{ см}^2/\text{сек}, \quad (4)$$

где

b — размер длины в $см$;

h и δ — величины открытия щели и радиальный зазор в микронах;

p — давление в $кг/см^2$;

a — коэффициент, равный $7,5 \cdot 10^{-4}$;

l — длина перекрытия щели в микронах в осевом направлении;

ν_n, ν_n — действительная и нормальная расчетная кинематическая вязкость в $см^2/сек$.

В. А. Хохлов, используя результаты экспериментов В. А. Лещенко, показал зависимость коэффициента ξ гидравлических потерь в рабочем окне золотника от осевого расстояния между рабочими кромками [5], в предположении, что кромки абсолютно острые, а золотник расположен концентрично отверстию втулки. В то же время известно, что по техническим причинам на рабочих кромках следающих золотников и втулок имеются фаски и закругления.

Так, Г. И. Каменецкий приводит данные о том, что рабочие кромки следающих золотников имеют форму фаски длиной $0,001 \text{ см}$, расположенной под углом 20° , и рекомендует производить графический расчет фактической площади живого сечения [1].

Следует отметить, что в работах [3] и [4] не приводятся количественные сведения о состоянии рабочих кромок следающих золотников экспериментальной установки. Представляет интерес анализ влияния

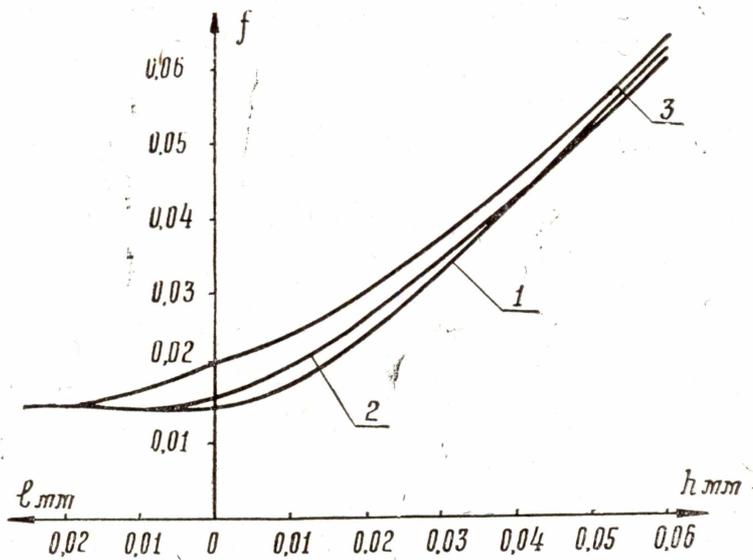


Рис. 2. Зависимость площади рабочего окна следящего золотника от осевого открытия или перекрытия. Радиальный зазор $\delta=0,0015$ см. Кривая 1 — аналитический расчет по методике 5. Кривая 2 — графический расчет для рабочих кромок золотника и втулки с фасками $0,0004$ см под углом 20° . Кривая 3 — графический расчет для рабочих кромок золотника и втулки с фасками $0,0010$ см под углом 20°

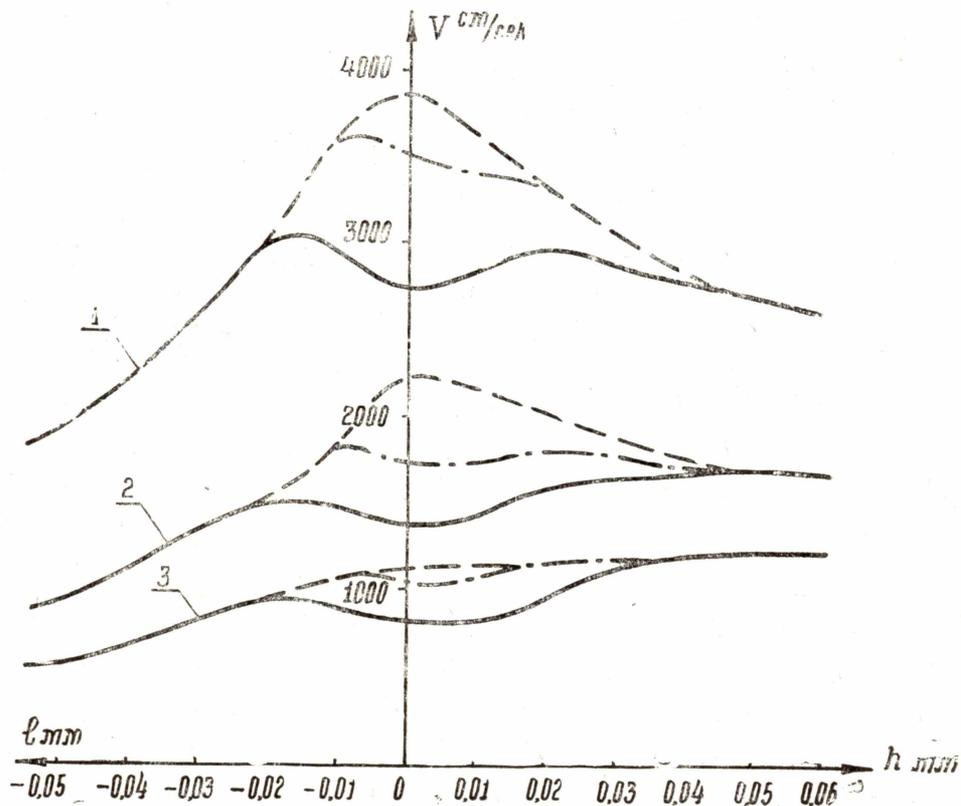


Рис. 3. Зависимость скорости течения рабочей жидкости через живое сечение окна следящего золотника от осевого открытия или перекрытия. Пунктир — расчет по кривой 1 на рис. 2; штрих-пунктир — расчет по кривой 2 на рис. 2; сплошная — расчет по кривой 3 на рис. 2
 1. $\Delta p = 3$ кг/см²; 2. $\Delta p = 5$ кг/см²; 3. $\Delta p = 10$ кг/см²

качества рабочих кромок на результат, полученный В. А. Хохловым в предположении абсолютной остроты этих кромок.

На рис. 1 приведена схема графического расчета площади живого сечения рабочего окна следящего золотника при радиальном зазоре $\delta = 0,0015 \text{ см}$ для различных форм рабочих кромок.

Как видно из рис. 2, при рабочих кромках, имеющих форму фасок $0,001 \text{ см} \times 20^\circ$, значения площади живого сечения (кривая 3) существенно отличаются от значений, полученных расчетом по методике [5] (кривая 1). При фасках $0,0004 \text{ см} \times 20^\circ$ это отличие не столь значительно, но его влияние на величину коэффициента потерь ξ достаточно ощутимо.

На рис. 3 приведены результаты расчета средней скорости в живом сечении рабочего окна золотника по методике 5 (пунктирные кривые) и с учетом значений площадей живого сечения, полученных графическим расчетом для двух форм рабочих кромок (штрих-пунктирные

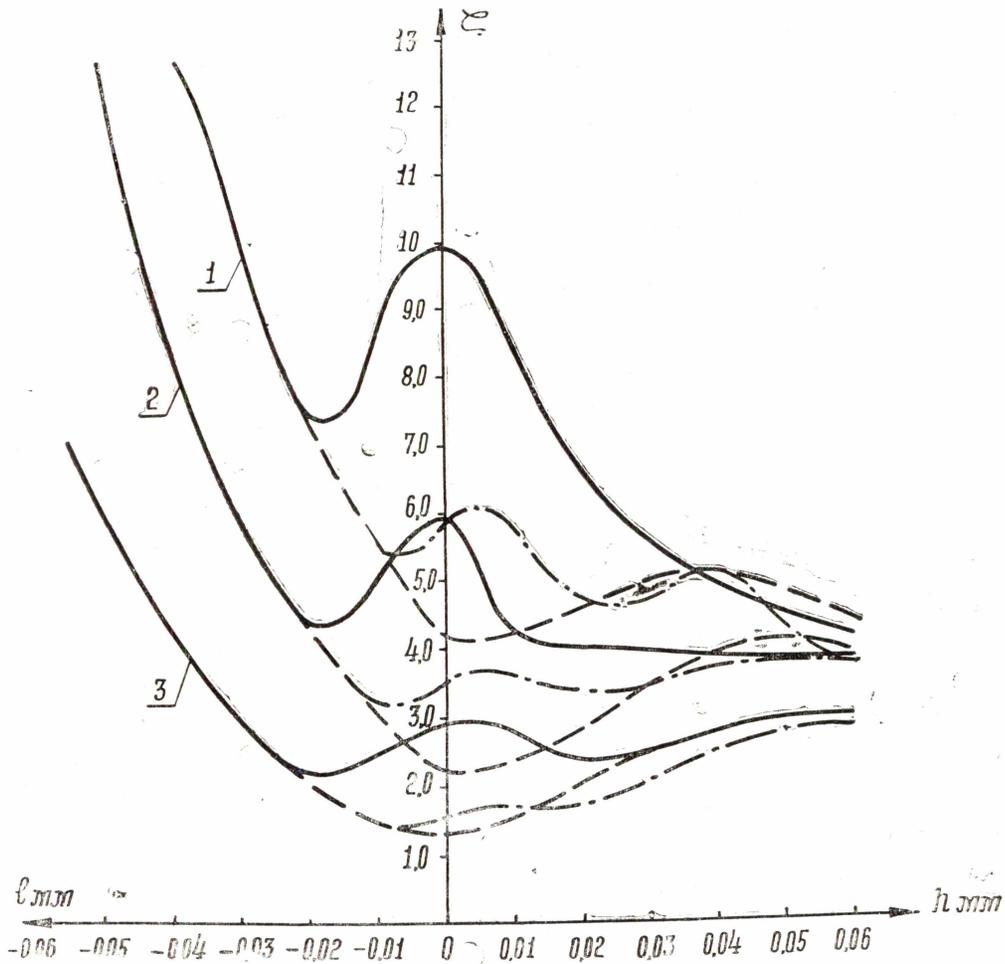


Рис. 4. Зависимость коэффициента ξ местного сопротивления рабочего окна следящего золотника от осевого открытия или перекрытия. Пунктир — расчет по кривой 1 на рис. 2; штрих-пунктир — расчет по кривой 2 на рис. 2; сплошная — расчет по кривой 3 на рис. 2

1. $\Delta p = 3 \text{ кг/см}^2$; 2. $\Delta p = 5 \text{ кг/см}^2$; 3. $\Delta p = 10 \text{ кг/см}^2$

кривые для фаски $0,0004 \text{ см} \times 20^\circ$; сплошные — для фаски $0,0010 \text{ см} \times 20^\circ$) и для трех значений Δp . Во всех этих расчетах использовались экспериментальные данные В. А. Лещенко [3].

Значения коэффициента потерь ξ , соответствующие различным формам рабочих кромок, приведены на рис. 4, из которого видно, что даже при весьма незначительной величине фаски на рабочих кромках золотника и втулки (0,0004 см и довольно большом радиальном зазоре—0,0015 см) анализ расходных характеристик в области осевых расстояний между рабочими кромками золотника и втулки необходимо проводить с учетом фактического состояния кромок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Каменецкий. Гидравлические следящие приводы копировальных станков. Автоматизация технологических процессов в машиностроении. Привод и управление машинами. М., АН СССР, 1956.
2. Б. Л. Коробочкин. Исследование гидравлических следящих систем копировальных станков. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 1955.
3. В. А. Лещенко. Гидравлические следящие приводы для автоматизации станков. Машгиз, М., 1962.
4. Е. М. Хаймович. Гидропривод и гидроавтоматика металлорежущих станков. Машгиз, М., 1959.
5. В. А. Хохлов. Электрогидравлический следящий привод. «Наука», М., 1966.

