

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
ПРОТЕКАЮЩИХ В ЗОЛОТНИКОВОМ ГИДРОУСИЛИТЕЛЕ**

Шеденко О.И.,

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. Емельянов Р.Т.

Сибирский федеральный университет

Современные золотниковые гидроусилители представляют собой довольно сложную техническую систему, работа которой определяется множеством различных процессов и явлений взаимодействия внешних и внутренних факторов на параметры и характеристики гидропривода. К ним предъявляются повышенные требования к быстрдействию и надежности системы. Поэтому широко используются гидроусилители со струйной трубкой. Надежность работы гидроусилителя, обусловлена надежностью перемещения свободно плавающего золотника под действием энергии жидкости на его торцах.

Кинетическая энергия струи из струйной трубки преобразуется в потенциальную энергию давления жидкости в приемных каналах приемной платы. Отклонение управляющей струи в СГР при повороте струйной трубки на угол сопровождается воздействием на нее струй обратных потоков, истекающих из приемных окон. Золотники направляющих и регулирующих аппаратов имеют на своих буртах одну, две или четыре кромки, в окрестностях которых происходит течение рабочей среды, поступающей из одного канала в другой. При течении среды на золотники действуют гидродинамические силы. Вследствие повышенной скорости течения вблизи окна давление в этом месте, согласно уравнению Бернулли, снижается; по мере удавления от окна скорость течения среды уменьшается, а давление соответственно возрастает. В результате распределение давления по поверхности правого бурта будет неравномерным. Около левого бурта в среде образуется застойная область, в которой давление на поверхности бурта золотника распределено практически равномерно. Из-за различного распределения давлений по поверхностям буртов к золотнику будет приложена гидродинамическая сила, направленная противоположно направлению течения среды. Когда кромка золотника полностью закрывает окно, течение среды между буртами отсутствует и действующие на бурты гидростатические силы взаимно уравниваются.

На перемещение плунжера золотника действуют гидродинамические силы F_{zd} . Для уменьшения погрешности работы золотникового гидроусилителя требуется уменьшить, скомпенсировать или вообще исключить гидродинамическую силу, величина которой зависит от формы проточной части полости золотника. Две гидродинамические силы – положительная (закрывающая) и отрицательная (открывающая) могут быть сбалансированы практически для всех расходов и перепадов давления. Эффект радиального зазора дает положительную составляющую гидродинамической силы, но ее максимальное значение обычно составляет наибольшую часть общей гидродинамической силы.

В этом случае струя рабочей жидкости через входную щель попадает в камеру под углом β_1 , отражается от поверхности золотника около точки А под углом β_2 , и возникает отрицательная гидродинамическая сила, компенсирующая осевую силу, обусловленную перепадом давлений на торцах плунжера. Результирующая гидродинамическая сила зависит от большого числа параметров и формы проточной части золотника, расчетная схема которого приведена на рисунке.

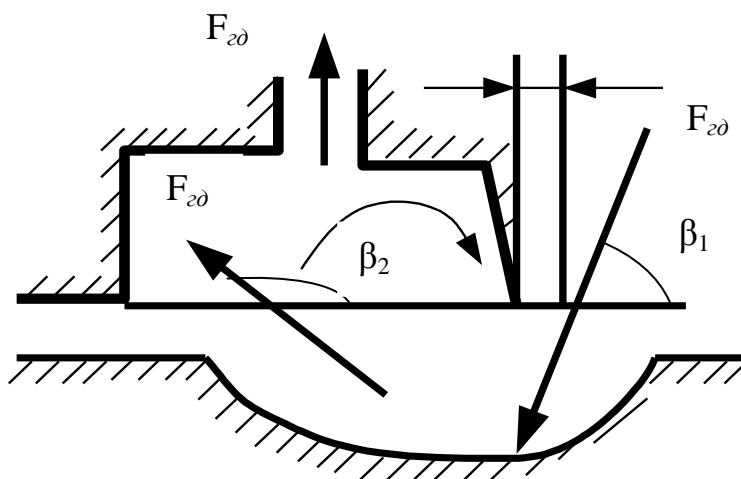


Рисунок - Расчетная схема действия гидродинамической силы

Щель в золотнике занимает только часть подводящей окружности, смещение гидротолкателя гораздо меньше длины щели, и поток рассматривается как двумерный. Когда входящий поток взаимодействует с золотником в районе точки А и отражается от него, то действительный угол выхода β_2 зависит от формы проточной части золотника.

Компенсация осевой гидродинамической силы не будет полной и будет зависеть от ошибки изготовления, в частности, от величины радиального зазора δ и радиуса скругления острых кромок. Для очень малых перемещений сила положительна, переходит через максимум и уменьшается до нуля. Это расстояние прямо пропорционально неизбежной ошибке изготовления гидротолкателя. На него влияет форма проточки. Дополнительное расширение щели гидротолкателя уменьшает скорость сливного потока, что также сказывается на величине гидродинамической силы. При полном перемещении плунжера осевая сила $F_{z\delta}$ прямо пропорциональна ΔP и выполняется линейная зависимость между этими величинами:

$$F_{z\delta} = -k_{z\delta} \cdot \Delta P,$$

где $k_{гд}$ – константа для идеального гидротолкателя и является функцией угла давления потока рабочей жидкости (β_1).

Коэффициент $k_{гд}$ зависит от углов β_2 и β_1 и длины проточки гидротолкателя. По технологическим причинам более просто варьируется угол β_2 , поэтому именно он рассчитывается при проектировании. Так как $k_{гд}$ зависит от геометрических параметров, необходимо при изготовлении стремиться к уменьшению технологических погрешностей, чтобы можно было пользоваться выше приведенной формулой. Чтобы расширить зону применения гидротолкателя, снизить погрешность отключения, надо уменьшить, скомпенсировать или вообще исключить гидродинамическую силу.