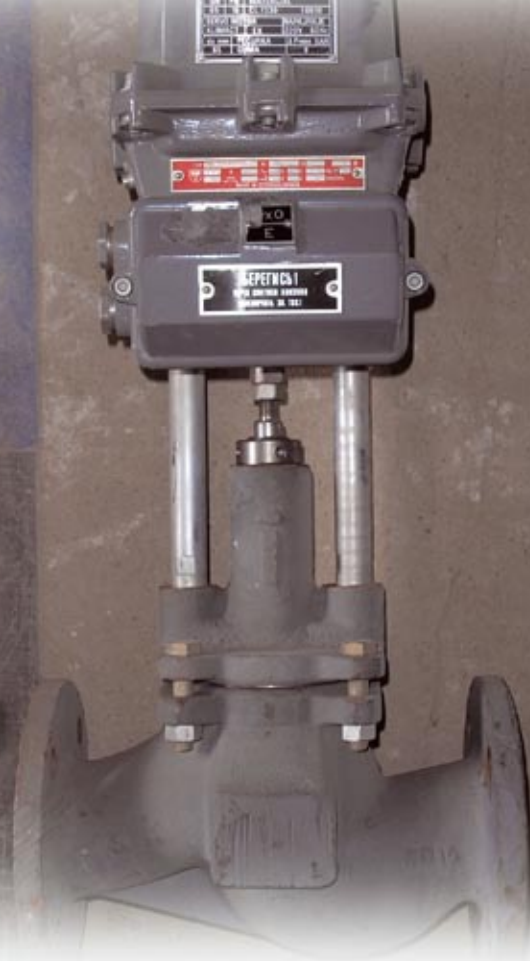


Проблемы настройки электроприводов задвижек



В.Б. Какузин, главный специалист, **Н.Г. Филиппов**, ведущий инженер, ЦКТИА

В России действует ГОСТ 26349-84. «Соединения трубопроводов и арматура. Давления номинальные (условные). Ряды», который устанавливает ряд величин номинальных (условных) давлений в арматуре и соединениях трубопроводов. В указанном стандарте имеются, например, следующие значения в МПа номинального (условного) давления: ... 1,0; 1,6; ...

Согласно общей идее стандартизации и унификации рекомендуется разрабатывать и изготавливать задвижку, руководствуясь этим стандартом следующим образом. Если заказана разработка задвижки на номинальное давление 1,6 МПа, то именно на это значение разработчику и следует ориентироваться. Если заказывается разработка задвижки на номинальное давление 1,3 МПа, то разработчику нужно напомнить заказчику рекомендации ГОСТ 26349-84 и предложить разрабатывать задвижку на номинальное давление 1,6 МПа, и так далее и тому подобное.

После разработки проточной части задвижки необходимо подобрать электропривод, а для этого разработчиком выполняется расчёт максимальных крутящих моментов на резьбовой втулке штока задвижки, M_g , при закрытии и открытии. По величинам M_g назначаются величины настройки муфты ограничения крутящего момента электропривода, M_3 , на закрытие и открытие задвижки. То, что величины M_g и M_3 существенно отличаются друг от друга, и что непонимание этого обстоятельства может привести к отказу в работе электроприводной задвижки с соответствующими претензиями от потребителя, будет объяснено далее.

Фактическое положение в настоящее время таково, что в случае, если заказана разработка задвижки на но-

минальное давление 1,6 МПа, и задвижка разработана и изготовлена на номинальное давление 1,6 МПа, то M_g при открытии и закрытии рассчитываются при максимальном перепаде только 1,6 МПа.

В руководстве по эксплуатации МА 11021-350 РЭ «Задвижки клиновые ...» ОАО «Тяжпромарматура» (г. Алексин) указано: «В случае повышенных требований по герметичности затвора отключение электродвигателя при закрытии может производиться не путевыми выключателями, а от муфты ограничения крутящего момента электропривода». В паспорте на задвижку стальную клиновую с выдвигным шпинделем МА 11021 DN 150 мм, PN 16 указываются две величины M_3 : на открытие 80 Н·м и на закрытие 70 Н·м, при максимальном перепаде давления среды в затворе 1,6 МПа.

Указанная задвижка может использоваться потребителем при меньших перепадах в затворе, например, при перепаде 1,3 МПа. Но на этот случай в руководстве по эксплуатации и в паспорте нет сведений о величинах M_3 . По этой причине потребитель, установивший задвижку в трубопровод с давлением среды 1,3 МПа, устанавливает, согласно паспорту на задвижку, величины M_3 на открытие 80 Н·м и на закрытие 70 Н·м, то есть на те же величины, что и при перепаде давления среды в затворе 1,6 МПа. Это повышает вероятность повреждения рабочих поверхностей деталей затвора или снижения их ресурса по вине разработчика и изготовителя. Такая же ситуация с электроприводными задвижками других изготовителей, таких, как ОАО «Чеховский завод энергетического машиностроения», ОАО «Пензтяжпромарматура».

Для выяснения причин снижения ресурса и оценки усилий, действующих на ходовую часть задвижки, рассмотрим конкретный пример.

Суммарная максимальная сила технологического сопротивления на штоке в последний момент закрытия задвижки складывается из следующих компонентов:

1. Сила сопротивления, обусловленная трением в сальниковой набивке Q_c .
2. Сила сопротивления, обусловленная выталкиванием шпинделя рабочей средой $Q_{ш}$.
3. Сила сопротивления, обусловленная трением уплотнительных поверхностей тарелок и седла под действием перепада давления среды $Q_{тр}$.
4. Сила сопротивления затяжке (реакция уплотнительных колец корпуса при их деформации) запорного органа Q_z .

Для проведения сравнительных расчётов, например, выбрана задвижка с параметрами DN 200, PN 350 и имеющая следующие силовые характеристики: $Q_c = 1000$ кгс, $Q_{ш} = 10000$ кгс, $Q_{тр} = 43000$ кгс, $Q_z = 3000$ кгс.

Запорный орган задвижки может работать в следующих режимах:

Первый режим.

Задвижка закрывается при рабочем давлении среды. После закрытия давление за задвижкой падает до 0, в то время как перед ней рабочее давление.

Второй режим.

Задвижка закрывается при рабочем давлении среды. После закрытия давление перед задвижкой и после задвижки одинаковое.

Третий режим.

Задвижка закрывается на трубопроводе, в котором нет давления.

Разумеется, конструктор при выборе привода задвижки должен выбрать наилучший, наиболее напряжённый режим работы задвижки и выбрать электропривод, обеспечивающий работоспособность задвижки в этом режиме. Из приведённых режимов наилучший, наиболее напряжённый – это **первый** режим.

Суммарная сила технологического сопротивления на штоке при закрытии задвижки, $Q_{I сум}$, которую должен преодолеть в **первом** режиме электропривод, и на которую настраивается силовое ограничительное устройство электропривода, равна:

$$Q_{I сум} = Q_c + Q_{ш} + Q_{тр} + Q_z = 1000 + 10000 + 43000 + 3000 = 57000 \text{ кгс.}$$

Во **втором** режиме отсутствует сила, обусловленная трением тарелок о седло при действии перепада давления среды. Суммарная сила технологического сопротивления на штоке при закрытии задвижки во **втором** режиме, $Q_{2 сум}$, которую должен преодолеть электропривод, равна:

$$Q_{2 сум} = 1000 + 10000 + 0 + 3000 = 14000 \text{ кгс.}$$

Однако электропривод выбран и настроен на отключение при силе, равной $Q_{I сум} = 57000$ кгс. Разница сил $Q_{I сум} - Q_{2 сум} = 57000 - 14000 = 43000$ кгс пойдёт на дополнительную затяжку затвора.

В **третьем** режиме, имеющем место при испытании задвижки перед включением её в эксплуатацию, ситуация ещё больше усугубляется. Суммарная сила технологического сопротивления на штоке при закрытии задвижки в **третьем** режиме, $Q_{3 сум}$, которую должен преодолеть электропривод, равна:

$$Q_{3 сум} = 1000 + 0 + 0 + 3000 = 4000 \text{ кгс.}$$

В **третьем** случае электропривод также выбран и настроен на отключение при силе, равной $Q_{I сум} = 57000$ кгс. Разница сил $Q_{I сум} - Q_{3 сум} = 57000 - 4000 = 53000$ кгс пойдёт на дополнительную затяжку затвора, Q_z , которая будет более чем в 17 раз превышать требуемое расчетное усилие затяжки и станет причиной появления пластических деформаций, т. е. разрушений деталей задвижки.

Даже если приведенные выше числовые значения по абсолютной величине не полностью соответствуют действительным значениям, очевидно, что перегрузки уплотнительных поверхностей тарелок и седла задвижки во втором и ещё большие в третьем режимах всегда будут иметь место.

При открытии сила $Q_{ш}$ будет действовать в направлении открытия, но при этом следует принимать во внимание, что при эксплуатации, в закрытом положении, затвор испытывает термические нагрузки, вызванные неравномерным расширением трубопровода, корпуса и деталей затвора, кроме того, коэффициент трения покоя больше коэффициента трения движения. В связи с этим, как правило, открытие задвижки требует больших усилий, чем были приложены при её закрытии. Так как эти усилия достаточно велики, то во избежание повреждений деталей затвора, их следует учитывать при расчетах на прочность.

По сложившейся порочной практике проверка срабатывания муфт ограничения крутящего момента электропривода в сборе с задвижкой выполняется на «пустом трубопроводе», в **третьем** режиме. По этой причине разработчик задвижки должен предусматривать, а изготовитель должен указывать в паспорте задвижки не только значение максимального крутящего момента при максимальном перепаде, но и приводить в паспорте задвижки два графика зависимости M_j на закрытие и открытие задвижки от других, меньших величин перепада давления, а также при нулевом перепаде давления, т. е. на «пустом трубопроводе». Наличие таких данных в эксплуатационных документах задвижки позволит наладчику электроприводов установить оптимальное значение M_j на отключение электропривода и тем самым исключить повреждения и увеличить ресурс и надёжность задвижек.

Авторам известно только одно, ранее существовавшее, арматурное предприятие, которое в своей документации на задвижки приводит графики зависимости крутящего момента от перепада давления – это «SIGMA koncern Olomouc». Это предприятие ближе всех подошло к решению описанной проблемы. В технических условиях ТУ 07 14E 052/78/1 «Задвижки DN 65-150 для атомных электростанций» и ТУ 07 14E 052/78/2 «Задвижки

DN 175-300 для атомных электростанций» предприятия «SIGMA koncern Olomouc» приведены «диаграммы крутящих моментов на гайке шпинделя задвижек» (M_g), отражающие зависимость крутящих моментов (M_g) от перепада давления в задвижке. Кроме того, в таблицах приводятся «максимальный расчётный момент при закрытии задвижки» (M_z), а также «момент настройки электропривода» (M_n), причём $M_z \geq M_g$.

Теперь можно вернуться к вопросу об отличиях величин M_g и M_n и почему непонимание этого может привести к отказу в работе электроприводной задвижки с соответствующими претензиями от потребителя.

Согласно техническим условиям (ТУ) ОАО «ЧЗЭМ» ТУ 37-023-05015348-98 у задвижки 881-100-ЭМ $M_g = 950 \text{ Н}\cdot\text{м}$, в состав задвижки входит электропривод Н-В21, у которого диапазон настройки муфты ограничения крутящего момента составляет от 630 до 1000 Н·м, при этом точность настройки, согласно ТУ 26-07-015-89, равна $\pm 10\%$ от максимального значения диапазона настройки муфты. В техническом описании и инструкции по эксплуатации ТЭ099.088-00М ТО «Электроприводы ...» нет указанного допуска и нет объяснения тому, как надо учитывать допуск при регулировке моментной муфты, что является недостатком этого документа.

А учитывать этот допуск предлагается следующим образом.

Если $M_g = 950 \text{ Н}\cdot\text{м}$, то величина $M_z = 950 \text{ Н}\cdot\text{м} + 1000 \text{ Н}\cdot\text{м} \times 0,1 = 1050 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Получается таким образом, что электропривод Н-В21 подобран к задвижке 881-100-ЭМ не верно, так как максимальная величина диапазона настройки муфты ограничения крутящего момента электропривода Н-В21 составляет лишь 1000 Н·м, что не достаточно для надёжной работы задвижки 881-100-ЭМ. Если величина M_z будет равна 950 Н·м, то не исключена вероятность того, что с учётом допуска минус 10%, фактическая величина крутящего момента электропривода будет равна $950 - 1000 \text{ Н}\cdot\text{м} \times 0,1 = 850 \text{ Н}\cdot\text{м}$, что не достаточно для работы задвижки при максимальном перепада давления.

Выводы

1. В конструкторских, в том числе эксплуатационных, документах на задвижку необходимо приводить графики зависимости крутящего момента на резьбовой втулке штока, M_g , при закрытии и открытии задвижки от величины перепада давления в задвижке и использовать графики при назначении величины настройки муфты ограничения крутящего момента электропривода, M_n , а также при назначении прилагаемой силы на рукоятке ручного дублёра.

Если в состав задвижки входит конкретный электропривод и его обозначение указано в конструкторских документах, то в них необходимо дополнительно приводить следующие графики:

- зависимости величины настройки муфты ограничения крутящего момента электропривода, M_n , при закрытии и открытии от величины перепада давления в задвижке;

- зависимости величины прилагаемой силы на рукоятке ручного дублёра от величины перепада давления в задвижке.

2. Для проверки работоспособности электроприводной задвижки без среды (на пустом трубопроводе) в конструкторских документах необходимо указывать соответствующие этому значения M_n при закрытии и открытии, а также значения прилагаемой силы на рукоятке ручного дублёра при закрытии и открытии задвижки. Величины этих значений должны быть такими, чтобы они не вызывали пластических деформаций деталей кинематической цепи от выходного вала электропривода или рукоятки ручного дублёра до пары трения тарелка-седло задвижки.

3. В техническом описании и инструкции по эксплуатации на электропривод:

- должен быть указан допуск на отклонение фактической величины крутящего момента от величины крутящего момента, указанного на графике зависимости его от положения кулачка настройки на отключение муфты ограничения крутящего момента;

- должны быть объяснения тому, как надо учитывать упомянутый допуск при регулировке моментной муфты.