

МАЛОГАБАРИТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ДЛЯ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

В.Н. Ярыгин (ОАО «АК «Транснефть»),

М.Н. Багаманов, А.Е. Брезгин (ОАО «Центрсибнефтепровод»),

С.В. Хлыст (ООО «НПП «Томская электронная компания»)

Приведены технические параметры и рассмотрены конструктивные особенности взрывозащищенных малогабаритных электроприводов типа ЭПЦ с двусторонней муфтой ограничения крутящего момента, выпускаемых ЗАО «ТОМЗЭЛ».

С 1995 по 2003 год в СКБ ОАО «Центрсибнефтепровод» в рамках НИОКР ОАО «АК «Транснефть» проводились работы по созданию малогабаритных взрывозащищенных электроприводов на базе волновых редукторов с промежуточными телами качения для запорной и запорно-регулирующей арматуры.

Взрывозащищенные электроприводы ЭПЦ-100/400/1000/4000/10000 предназначены для дистанционного и местного управления запорной арматурой Ди 80–1200 мм, Ру 1,6–10,0 МПа магистральных нефте- и продуктопроводов, эксплуатирующейся в наружных установках и в помещениях во взрывоопасных зонах классов 1 и 2 по ГОСТ Р 51330.9, в которых возможно образование паро- и газовоз-

душных взрывоопасных смесей категорий IIА, IIВ групп Т1, Т2, Т3 по классификации ГОСТ Р 51330.5 и ГОСТ Р 51330.11.

Электроприводы позволяют осуществлять:

- закрытие/открытие проходного сечения арматуры и остановку затвора в любом промежуточном положении по командам оператора с местного или дистанционного поста управления;
- автоматическое отключение электродвигателя по сигналам датчика положения при достижении затвором арматуры крайних положений, а также по сигналам муфты ограничения крутящего момента при превышении допустимых нагрузок на выходном звене в любом промежуточном положении затвора арматуры и при

достижении им крайних положений;

- выдачу дискретных сигналов при достижении затвором арматуры крайних положений и при срабатывании муфты ограничения крутящего момента;
- перемещение затвора арматуры от привода ручного дублера;
- указание положения затвора арматуры в процессе работы на местном указателе положения;
- автоматическое выключение привода ручного дублера.

Режим работы электроприводов – повторно-кратковременный S3 с продолжительностью включения не менее 25 % по ГОСТ 183. Продолжительность цикла – 60 мин. Время непрерывной работы – 15 мин.

В зависимости от исполнения электроприводы комплектуются взрывозащищенными асинхронными электродвигателями АИМ-А (производства УАПО, г. Уфа) мощностью от 0,37 до 5,5 кВт.

Реверсивное вращение электродвигателя обеспечивается при помощи внешних пускателей, а обмен информацией с системой телемеханики – через дискретные выходы 220 В переменного тока.

Климатическое исполнение УХЛ1 по ГОСТ 12997 и степень защиты IP54 по ГОСТ 14254 обеспечивают работоспособность электроприводов:

- в диапазоне температуры окружающего воздуха от -50 до +50 °C;
- при верхнем значении относительной влажности 95 % (при 35 °C и более низких температурах) без конденсации влаги;
- при скорости изменения температуры до 5 °C/ч.

Устойчивость к сейсмическому воздействию – до 9 баллов по шкале Рихтера.

Основные характеристики электроприводов

Диапазон регулирования по положению, в оборотах выходного звена:

«ЭПЦ-100» А.25 (50).УХЛ1	0–40
«ЭПЦ-400» Б.20 (40).УХЛ1	0–65
«ЭПЦ-1000 (800)» В.20 (40).УХЛ1	0–65
«ЭПЦ-4000» Г.9 (18).УХЛ1	0–100
«ЭПЦ-10000» Д.6 (12).УХЛ1	0–100

Погрешность остановки выходного звена в заданном положении, угл. град., не более 10

Диапазон ограничения крутящего момента на выходном звене, Нм, в пределах:

«ЭПЦ-100» А.25 (50).УХЛ1	20–100
«ЭПЦ-400» Б.20 (40).УХЛ1	80–400
«ЭПЦ-1000 (800)» В.20 (40).УХЛ1	200–1000 (800)
«ЭПЦ-4000» Г.9 (18).УХЛ1	1000–4000
«ЭПЦ-10000» Д.6 (12).УХЛ1	2000–10000

Максимальная погрешность ограничения крутящего момента на выходном звене изделия, в % от заданного значения крутящего момента, не более:

в первой половине значений диапазона	± 15
во второй половине значений диапазона	± 10

Максимальное усилие на маховике ручного дублера при максимальном моменте на выходном звене, Н, не более 750

Напряжение трехфазной питающей сети согласно ГОСТ 13109, В 380^{+10%}/_{-15%} (50 Гц ± 1%)

Блоки управления электроприводов имеют три взрывозащищенных кабельных ввода, выполненных в соответствии с ГОСТ Р 51330.0-99 и ГОСТ Р 51330.1-99, для подвода внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления небронированными кабелями с резиновой или ПВХ изоляцией в резиновой или ПВХ оболочке диаметром 11–17 мм, проложенными в стационарной трубной разводке.

Серийное производство данных электроприводов освоено в ЗАО «ТОМЗЭЛ» (г. Томск) в 2003 году. Опыт монтажа и эксплуатации электроприводов типа ЭПЦ на объектах ОАО МН показал, что:

- электроприводы устанавливаются на запорную арматуру линейной части МН, технологических нефтепроводов НПС, систем пожаротушения и т. д., в которых применяются различные варианты систем управления и телемеханики;

- подвод внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления к электроприводу может быть выполнен бронированными кабелями с максимальным наружным диаметром внутренней оболочки до 21 мм;

- отклонения питающего напряжения кратковременно могут выходить за пределы стандартных значений (при включении силовых агрегатов большой мощности);

- на некоторых объектах НПС применяются системы управления и телемеханики, в которых отсутствуют ЩСУ с пускателями, поэтому реверс вращения электродвигателя должен осуществляться за счет средств, встроенных в блок его управления.

Исходя из вышеперечисленных особенностей применения электроприводов, а также с целью обеспечения их соответствия требованиям новых нормативных документов, введенных в действие в АК «Транснефть» (РД 153-39.4-087-01 «Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. Основные положения», РД-19.00-74.20.11-КТН-004-1-05 «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения на объектах ОАО «АК «Транснефть» и др.), в 2005 году были уточнены требования к электроприводам ЭПЦ-100/400/1000/4000/10000 и проведена корректировка ТУ 3791-012-

Электроприводы типа ЭПЦ нового исполнения

Исполнение электропривода	Тип присоединения к арматуре	Диапазон Мкр., Нм	Частота вращения, об./мин	Параметры электроприводов:		Реверсивное вращение	Интерфейс
				Тип цепей управления и сигнализации	Вх. Вых.		
«ЭПЦ-100» А.25(50).M220.УХЛ1-а(р)	А	20–100	20–25 (40–50)*	Нет	-220	Пускатели ЩСУ	Нет
«ЭПЦ-100» А.25(50).D220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-100» А.25(50).D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-100» А.25(50).T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-100» А.25(50).T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-400» Б.20(40).M220.УХЛ1-а(р)				Нет	-220		
«ЭПЦ-400» Б.20(40).D220.УХЛ1-а(р)	Б	80–400	15–20 (30–40)*	-220	-220	Встроенный реверсивный коммутатор	Нет
«ЭПЦ-400» Б.20(40).D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-400» Б.20(40).T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-400» Б.20(40).T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-800» Б.40.M220.УХЛ1-а(р)				Нет	-220		
«ЭПЦ-800» Б.40.D220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-800» Б.40.D024.УХЛ1-а(р)	В	100–800	30–40	+ 24	+ 24	Встроенный реверсивный коммутатор	Нет
«ЭПЦ-800» Б.40.T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-800» Б.40.T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-1000» Б.20.M220.УХЛ1-а(р)				Нет	-220		
«ЭПЦ-1000» Б.20.D220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-1000» Б.20.D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-1000» Б.20.T220.УХЛ1-а(р)	В	200–1000	15–20	-220	-220	Встроенный реверсивный коммутатор	RS-485
«ЭПЦ-1000» Б.20.T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).M220.УХЛ1-а(р)				Нет	-220		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).T024.УХЛ1-а(р)	Г	1000–4000	6–9 (12–18)*	+ 24	+ 24	Пускатели ЩСУ	Нет
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D.6(12).M220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D.6(12).D220.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D.6(12).D024.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D.6(12).T220.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-4000» Г.9(18).D.6(12).T024.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-10000» Д.6(12).M220.УХЛ1-а(р)	Д	2000–10000	4–6 (8–12)*	Нет	-220	Пускатели ЩСУ	Нет
«ЭПЦ-10000» Д.6(12).D220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-10000» Д.6(12).D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-10000» Д.6(12).T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-10000» Д.6(12).T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-14000» Д.6.M220.УХЛ1-а(р)				Нет	-220		
«ЭПЦ-14000» Д.6.D220.УХЛ1-а(р)	Д	4000–14000	4–6	-220	-220	Встроенный реверсивный коммутатор	Нет
«ЭПЦ-14000» Д.6.D024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
«ЭПЦ-14000» Д.6.T220.УХЛ1-а(р)				-220	-220		
«ЭПЦ-14000» Д.6.T024.УХЛ1-а(р)				+ 24	+ 24		
* электроприводы, оснащенные взрывозащищенными асинхронными электродвигателями с синхронной частотой вращения 3000 об./мин;							
(р) – тип взрывозащищенных кабельных вводов (поставляются по отдельному заказу) для подвода внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления небронированными кабелями, проложенными в стационарных трубах или гибких армированных шлангах.							

00139181-2003 «Электроприводы взрывозащищенные типа А, Б, В, Г и Д с двусторонней муфтой ограничения крутящего момента для запорной арматуры Ду 80–1200 мм, Ру 1,6–10 МПа».

Разработаны и запущены в серийное производство электроприводы новых исполнений, которые обеспечивают работу с различными системами управления и телемеханики (см. таблицу), применяемыми на объектах ОАО МН:

- М220 – исполнение электроприводов, в котором реверсивное вращение электродвигателя обеспечивается при помощи внешних пускателей, а обмен информацией с системой телемеханики – через дискретные выходы 220 В переменного тока;

- D220 (D024) – исполнение электроприводов, в котором реверсивное вращение электродвигателя обеспечивается при помощи встроенного в блок электронного управ-

ления БУР реверсивного коммутатора, а обмен информацией с системой телемеханики – через дискретные входы/выходы 220 В переменного тока (или через дискретные входы/выходы 24 В постоянного тока);

- T220 (T024) – исполнение электроприводов, аналогичное исполнению D220 (D024), в котором при наличии дискретных входов/выходов для обмена информацией с системой телемеханики дополнительно имеется последовательный интерфейс RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

Дискретные входы блоков электронного управления БУР, в зависимости от исполнения, обеспечивают прием команд с параметрами сигналов:

- для входов 220 В переменного тока:

- уровень логической «1» – входное напряжение от 140 до 250 В;

- уровень логического «0» – входное напряжение от 0 до 80 В;

- для входов 24 В постоянного тока:

- уровень логической «1» – входное напряжение от 18 до 36 В;

- уровень логического «0» – входное напряжение от 0 до 8 В.

Дискретные выходы, в зависимости от исполнения блока БУР, обеспечивают коммутацию напря-

жения 220 В (+ 22 В, -33 В) переменного тока частотой 49–51 Гц при токе не более 0,5 А, напряжения 18–36 В постоянного тока при токе не более 0,5 А (модификация M), либо при токе не более 0,1 А (модификации D и T).

При отсутствии питания цепей управления 220 В все выходные ключи дискретных выходов блока электронного управления БУР находятся в разомкнутом состоянии.

Рекомендуемые электрические схемы внешних подключений электроприводов исполнений M220 и T220 представлены на рис. 1 и 2. Для исполнений M024 и T024 схемы аналогичны.

В электрических схемах внешних подключений электроприводов исполнений D220 и D024 отсутствует связь по последовательному интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

Блок БУР в электроприводе обеспечивает:

- формирование трехфазного питания на асинхронный электродвигатель в соответствии с алгоритмом движения для обеспечения плавного пуска, останова, прямого и реверсивного вращения выходного звена;

- контроль значений крутящего момента в промежуточных и ко-

нечных положениях затвора арматуры;

- отключение электродвигателя при превышении нагрузки на выходном звене электропривода заданного значения крутящего момента;

- контроль положения выходного звена электропривода (независимо от наличия напряжения на блоке) и отключение электродвигателя при достижении заданных конечных положений.

Блоки электронного управления БУР оснащены следующими видами защит:

- от межфазных коротких замыканий обмоток электродвигателя;

- от однофазных коротких замыканий обмотки электродвигателя на корпус;

- от токов перегрузки электродвигателя (обратнозависимая времятоковая характеристика);

- от работы на двух фазах (обрыв фазы питающего напряжения);

- от повышения питающего напряжения более чем на 20 % от номинального напряжения, выдержка времени до 3 с;

- минимального напряжения на время пуска электродвигателя изделия: уставка по напряжению –50 % от номинального напряжения, значение выдержки времени устанавливается программно до 20 с;

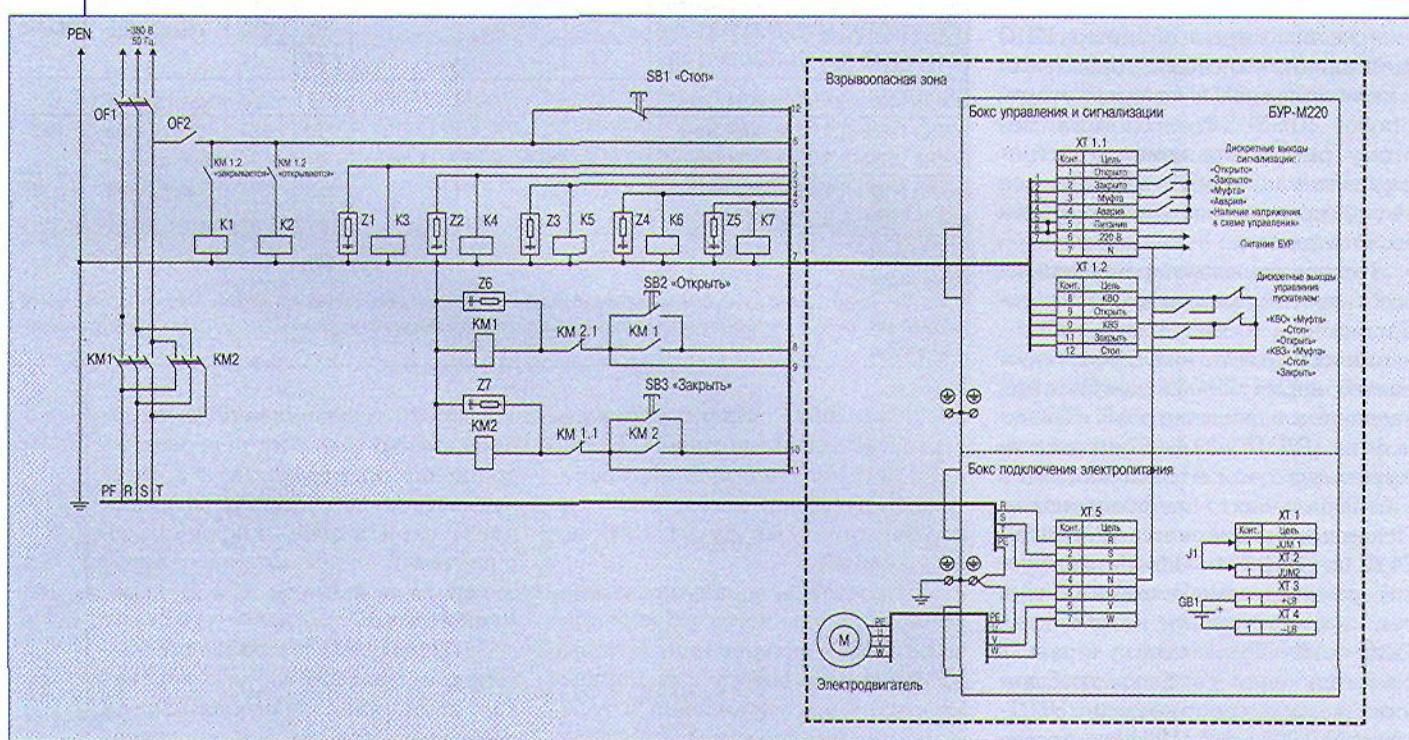


Рис.1. Электрическая схема внешних подключений электроприводов исполнения «M220»

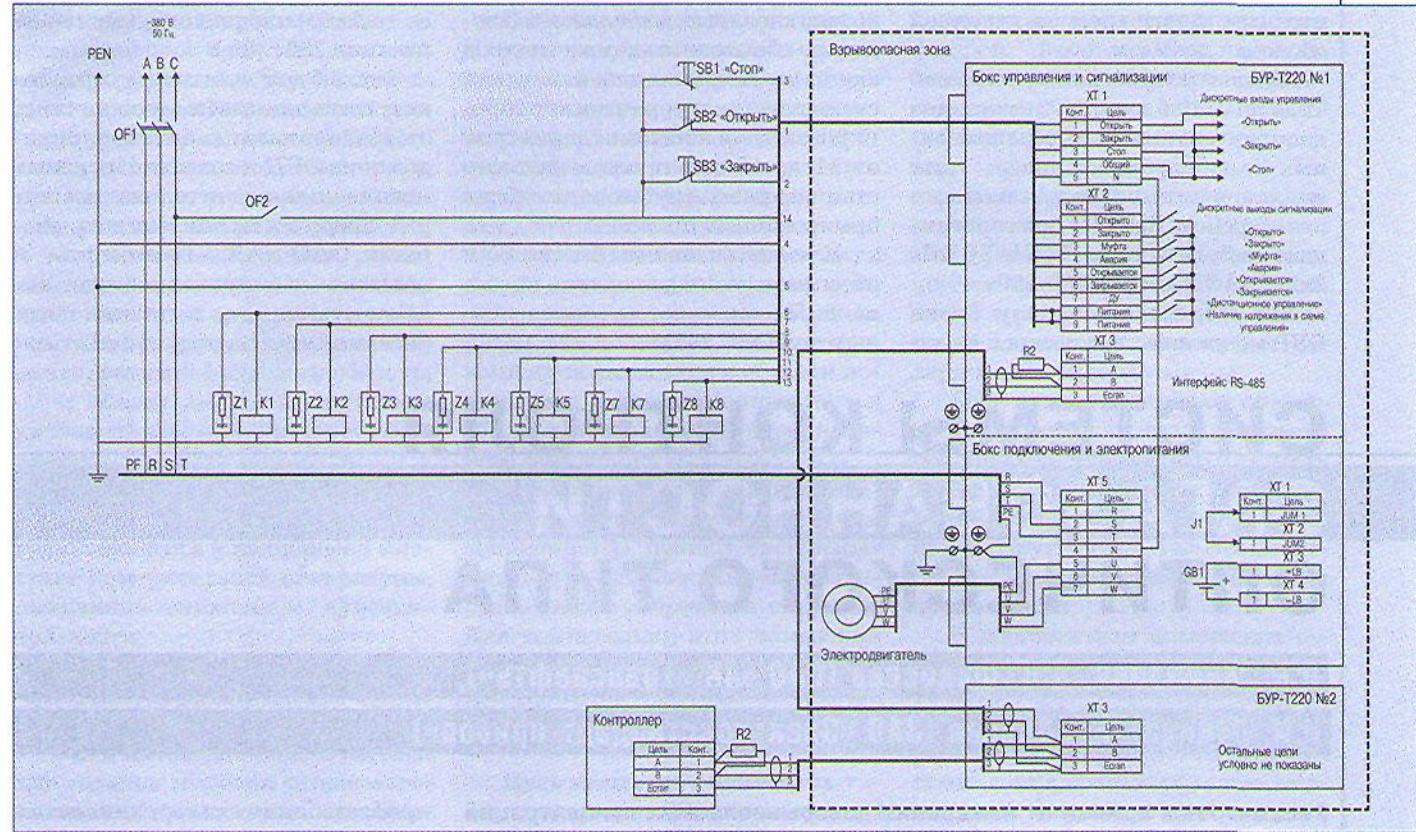


Рис. 2. Электрическая схема внешних подключений электроприводов исполнения «T220»

- от перегрева и переохлаждения собственных силовых модулей (при необходимости отключается пользователем).

При срабатывании данных защит происходит отключение электродвигателя.

Блоки электронного управления БУР в электроприводах обеспечивают выполнение всех своих функций в следующих случаях:

- при отклонении однофазного напряжения, подаваемого для питания собственно блока БУР от трехфазной сети, питающей электродвигатель, в пределах от 105 до 276 В;

- кратковременных провалах однофазного питающего напряжения менее 105 В длительностью до 20 мс;

- грозовых и коммутационных импульсных напряжениях амплитудой до 1000 В, продолжительностью до 50 мкс;

- отклонениях частоты питающего напряжения до ± 2 Гц;

- несинусоидальности питающего напряжения (коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения до $\pm 12\%$);

- после кратковременного (не более 3 с) отключения питания се-

ти с последующим продолжением выполнения заданной команды.

Блоки БУР обеспечивают также сохранение настроек параметров, контроль текущего положения выходного звена изделия при исчезновении внешнего питания.

Управление электроприводом обеспечивается в двух режимах: «Местное» и «Дистанционное».

В режиме «Местное» команды «Открыть», «Закрыть» и «Стоп» поются со встроенного поста управления.

В данном режиме управления осуществляется запрет пуска электродвигателя при одновременном наличии на дискретных входах блока управления противоречивых команд (например, при одновременном повороте всех ручек поста управления).

В режиме «Дистанционное», в зависимости от исполнения изделия, обеспечивается прием с центрального пульта оператора команд управления «Открыть», «Закрыть», «Стоп» и выдача сигналов «Открыто», «Закрыто», «Муфта/Авария», «Открывается», «Закрывается», «Неисправность» по дискретным входам/выходам через систему телемеханики или по последователь-

ному интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU. При этом дополнительно по интерфейсу передаются сигналы срабатывания вышеуказанных защит.

Переключение режимов работы производится со встроенного поста управления. Ручки переключения режимов работы должны иметь блокировку от несанкционированного доступа (необходимость установки блокировки определяется пользователем).

Поциальному заказу в исполнениях электроприводов D220 (D024) и T220 (T024) пост управления блоков БУР может оснащаться дополнительным инфракрасным каналом управления, обеспечивающим прием команд от пульта дистанционного управления (ПДУ) на расстоянии до 0,75 м.

Блоки электронного управления БУР в исполнениях электроприводов M220 (M024) и D220 (D024) имеют два взрывозащищенных кабельных ввода (выполненных в соответствии с ГОСТ Р 51330.0-99 и ГОСТ Р 51330.1-99), обеспечивающих подвод внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления бронированными кабелями с максимальным на-

ружным диаметром внутренней оболочки до 21 мм.

В электроприводах исполнений Т220 (Т024) блок БУР имеет два дополнительных взрывозащищенных кабельных ввода для подключения последовательного интерфейса RS-485 бронированным кабелем типа КИПвТПБП-2х2x0,78 ТУ 16.К99-008-2001.

По отдельному заказу блоки БУР могут комплектоваться взры-

возащищенными кабельными вводами, обеспечивающими подвод внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления небронированными кабелями диаметром от 11 до 17 мм, проложенными в стационарных трубах или гибких армированных шлангах.

Клеммные зажимы блоков БУР обеспечивают подключение провода с сечением жилы, определенным по ГОСТ 2491:

-1,5–4,0 мм^2 для входных цепей питания 220–380 В;

- до 2,5 мм^2 для цепей управления, сигнализации и индикации.

Модернизация электроприводов типа ЭПЦ и создание их новых исполнений значительно расширит сферу их применения на объектах ОАО «АК «Транснефть» и повысит эксплуатационную надежность систем, в составе которых они будут эксплуатироваться.