



Николаев Павел Иванович, инженерно-технический центр ООО НП «ТЭК»



## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РэмТЭК «91» С ФУНКЦИЕЙ БЕЗОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЛЯ НАДЕЖНОГО И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРОЙ

Обеспечение надежности и увеличение уровня безопасности в задачах управления трубопроводной арматурой на объектах газовой и нефтехимической промышленности является приоритетной задачей на сегодняшний день. Чем опаснее технологический процесс, тем более серьезные требования предъявляются к надежности оборудования и его предохранительным функциям.

В зависимости от технологической задачи и положения безопасности технологической установки в целом определяется функция безопасности, которая выполняется системой арматура – электропривод в случае обнаруженных опасных ситуаций. При этом выходное звено электропривода переводится в безопасное положение: нормально открыто (НО) либо нормально закрыто (НЗ).

**Система безопасности должна быть надежной и всегда работоспособной**, так как сбой функции безопасности приводит к значительному повышению риска возникновения опасной ситуации для людей и окружающей среды.

Величина, характеризующая способность системы обеспечить функцию безопасности согласно ГОСТ Р МЭК 61508, определяется как **Safety Integrity Level (SIL) и имеет 4 уровня полноты безопасности: SIL 1, SIL 2, SIL 3 и SIL 4**, где SIL 4 соответствует самым высоким требованиям безопасности, а SIL 1 – самым низким.

Для каждого уровня определены различные степени вероятности отказа, которые не должны превышать способность системы выполнять функции безопасности.

Электропривод РэмТЭК «91» с функцией безопасного состояния, НО/НЗ разработан R&D центром ООО НП «ТЭК» специально для применения в системах безопасности, в системах пожаротушения и противоаварийной защиты (ПАЗ), имеет высокие сертифицированные показатели отказоустойчивости, соответствующие уровню полноты безопасности SIL 2. При дублировании устройств управления может быть достигнут уровень SIL 3.



Рис.1. Электропривод РэмТЭК П.2000.6.9100.V

SIL интегральный уровень безопасности	PFD <sub>avg</sub> средняя вероятность отказа на запрос в год (низкая интенсивность запросов)	(1-PFD <sub>avg</sub> ) готовность безопасности	RRF фактор снижения риска	PFD <sub>avg</sub> средняя вероятность отказа на запрос в час (высокая интенсивность запросов)	Теоретически допустимое количество отказов при запросе выполнения функции безопасности
SIL 4	$\geq 10^{-5} - < 10^{-4}$	От 99,99% до 99,999%	От 100 000 до 10 000	$\geq 10^{-9} - < 10^{-8}$	Допускается один опасный сбой раз в 10000 лет
SIL 3	$\geq 10^{-4} - < 10^{-3}$	От 99,9% до 99,99%	От 10 000 до 1000	$\geq 10^{-8} - < 10^{-7}$	Допускается один опасный сбой раз в 1000 лет
SIL 2	$\geq 10^{-3} - < 10^{-2}$	От 99% до 99,9%	От 1000 до 100	$\geq 10^{-7} - < 10^{-6}$	Допускается один опасный сбой раз в 100 лет
SIL 1	$\geq 10^{-2} - < 10^{-1}$	От 90% до 99%	От 100 до 10	$\geq 10^{-6} - < 10^{-5}$	Допускается один опасный сбой раз в 10 лет

Таблица 1. Допустимые значения показателей безопасности

### Назначение

Электропривод РэмТЭК «91» предназначен для управления запорной, отсечной или регулирующей трубопроводной арматурой с переводом положения затвора арматуры в безопасное состояние при снятии силового питания либо по команде перевода в «Безопасное состояние».

Электропривод РэмТЭК «91» применяется для следующих типов арматуры: шаровые краны DN 25-500 мм, задвижки DN 25-300 мм, клапаны DN 25-700 мм с PN от 1,6 до 25 МПа в химической, нефтяной, газовой, энергетической и других отраслях промышленности.

Использование современных технических решений в электроприводе РэмТЭК позволяет реализовать режим штатного управления арматурой на малой скорости с обеспечением высокой точности позиционирования и поддержания технологического параметра.



Рис. 2. Электропривод РэмТЭК П.250.6.9100.V с муфтой гальванической изоляции

При этом при вызове функции безопасности переход в безопасное состояние может быть сделан на максимально доступной скорости движения, что обеспечивает быстрое приведение установки в безопасное состояние.

Параметры движения доступны для настройки при проведении пусконаладочных работ.

**Энергоэффективность электропривода РэмТЭК «91» достигается применением в его составе редуктора с высоким КПД** (волновые или циклоидальные передачи), **вентильного синхронного высокоэффективного электродвигателя с постоянными магнитами**, а также встроенного частотного преобразователя с алгоритмом векторного управления.

Функция безопасности	Описание функции
Безопасное ОТКРЫТИЕ (Safe ESD OPEN)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода переводится в положение «ОТКРЫТО».
Безопасное ЗАКРЫТИЕ (Safe ESD CLOSE)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода переводится в положение «ЗАКРЫТО».
Безопасный СТОП (Safe STOP)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода остается в текущем положении, выполняется команда «СТОП».
Безопасное ОТКРЫТИЕ с последующим Безопасным СТОП (Safe ESD OPEN + Safe STOP)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода переводится в положение «ОТКРЫТО», затем выполняется команда СТОП, которая запрещает перемещение выходного звена.
Аварийное ЗАКРЫТИЕ с последующим аварийным СТОП (Safe ESD CLOSE + Safe STOP)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода переводится в положение «ЗАКРЫТО», затем выполняется команда СТОП, которая запрещает перемещение выходного звена.
Аварийный переход в безопасное положение (Safe POSITION)	При срабатывании функции безопасности выходное звено электропривода переводится в заданное положение безопасности. Положение безопасности настраивается пользователем.

Таблица 2. Функции безопасности электропривода РэмТЭК «91»

### Принцип работы

Входное переменное сетевое напряжение выпрямляется звеном постоянного тока. **Постоянное напряжение поступает на встроенный частотный преобразователь для управления синхронным двигателем.** После подачи входной сети электропривод сразу готов к работе благодаря схеме байпаса силового питания. С шины постоянного тока при помощи понижающего преобразователя происходит заряд накопителя энергии – суперконденсаторов. В случае пропадания входного питания энергия, накопленная в энергонакопителе, обеспечивает питание частотного преобразователя и обеспечивает работу электродвигателя. Привод получает команду на движение и переводит выходное звено в безопасное положение, НО/НЗ.

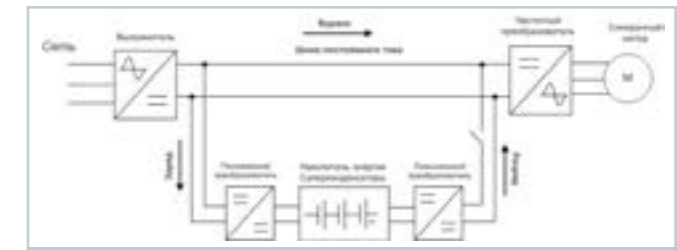


Рис. 3. Структурная схема электропривода РэмТЭК «91»

### Применение в технологическом процессе

Электропривод РэмТЭК «91» в состоянии ДУ (дистанционное управление) **может работать в следующих режимах по управлению:**

- основной режим;
- безопасное состояние.

Электропривод РэмТЭК «91» имеет несколько функций безопасности, которые могут быть использованы при проектировании и эксплуатации систем безопасности.

### Переход в безопасное состояние

Активация функции безопасности может быть выполнена посредством нескольких управляющих воздействий:

- выделенный дискретный вход для активации функции перевода в безопасное состояние;
- срабатывание функции при снятии или обрыве силового питания;
- срабатывание функции при обрыве сигнала управления;
- пользователь с помощью программной настройки определяет необходимое положение безопасности, задержку и фильтрацию событий, по которым выполняется перевод в положение безопасности.

Функции безопасности	Safe ESD Открыто, Safe ESD Закрыто, Safe Stop с PVST при наличии основного питания											Safe ESD Открыто, Safe ESD Закрыто, Safe Stop с PVST работа от НО/НЗ										
	$\lambda_e \cdot 10^{-6}$	$\lambda_d \cdot 10^{-6}$	$\lambda_s \cdot 10^{-6}$	$\lambda_{dd} \cdot 10^{-6}$	$\lambda_{du} \cdot 10^{-6}$	SFF	PFD $\cdot 10^{-4}$	RRF	DCd	SIL	$\lambda_d \cdot 10^{-6}$	$\lambda_s \cdot 10^{-6}$	$\lambda_{dd} \cdot 10^{-6}$	$\lambda_{du} \cdot 10^{-6}$	SFF	PFD $\cdot 10^{-4}$	RRF	DCd	SIL			
Электродвигатель																						
РэмТЭК.П.600.3	36, 25	10, 43	25, 82	10, 24	0,1 94	99, 47	1, 53	652 1,9	98, 14	2	23, 62	12, 63	23, 37	0,2 57	99, 29	2, 83	3551, 42	98, 91	2			

Таблица 3. Показатели функциональной безопасности неполнооборотного электропривода РэмТЭК «91» РэмТЭК.П.600.3. Для уточнения показателей безопасности для требуемой модификации электропривода просим обращаться на завод-изготовитель.

задает требуемую скорость движения;

- программная уставка задержки по срабатыванию функции безопасности обеспечивает фильтрацию ложных условий срабатывания и повышает надежность системы безопасности.

#### Диагностика

В электроприводе РэмТЭК реализован тест частичного хода клапана (PVST-Partial valve stroke test) для проверки функции безопасности. Он является признанной методикой повышения готовности отдельных элементов функции безопасности.

Тест предназначен для проверки функционирования комплекта «привод – арматура» и запускается с заданной периодичностью для тестирования и диагностики всех элементов контура управления, участвующих в функции безопасности, включая контроллер, кабельные линии, электропривод и саму арматуру.

Для оценки текущего и прогнозирования будущего состояния энергоаккумулятора РэмТЭК производится постоянный мониторинг основных параметров: электрическая емкость SOC, внутреннее сопротивление, уровень SOH. Для электронных модулей накопителя реализован тест основных электронных узлов с применением встроенного диагностического программного обеспечения. На основании измеренных данных реализован предиктивный анализ основных параметров энергоаккумулятора с учетом количества циклов заряда – разряда, температуры и токов разряда. Эти меры позволяют получить полную информацию о состоянии аккумулятора электрической энергии и служат основой для принятия своевременных мер по обеспечению надежности.



Рис. 4. Внешний вид поста местного управления электропривода РэмТЭК «91»

#### Особенности и преимущества электропривода РэмТЭК «91»:

- вентильный синхронный двигатель с постоянными магнитами и высоким КПД;
- встроенный частотный преобразователь;
- циклоидальные редукторы и редукторы с ПТК;

Тип электропривода	Прямоходный Неполнооборотный
Автоматизируемая арматура	Все типы
Диаметр арматуры	DN 15-400 мм
Исполнение	Взрывозащищенное, 1 Ex d IIB T4 X (0 Ex ia IIB T4 X), II Gb с IIB T4
Степень защиты оболочки	IP 67. Двойная изоляция боксов подключения
Крутящий момент	40-4000Нм 10000-65000Н
Напряжение	380 AC или 220AC
Температура эксплуатации	От -63 °C до +50 °C
Время готовности по функции безопасности после подачи питания, мин.	1
Байпасная схема питания	Да. Готовность оборудования к работе после включения входной сети
Интеграция в систему АСУ ТП	Дискретные выходы, входы, интерфейс RS-485 (Modbus RTU), аналоговые сигналы управления и обратной связи

Таблица 4. Технические характеристики электропривода РэмТЭК «91»

- алгоритм векторного управления двигателем;
- высокоточный датчик положения выходного звена;
- встроенный в оболочку электропривода блок суперконденсаторов с вторичным источником питания и разряда;
- накопление энергии происходит в надежных суперконденсаторах с двойным слоем диэлектрика, с гарантированным количеством циклов заряда и разряда – 50000, малым временем готовности к выполнению команды, широким температурным диапазоном заряда и разряда;
- запас энергии от 1 до 10 циклов перемещения выходного звена в зависимости от исполнения электропривода и применяемой арматуры;
- возможность оснащения блоком «НО\_НЗ» стандартного исполнения прямоходного или неполнооборотного электропривода;
- не требуется обслуживание энергоаккумулятора в течение всего срока службы;
- полная диагностика состояния и готовности к выполнению технологической операции;
- наличие встроенного Wi-Fi-интерфейса и сервисного программного обеспечения;
- соответствие требованиям СТО ГАЗПРОМ 2-4.1-212-2008 по времени перекрытия арматуры, а также соответствие требованиям по времени перекрытия для технологических блоков I категории взрывобезопасности согласно ОПБ (ФЗ №96 от 11.03.2013);
- соответствие стандартам функциональной безопасности по ГОСТ Р МЭК 61508-2012 и ГОСТ Р МЭК 61511-2018 по уровню SIL2;
- наличие заключения Минпромторга РФ для электроприводов РэмТЭК о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации № 719.

Интеллектуальный электропривод РэмТЭК «91» с функцией безопасного состояния является надежным решением в управлении трубопроводной арматурой.

Реализация предиктивного анализа и применение специального диагностического программного обеспечения дают возможность в полной мере прогнозировать будущее поведение электропривода.

Наличие высоких сертифицированных показателей отказоустойчивости, соответствующих уровню полноты безопасности SIL 2, при дублировании устройств управления уровнем SIL 3 позволяет применять электропривод РэмТЭК «91» на объектах повышенной опасности.

Приоритетной задачей ООО НПП «ТЭК» является разработка высокоинтеллектуального, надежного и энергоэффективного промышленного оборудования.

Постоянное стремление к инновациям и внедрение новых технологий позволяют компании ООО НПП «ТЭК» создавать промышленное оборудование, соответствующее всем современным мировым стандартам. ■



Присылайте ваши комментарии и предложения по материалу



РЕДАКЦИЯ ЗАПУСКАЕТ

# СПЕЦИАЛЬНОЕ ПЕТНЕЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Оформи **подписку на 2022 год** летом 2021 года по специальной цене – **6500 рублей** за 6 выпусков.

При оформлении двух годовых комплектов журнала на одну компанию (или совместно с компанией-партнером) вы получите **возможность разместить баннер на портале ARMTOrg.RU сроком на 1 месяц.**

Срок проведения – с 12 июля по 01 сентября 2021 года

