



Общество с ограниченной ответственностью

Электротекс-ИН

**УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА
тиристорные трехфазные**

мощностью от 18,5 до 400 кВт

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Содержание настоящего руководства не
может копироваться без согласования с
ООО «Электротекс-ИН»*

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на устройства плавного пуска со следующими версиями программного обеспечения:

Версия ПО пульта:	3.02
Версия ПО контроллера:	3.01

Просмотреть версии программного обеспечения можно в меню **п.6** «О программе».

Настоящее руководство по эксплуатации доступно для скачивания в формате PDF на сайте www.etx-in.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	8
1.1 Назначение и область применения.....	8
1.2 Структура условного обозначения:	8
1.3 Основные технические характеристики и функциональные возможности..	10
1.4 Конструкция. Габаритные и установочные размеры	12
1.5 Условия транспортирования и хранения	18
1.6 Условия эксплуатации.....	18
1.7 Устройство и принцип работы	19
2. УСТАНОВКА И МОНТАЖ	22
2.1 Рекомендации по установке	22
2.2 Порядок подключения	24
2.3 Подключение силовых цепей.....	29
2.4 Подключение сигнальных цепей	34
2.4.1 Подключение дискретных входов и входа блокировки	35
2.4.2 Подключение релейных выходов и внешнего обводного контактора ...	37
2.4.3 Подключение интерфейса RS485.....	37
3. УПРАВЛЕНИЕ УПП	38
3.1 Режимы управления работой УПП	38
3.2 Описание алгоритмов пуска и останова	39
3.2.1 Запуск (разгон) двигателя	39
3.2.2 Останов двигателя.....	42
3.2.3 Рекомендуемые настройки.....	43
3.3 Местный пульт управления.....	44
3.4 Меню пользователя.....	45
3.4.1 Меню п.1 "Просмотр параметров"	47
3.4.2 Меню п.2 "Настройки"	49
3.4.3 Меню п.3 "Защиты"	54
3.4.4 Меню п.4 "Настройки связи"	57
3.4.5 Меню п.5 "Настройки экрана"	58
3.4.6 Меню п.6 "О программе".....	58
3.4.7 Меню "Уровень доступа"	59
4. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И РАЗРЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ	60
4.1 Возможные проблемы и способы их устранения	60
4.2 Возникновение аварийных ситуаций.....	61
4.3 Поиск причин возникновения аварийных ситуаций.....	61
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	64

УВАЖАЕМЫЙ ПОКУПАТЕЛЬ!

Спасибо за то, что Вы выбрали устройство плавного пуска производства ООО «Электротекс-ИН»!

При разработке устройства плавного пуска был использован опыт производства и эксплуатации электроприводов, требования и пожелания потребителей, результаты анализа специфических технических требований разнообразных объектов управления, последние достижения в области силовой и микропроцессорной техники.

Для того чтобы правильно использовать устройство плавного пуска (далее – УПП), пожалуйста, внимательно изучите данное руководство.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на устройства плавного пуска мощностью от 18,5 до 400 кВт и содержит описание принципа работы и устройства, устанавливает правила и порядок их установки, подключения и эксплуатации.

Содержание данного руководства соответствует описанной в нем продукции на момент печати руководства. В интересах политики непрерывного развития и улучшения продукции изготовитель оставляет за собой право изменять без предупреждения характеристики изделия или содержание настоящего руководства.

Изготовитель не отвечает за работоспособность изделия в случае его эксплуатации с нарушением настоящего руководства.

Для отличия приводимых в тексте руководства ссылок на пункт меню пользователя от ссылок на раздел руководства, все номера пунктов меню пользователя обведены в рамку и выделены цветом. Кроме того, при ссылке на пункт меню пользователя перед номером ставится "п."

Пример:

см. [раздел 1.1](#) – ссылка на раздел 1.1 настоящего руководства;

см. [п.1.1](#) "Название" – ссылка на пункт 1.1 меню пользователя.

В данном руководстве используются предупредительные символы:



- ВНИМАНИЕ!

Информация, необходимая для избежания риска повреждения преобразователя или иного оборудования.



- ОСТОРОЖНО!

Указание на опасность поражения электрическим током при определенных условиях



Информация, на которую следует обратить особое внимание

Перед установкой, использованием, обслуживанием или проверкой УПП ознакомьтесь с мерами безопасности.

**ВНИМАНИЕ!**

Работы по монтажу УПП должны производиться организацией, имеющей необходимые разрешения и допуски на проведение работ по монтажу оборудования.

Пусконаладочные работы должны производиться специалистами предприятия-изготовителя или технических центров, указанных в паспорте на УПП.

Перед проведением пуско-наладочных работ, покупатель должен провести подготовку УПП к подключению. Необходимо установить УПП, закрепить его, провести монтаж силовых цепей и цепей управления.

**ОСТОРОЖНО!**

К обслуживанию УПП допускаются лица, имеющие право работы на силовых электроустановках с напряжением до 1000 В, прошедшие специальный инструктаж и изучившие настоящее руководство.

**ВНИМАНИЕ!**

Эксплуатация УПП без проведения периодического технического обслуживания категорически запрещается.

**ВНИМАНИЕ!**

Эксплуатация УПП должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

**ОСТОРОЖНО!**

Корпус УПП должен быть заземлен и занулен. Винт заземления находится в нижней части боковой панели УПП и имеет соответствующую маркировку. Не допускается использовать для заземления и зануления крепежные винты.



ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ соединять и разъединять разъемные соединения, находящиеся под напряжением.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ загоразивать подходы к корпусу УПП и загоразивать воздушные щели в корпусе УПП.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ несанкционированное проникновение во внутреннее пространство УПП.



ОСТОРОЖНО!

Обслуживание и ремонт УПП должны производиться только после отключения его от питающей сети.
Помните, что при работающем УПП двигатель может запуститься в любой момент при поступлении внешнего управляющего сигнала или при наступлении заданного момента времени.



ОСТОРОЖНО!

Подключаемые кабели должны быть обесточены.
Подключение и отключение кабелей следует производить только после остановки УПП и отключения его от питающей сети!



ВНИМАНИЕ!

Недопустимо ошибочное подключение на выход УПП входного силового кабеля. Такое подключение приведет к выходу УПП из строя и снятию УПП с гарантии.



ВНИМАНИЕ!

Во избежание повреждений, транспортируйте УПП в упаковке изготовителя.
Не бросайте УПП, не подвергайте его ударам. Небрежное обращение с УПП может привести к его повреждению и снятию УПП с гарантии.

**ВНИМАНИЕ!**

УПП необходимо рассматривать как комплектующее изделие, поэтому потребитель обязан применять его в соответствии с настоящим руководством и с учетом требований национальных стандартов.

Ответственность за выполнение этих требований несет проектная организация, которая должна учитывать требования по электромагнитной совместимости и специфику объекта.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за выход из строя УПП по причине нарушения потребителем правил установки, монтажа и эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.

**ВНИМАНИЕ!**

Потребитель должен самостоятельно принять меры по ограничению перенапряжения в точке подключения УПП, вызванного грозовыми разрядами и коммутлируемым перенапряжением на уровне $1,25U_{НОМ}$ длительностью не более 1 сек.

**ВНИМАНИЕ!**

После перемещения УПП из холодного помещения в теплое на внутренних и внешних поверхностях возможно образование конденсата. Перед подключением необходимо выдержать УПП в нормальных климатических условиях не менее 8-10 часов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение и область применения

УПП предназначено для плавного пуска и останова трехфазного асинхронного электродвигателя (далее по тексту – двигателя) с короткозамкнутым ротором мощностью от 18,5 кВт до 400 кВт и номинальным напряжением питания 400 В, а также для защиты двигателя в процессе пуска/останова и при работе в установившемся режиме.

УПП находит применение в системах плавного пуска и автоматического управления работой (пуском, остановом) двигателей различных машин и механизмов в жилищно-коммунальном хозяйстве, в промышленности и сельском хозяйстве, на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Использование УПП позволяет:

- избежать сильных бросков тока в сети при пуске;
- продлить срок службы, как самого двигателя, так и приводного механизма;
- свести к минимуму нагрузку релейно-контакторной аппаратуры, что повышает надёжность системы;
- значительно снизить гидроудар в трубопроводах при пуске насосного агрегата;
- значительно снизить динамические перегрузки и пусковые удары при пуске и останове механизмов с большим моментом инерции (вентилятор, дымосос и т.п.).

1.2 Структура условного обозначения

	УПП	Т	Т	х	х	400	50	УХЛ4	ЭИН
Устройство плавного пуска	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Род тока на входе: Т – трехфазный	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Род тока на выходе: Т - трехфазный	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Способ охлаждения: Е – естественное воздушное П - принудительное	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Значение номинального выходного тока, А	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Значение номинального выходного напряжения, В	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Значение номинальной выходной частоты	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Код производителя: ЭИН – ООО «Электротекс-ИН»	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Соответствие условного обозначения УПП с рекомендуемой номинальной мощностью подключаемого двигателя приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Обозначение УПП	Номинальный выходной ток, А	Максимальный ток при пуске двигателя, А	Выходная активная мощность, кВт	Выходная полная мощность, кВА
УПП-ТТх-40-400-50-УХЛ4-ЭИН	40	180,0	18,5	27,7
УПП-ТТх-50-400-50-УХЛ4-ЭИН	50	225,0	22	34,6
УПП-ТТх-63-400-50-УХЛ4-ЭИН	63	283,5	30	43,6
УПП-ТТх-80-400-50-УХЛ4-ЭИН	80	360,0	37	55,4
УПП-ТТх-100-400-50-УХЛ4-ЭИН	100	450,0	45	69,2
УПП-ТТх-125-400-50-УХЛ4-ЭИН	125	562,5	55	86,5
УПП-ТТх-160-400-50-УХЛ4-ЭИН	160	720,0	75	110,7
УПП-ТТх-200-400-50-УХЛ4-ЭИН	200	900,0	90	138,4
УПП-ТТх-224-400-50-УХЛ4-ЭИН	224	1008,0	110	155,0
УПП-ТТх-250-400-50-УХЛ4-ЭИН	250	1125,0	132	173,0
УПП-ТТх-315-400-50-УХЛ4-ЭИН	315	1417,5	160	218,0
УПП-ТТх-400-400-50-УХЛ4-ЭИН	400	1800,0	200	276,8
УПП-ТТх-500-400-50-УХЛ4-ЭИН	500	2250,0	250	346,0
УПП-ТТх-630-400-50-УХЛ4-ЭИН	630	2835,0	315	436,0
УПП-ТТх-800-400-50-УХЛ4-ЭИН	800	3600,0	400	553,6

1.3 Основные технические характеристики и функциональные возможности

Основные технические характеристики и функциональные возможности приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Основные характеристики	Напряжение на входе ($U_{ВХ}$)	400 В \pm 20%, 50 Гц \pm 2,5% 3 фазы, глухозаземленная нейтраль
	Диапазон изменения линейного напряжения на выходе	30...100% $U_{ВХ}$
	Количество фаз выходного напряжения	3 фазы
	Напряжение питания собственных нужд электроники	230В \pm 20%, 50 Гц \pm 2,5% 1 фаза, глухозаземленная нейтраль
	Диапазон настройки длительности плавного запуска	1...999,9 с
	Диапазон настройки длительности плавного останова	1...999,9 с
	КПД (в номинальном режиме)	<ul style="list-style-type: none"> • не менее 0,97; • при наличии обводного контактора - не менее 0,99
	Перегрузочная способность	<ul style="list-style-type: none"> • 4,5$I_{НОМ}$ в течение 60 сек из холодного состояния ($T_{профиля} < 45^{\circ}C$); • 3,5$I_{НОМ}$ в течение 60 сек при $T_{профиля} < 65^{\circ}C$; • 1,5$I_{НОМ}$ за время 300с и времени усреднения 10 минут • 1,25$I_{НОМ}$ длительно
	Режимы работы УПП	<ul style="list-style-type: none"> • ручное управление (по командам оператора с пульта управления); • работа "по расписанию" (автоматический режим работы в соответствии с заданными событиями и сигналам от встроенных часов реального времени); • работа с управлением от внешней релейно-контактной аппаратуры (используются дискретные входы типа "сухой контакт")
	Основные функции	<ul style="list-style-type: none"> • плавный пуск и останов двигателя; • плавный пуск двигателя с отрывающим импульсом (кик-старт); • плавный пуск двигателя с токоограничением на заданном уровне (настраиваемый график токоограничения); • работа в необслуживаемом режиме, по часам реального времени; • управление обводным контактором при окончании разгона и при начале останова двигателя; • отображение и сигнализация информации о параметрах и режимах работы; • автоматическое повторное включение после отключения, вызванного недопустимым снижением и повышением входного напряжения сети.
Дополнительные функции	<ul style="list-style-type: none"> • защита от несанкционированного редактирования настроек УПП с помощью пароля. 	

Таблица 1.2 (продолжение)

Функции защиты	Защиты и аварии	<ul style="list-style-type: none"> • максимально-токовая защита*; • времятоковая защита (I^2t) с отдельной настройкой для режимов запуска/останов и работы двигателя*; • от превышения максимально допустимого времени пуска; • от перегрева УПП; • от прямого останова двигателя при несрабатывании внешнего обводного контактора; • от кратковременного превышения входного напряжения более чем на 20% от номинального; • от исчезновения или недопустимого снижения питающего напряжения более чем на 20% от номинального; • от дисбаланса напряжения и тока на входе и выходе и обрыва фаз; • от обратной фазировки питающего напряжения; • от неисправностей в системе питания цепей управления. <p>Также доступен дискретный вход типа "сухой контакт" для команды "прямой останов" от внешней релейно-контактной аппаратуры при внештатных ситуациях.</p>
Входы и выходы	Интерфейс связи с пультом	RS-485 без гальванической развязки (протоколы связи ModBus ASCII / RTU)
	Интерфейс внешней связи	RS-485 с гальванической развязкой (протоколы связи ModBus ASCII / RTU)
	Дискретные входы	4 входа типа "сухой контакт" Функции: плавный пуск, плавный останов, прямой останов, блокировка
	Релейные выходы	2 релейных выхода (~250VAC, 3A или 30VDC, 3A с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами). Функции: ""Работа", "Авария"
	Выход управления внешним обводным контактором	1 релейный выход (~250VAC, 10A)
Конструкция	Тип охлаждения	Естественное или принудительное воздушное. Тип охлаждения согласовывается при заказе.
	Степень защиты оболочки	IP20
	Требования к окружающей среде	<u>при транспортировке:</u> температура от -40°C до +50°C <u>при эксплуатации:</u> температура от +1°C до +40°C, относительная влажность 80% при 25°C (без конденсации влаги)
Показатели надежности	Средняя наработка на отказ	не менее 40 000 часов
	Средний ресурс	не менее 100 000 часов
	Среднее время восстановления работоспособного состояния	не более 1 часа
	Срок сохраняемости в упаковке изготовителя	2 года
	Срок службы	не менее 12 лет
	Гарантийный срок эксплуатации	3 года со дня ввода в эксплуатацию

Примечание: *максимально-токовая и время-токовая защиты двигателя при включенном обводном контакторе обеспечиваются только при подключении УПП согласно рекомендациям, приведенным в разделе 2.3 настоящего руководства.

1.4 Конструкция. Габаритные и установочные размеры

УПП выполнено в виде навесного шкафа одностороннего обслуживания со степенью защиты оболочки IP20.

Габаритные и установочные размеры и масса УПП показаны на рисунках 1.1а – 1.1д и приведены в таблицах 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 - Габаритные и установочные размеры УПП с естественным охлаждением

Выходная активная мощность УПП	Рис.	Габаритные размеры			Установочные размеры		Масса, кг, не более
		Длина (L), мм, не более	Высота (H), мм, не более	Глубина (B), мм, не более	L1, мм	h, мм	
18,5 кВт	1.1а	250	415	185	230	396	15
22 кВт							
30 кВт							
37 кВт	1.1б	265	600	230	236	560	25
45 кВт							
55 кВт							
75 кВт							30
90 кВт							
110 кВт							
132 кВт	1.1в	370	760	310	336	725	70
160 кВт							
200 кВт	1.1г	520	785	330	480	745	75
250 кВт							
315 кВт	1.1д	680	996	380	640	900	95
400 кВт							

Таблица 1.4 - Габаритные и установочные размеры УПП с принудительным охлаждением

Выходная активная мощность УПП	Рис.	Габаритные размеры			Установочные размеры		Масса, кг, не более
		Длина (L), мм, не более	Высота (H), мм, не более	Глубина (B), мм, не более	L1, мм	h, мм	
18,5 кВт	1.1а	250	415	250	230	396	15
22 кВт							
30 кВт							
37 кВт	1.1б	265	600	295	236	560	25
45 кВт							
55 кВт							
75 кВт							30
90 кВт							
110 кВт							
132 кВт	1.1в	370	760	310	336	725	70
160 кВт							
200 кВт	1.1г	520	785	330	480	745	75
250 кВт							
315 кВт	1.1д	680	996	380	640	900	95
400 кВт							

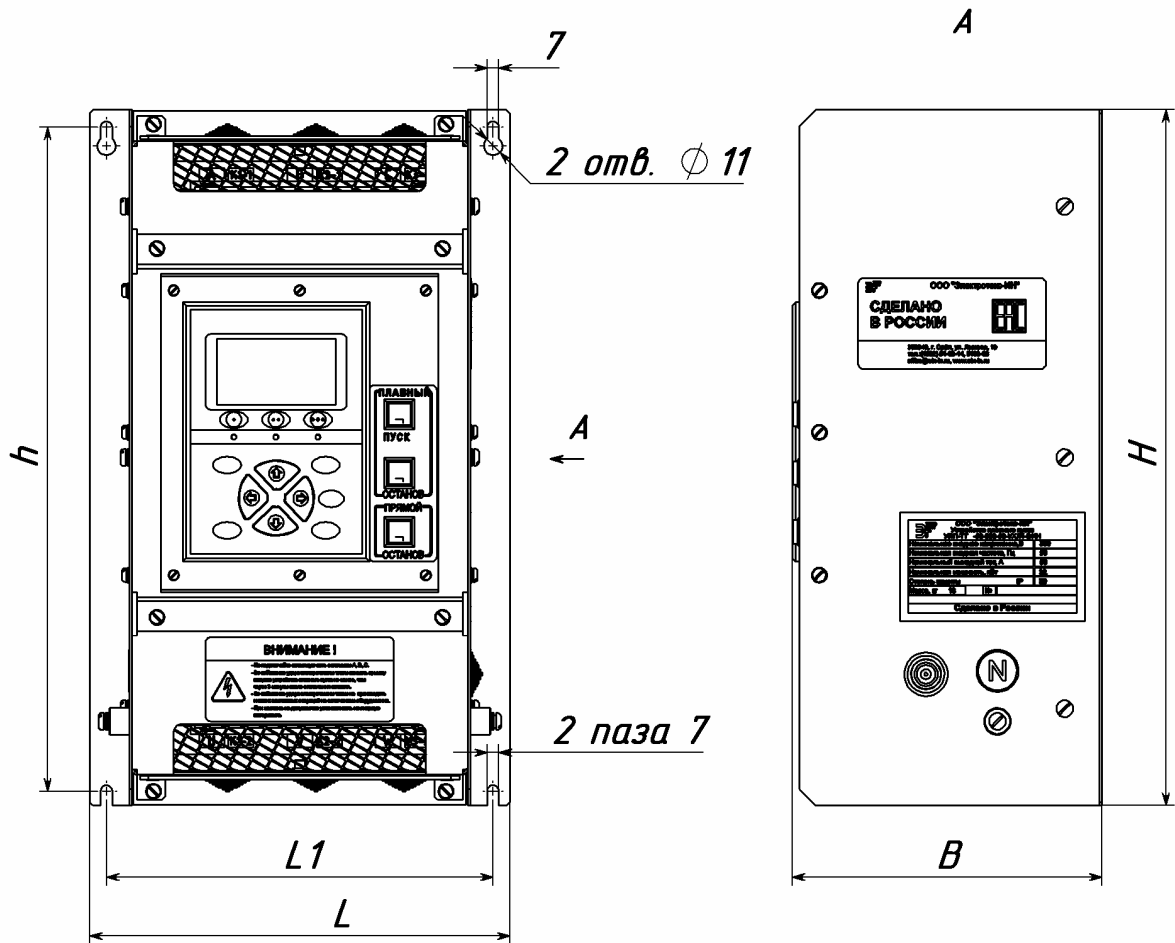


Рисунок 1.1а - Габаритные и установочные размеры УПП 18,5-30 кВт

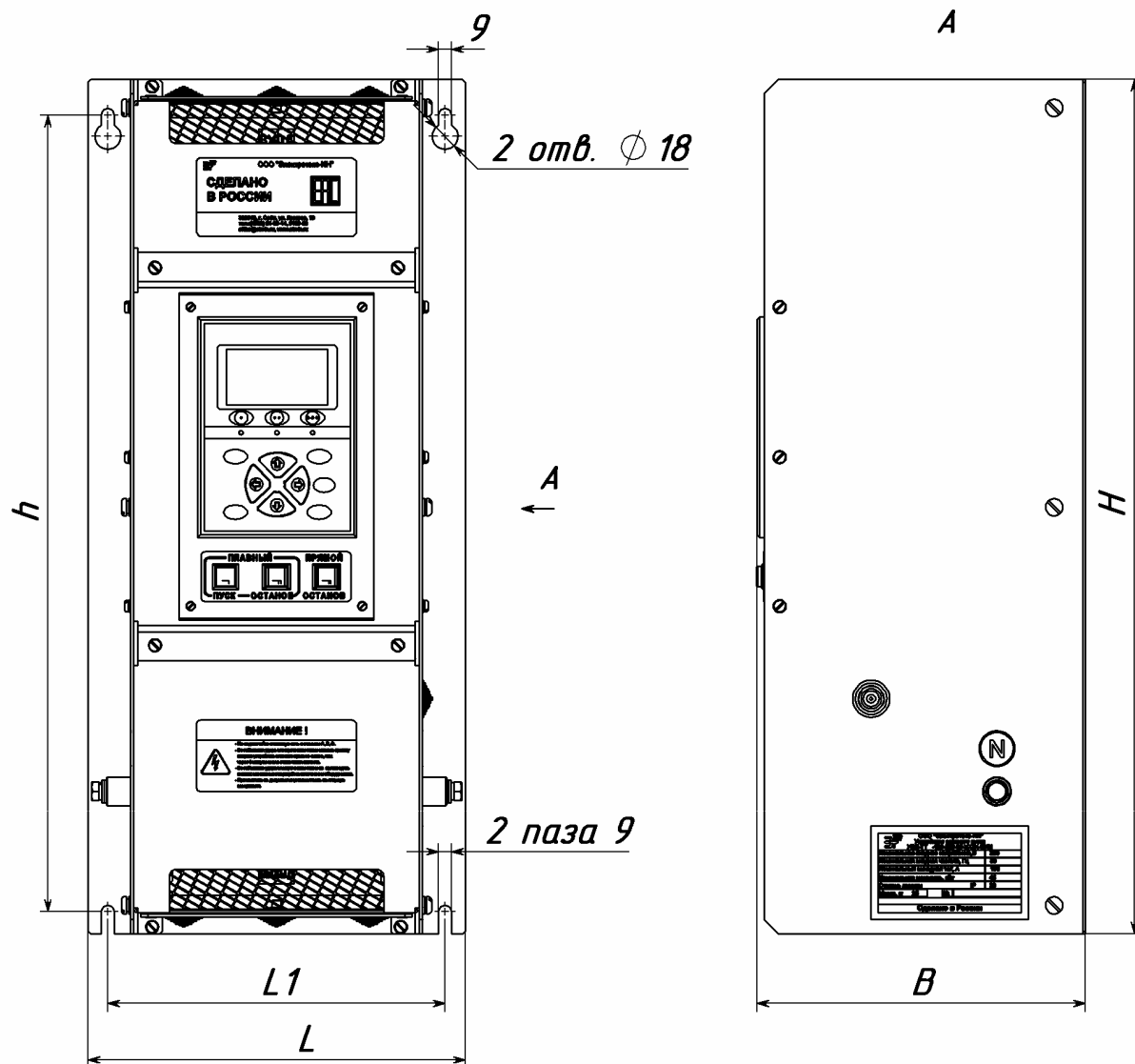


Рисунок 1.16 – Габаритные и установочные размеры УПП 37-132 кВт

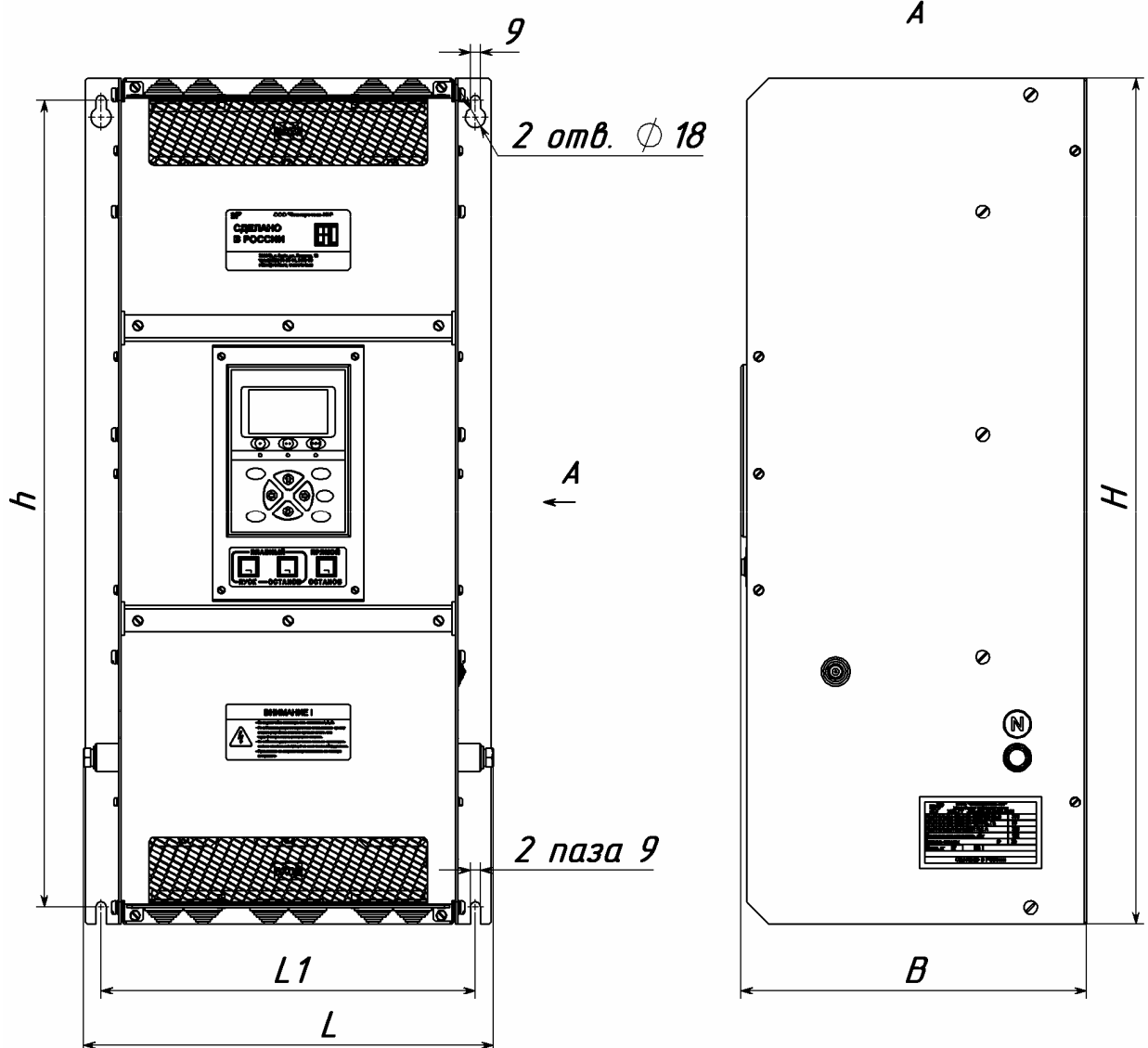


Рисунок 1.1в – Габаритные и установочные размеры УПП 160 - 200 кВт

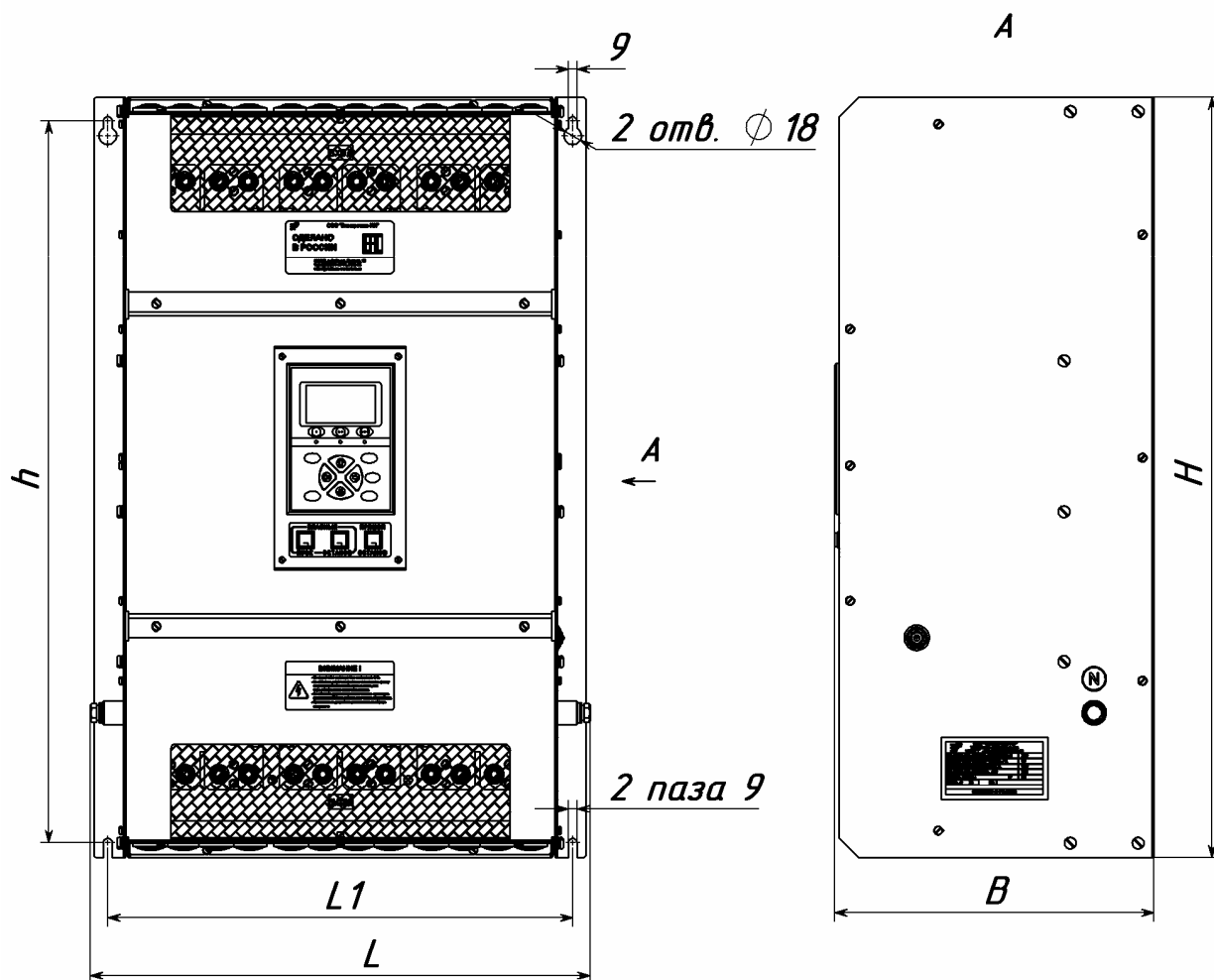


Рисунок 1.1г – Габаритные и установочные размеры УПП 250 кВт

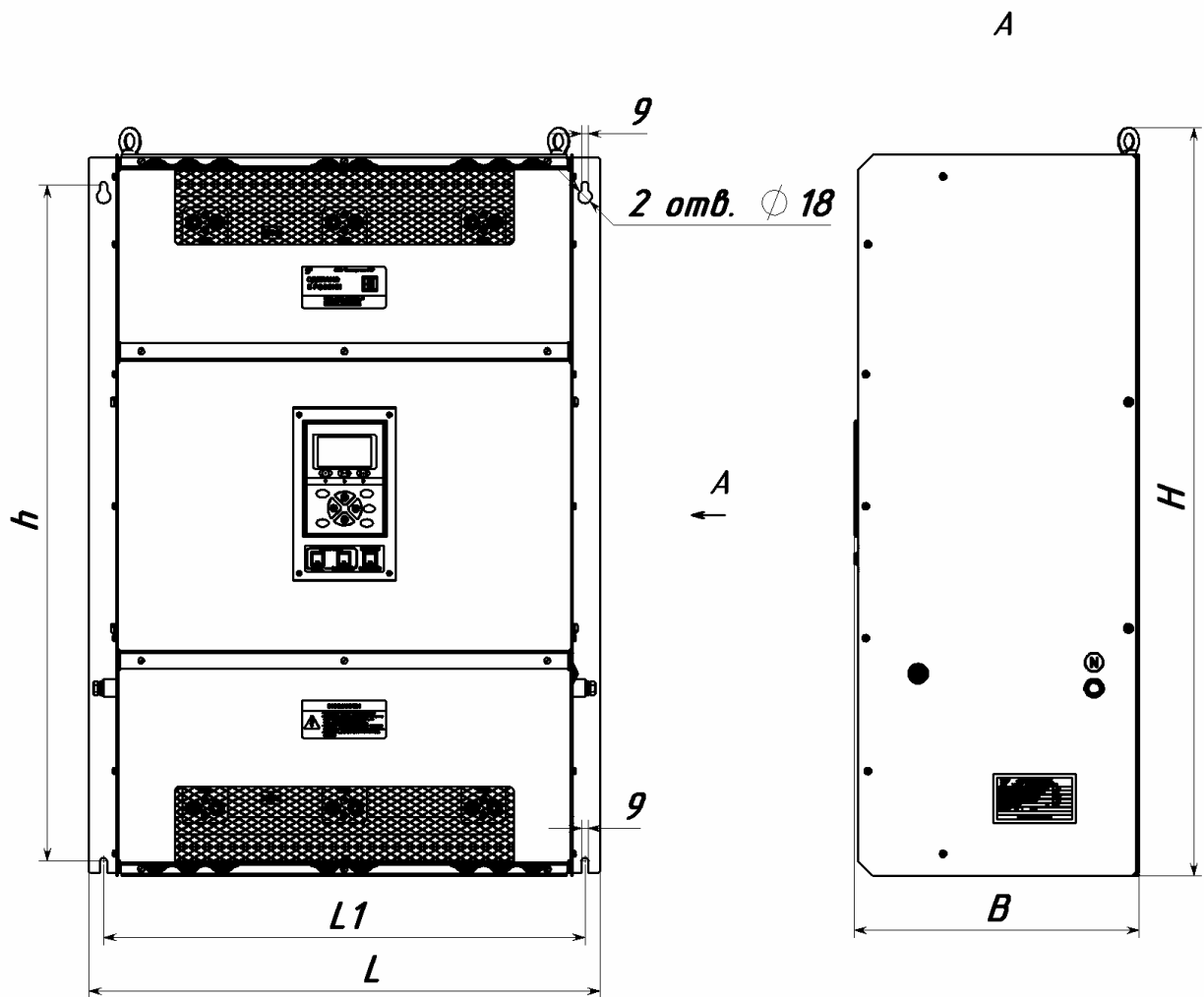


Рисунок 1.1д – Габаритные и установочные размеры УПП 315-400 кВт

1.5 Условия транспортирования и хранения

Транспортирование УПП осуществляется:

- автомобильным транспортом с любым числом перегрузок по дорогам с асфальтовым или бетонным покрытием (дороги 1-й категории) на расстояние свыше 1000 км; по булыжным (дороги 2-й и 3-й категории) и грунтовым дорогам на расстояние свыше 250 км со скоростью до 40 км/ч или на расстояние до 250 км с большей скоростью, которую допускает транспортное средство;
- различными видами транспорта: воздушным, железнодорожным транспортом и водным путем (в том числе, транспортирование морем) в сочетании их между собой и с автомобильным транспортом, отнесенным к условиям транспортирования Л и С по ГОСТ 23216 с общим числом перегрузок более четырех или к настоящим условиям транспортирования; водным путем (кроме моря) совместно с перевозками, отнесенными к условиям транспортирования С с любым числом перегрузок.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов - 5 по ГОСТ 15150. Изделие транспортируется под навесом или в крытом автотранспорте, исключающим попадание влаги при температуре воздуха от минус 50°C до плюс 50°C.

Транспортирование УПП производится в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на соответствующих видах транспорта.

Условия хранения УПП должны соответствовать требованиям категории I по ГОСТ 15150. Хранение УПП осуществляется на отапливаемых, вентилируемых складах при температуре воздуха от плюс 5°C до плюс 40°C.

1.6 Условия эксплуатации

Климатическое исполнение УПП – УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150. УПП должно эксплуатироваться в закрытых отапливаемых, вентилируемых производственных помещениях с отсутствием воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков при температуре окружающей среды от плюс 1 до плюс 40°C и относительной влажности воздуха не более 80% при 25°C.

УПП предназначен для стационарного монтажа на стене в виде навесного шкафа при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не выше 100 Гц (в соответствии с группой условий эксплуатации М2 по ГОСТ 17516.1). Рабочее положение УПП – вертикальное, при этом допускается отклонение от вертикали до 5 градусов в любую сторону.

Место установки УПП должно быть защищено от попадания воды, эмульсии, масел и т.п. Окружающая среда должна быть невзрывоопасной, не содержащей агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы, не насыщенной токопроводящей пылью и водяными парами. Содержание нетокопроводящей пыли в помещении и в охлаждающем воздухе должно быть не более 0,7 мг/кубометр. По содержанию коррозионно-активных агентов допускается эксплуатация в промышленной атмосфере типа II по ГОСТ 15150.

Отклонение напряжения и частоты питающей сети в соответствии с ГОСТ 32144-2013. **Потребитель должен принять меры по ограничению перенапряжения в точке подключения УПП, вызванного грозовыми разрядами и коммутлируемым перенапряжением на уровне $1,25U_{ном}$ длительностью не более 1 сек.**

1.7 Устройство и принцип работы

Устройство плавного пуска представляет собой трехфазный тиристорный регулятор напряжения на базе микропроцессорной системы управления.

Основное назначение устройства плавного пуска – плавный разгон асинхронного двигателя до номинальной скорости путем бесступенчатого управляемого повышения напряжения на статоре двигателя. Регулирование напряжения осуществляется системой импульсно-фазового управления посредством изменения угла открытия тиристорov, включенных попарно встречно-параллельно в каждую фазу (см. рисунок 1.2). При этом выходная частота остается постоянной и соответствует частоте сети.

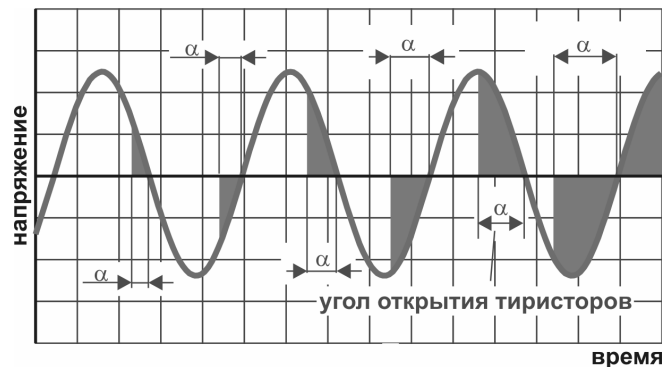


Рисунок 1.2

Чем больше угол открытия тиристора – тем больше будет значение напряжения, прикладываемого к двигателю. А так как вращающий момент асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения, то одновременно с ограничением напряжения происходит и снижение ударных пусковых моментов (см. рисунок 1.3). Благодаря плавному повышению напряжения на двигателе обеспечивается снижение пусковых токов до уровня $2...4I_{НОМ}$, при этом время запуска двигателя остается малым, хотя и увеличивается по сравнению со временем прямого пуска.

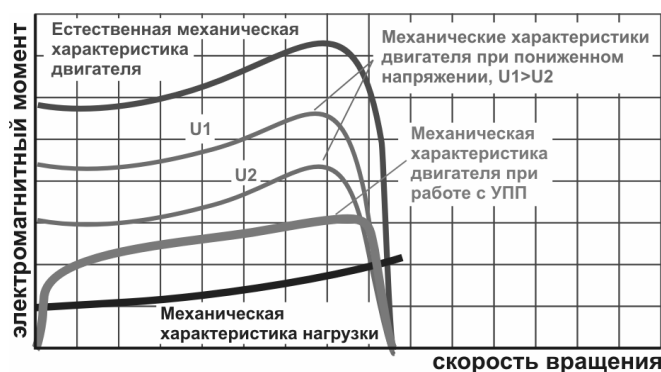


Рисунок 1.3

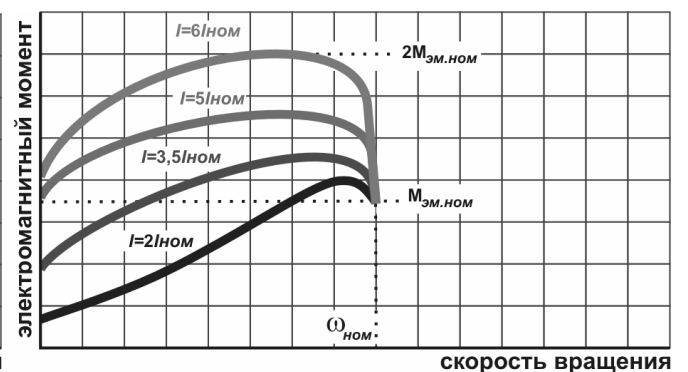


Рисунок 1.4

Значение пускового тока определяется настройкой начального и конечного углов открытия тиристорov, а также требуемой длительностью нарастания напряжения (временем плавного пуска). При различных параметрах токоограничения двигателя в процессе пуска получают различные механические характеристики двигателя (см. рисунок 1.4). При этом следует отметить, что, несмотря на наличие перегрузки по току $2...3*I_{НОМ}$, при низких скоростях вращения (в начале пуска) момент, развиваемый двигателем существенно ниже номинального. Этот факт приводит к тому, что применение УПП для пуска механизмов с большим статическим моментом на валу при низких скоростях вращения возможен только с существенной перегрузкой по току. Эта

перегрузка может быть сопоставима с токовой перегрузкой, возникающей при прямом пуске таких механизмов.

Следует также учитывать, что независимо от значения и характера изменения нагрузки на валу пуск двигателя с использованием УПП при перегрузке по току менее $2 \cdot I_{ном}$ практически невозможен.

Для пуска механизмов с большим моментом трогания в УПП предусматривается возможность подачи отрывающего импульса (кик-старта).

После окончания разгона двигателя в УПП имеется возможность переключения двигателя на сеть с использованием внешнего шунтирующего (обводного) контактора. При этом при включенном контакторе УПП также обеспечивает все необходимые защитные функции двигателя. Типовая диаграмма изменения угла открытия тиристоров при работе УПП приведена на рисунке 1.5.

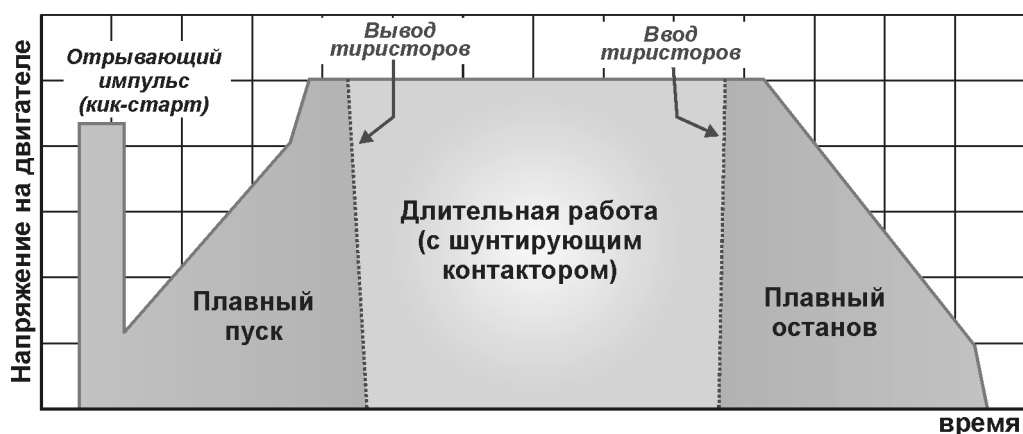


Рисунок 1.5

Функциональная схема УПП приведена на рисунке 1.6.

УПП состоит из трех функционально взаимосвязанных блоков:

- силовая часть;
- система управления и защиты;
- система питания.

Силовая часть состоит из:

- 1) силового блока с системой охлаждения и защиты, в состав которого входят:
 - шесть тиристоров, включенных попарно встречно-параллельно в каждую фазу, с цепями защиты;
 - система охлаждения силовых полупроводниковых приборов (радиаторы, встроенные датчики температуры, вентиляторы);
- 2) драйверов управления тиристорами, с трансформаторной гальванической развязкой от системы управления.

В УПП предусмотрена возможность подключения внешнего обводного контактора или магнитного пускателя для шунтирования силовой части по окончании процесса пуска двигателя (по выходу на номинальный режим работы).

Система управления и защиты включает в себя:

- три датчика тока, по одному на каждую фазу;
- датчики входного и выходного напряжения;
- микропроцессорную систему управления;
- пульт управления.

Система питания состоит из блока питания и монитора сетевого напряжения.

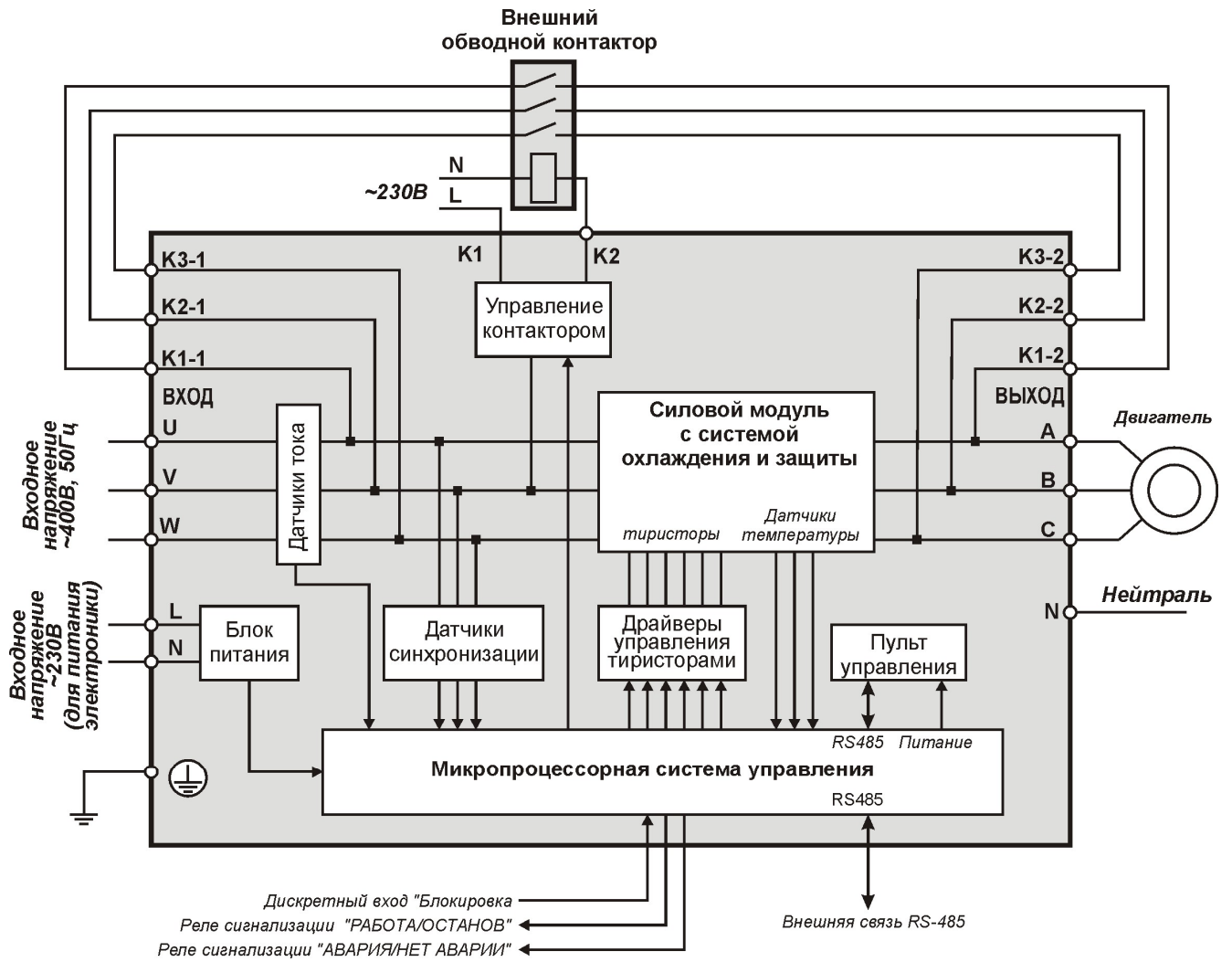


Рисунок 1.6 – Структурная схема УПП

2. УСТАНОВКА И МОНТАЖ

2.1 Рекомендации по установке

Установка, настройка и обслуживание УПП должна производиться только квалифицированным техническим персоналом.

Производите установку УПП в соответствии с данным руководством. Небрежное обращение может привести к повреждению УПП. Не бросайте УПП, не подвергайте его ударам и тряске при переноске.

Помещение, где устанавливается УПП, должно соответствовать требованиям условий эксплуатации УПП (см. раздел 1.6).

При работе УПП нагревается, поэтому свободное пространство вокруг УПП должно составлять не менее 10 см и гарантировать циркуляцию воздуха и охлаждение.

Поверхность, на которую устанавливается УПП, должна быть из невоспламеняющегося материала и иметь достаточную механическую прочность, чтобы выдержать вес УПП.

При установке УПП в шкафу необходимо обратить внимание на эффективность охлаждения. Необходимо следить, чтобы поток воздуха от вентилятора шкафа проходил как можно ближе к УПП. Пример расположения УПП в шкафу приведен на рисунке 2.1а. УПП должно быть размещено так, чтобы не попадать в поток воздуха от других УПП и тепловыделяющих элементов другого оборудования. Желательно избегать размещения одного УПП над другим или выдерживать при этом минимальное расстояние между блоками 300 мм. Пример расположения нескольких УПП в шкафу показаны на рисунке 2.1б.

Температура воздуха на входе УПП не должна превышать 40°C. Вентилятор принудительного охлаждения шкафа должен быть установлен так, чтобы получить максимальный обдув УПП. Для исключения рециркуляции нагретого воздуха снаружи и внутри шкафа рекомендуется устанавливать отражательные щитки.

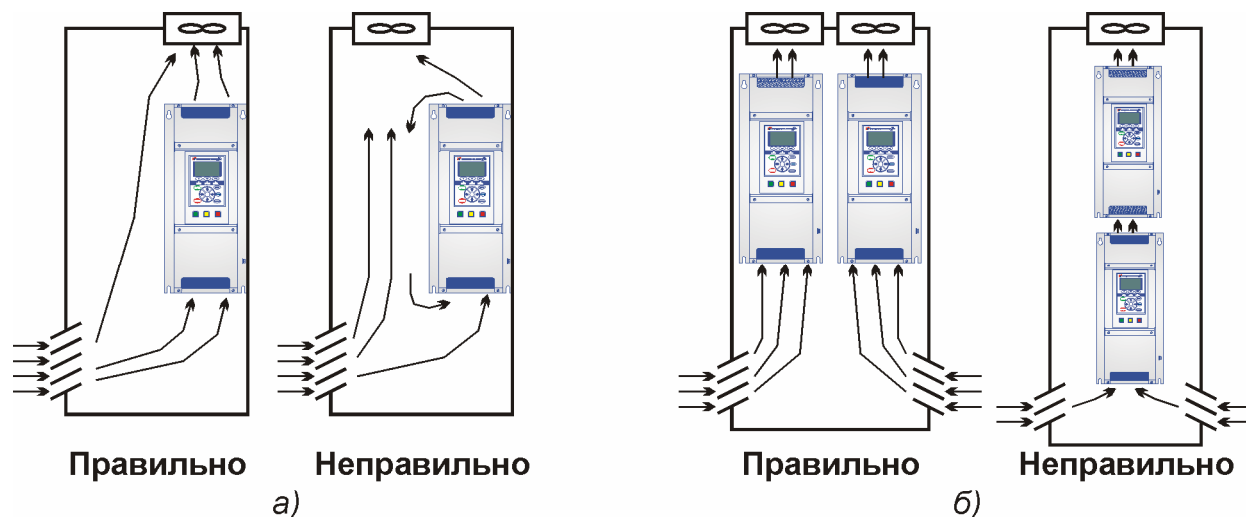


Рисунок 2.1 – Примеры размещения в шкафу:
а) одно УПП; б) несколько УПП



ВНИМАНИЕ!

- 1. Перед монтажом УПП внимательно ознакомьтесь с мерами безопасности.*
- 2. Перед установкой убедитесь, что параметры УПП соответствуют параметрам питающей сети и параметрам подключаемого двигателя.*



ВНИМАНИЕ!

Установку и монтаж УПП должен проводить только квалифицированный электротехнический персонал, ознакомленный с устройством и работой УПП, данным руководством по эксплуатации и имеющий разрешение на проведение данного вида работ.



ВНИМАНИЕ!

Запрещается при работе загоразивать подходы к корпусу УПП и загоразивать воздухопроводные щели в корпусе УПП.

2.2 Порядок подключения

Клеммы подключения силовых и сигнальных цепей находятся внутри УПП (см. рисунок 2.2а – 2.2д). Для доступа к ним необходимо снять нижнюю и верхнюю части передней панели УПП.

Порядок подключения УПП:

1. Подключите силовые кабели к УПП в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 2.3 настоящего руководства.
2. Подключите сигнальные цепи в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 2.4 настоящего руководства.

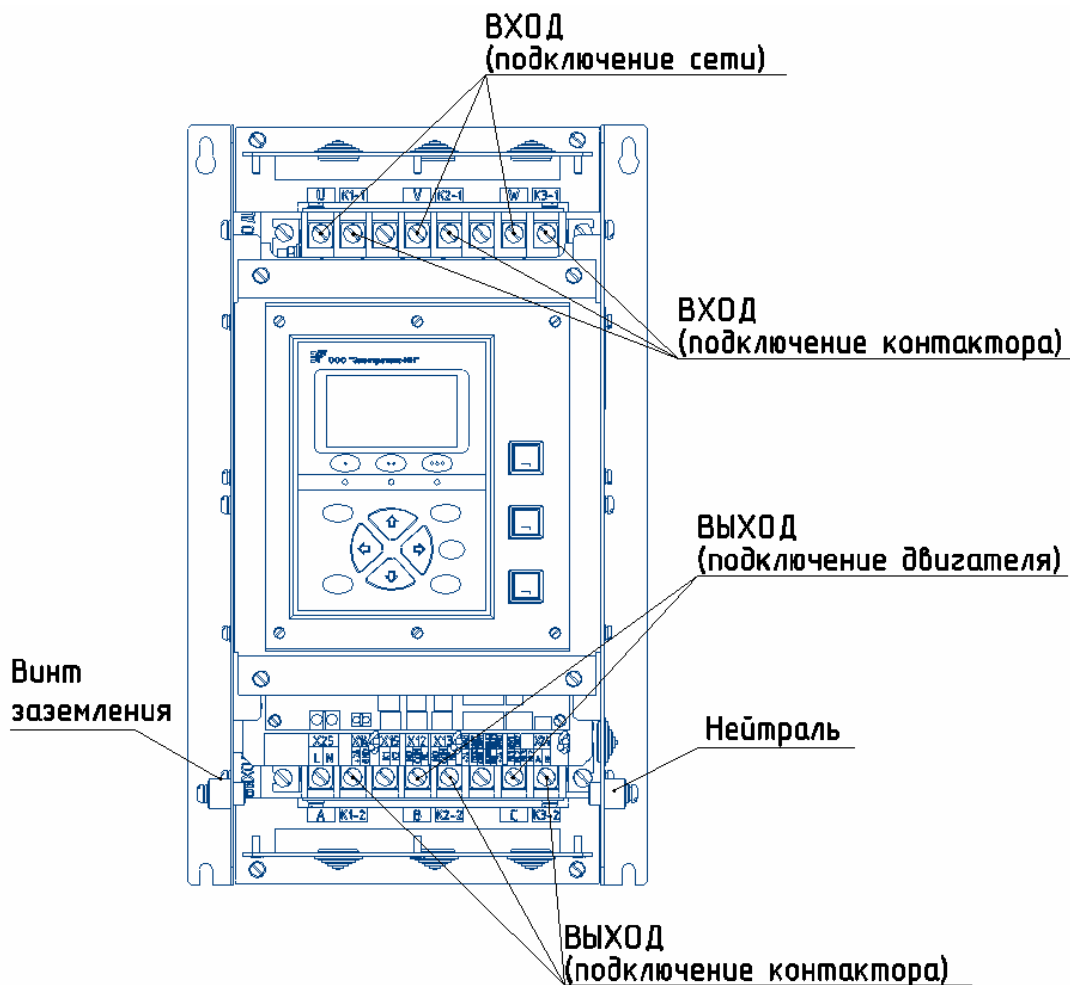


Рисунок 2.2а – Расположение клемм подключения в УПП мощностью 18,5 – 30 кВт

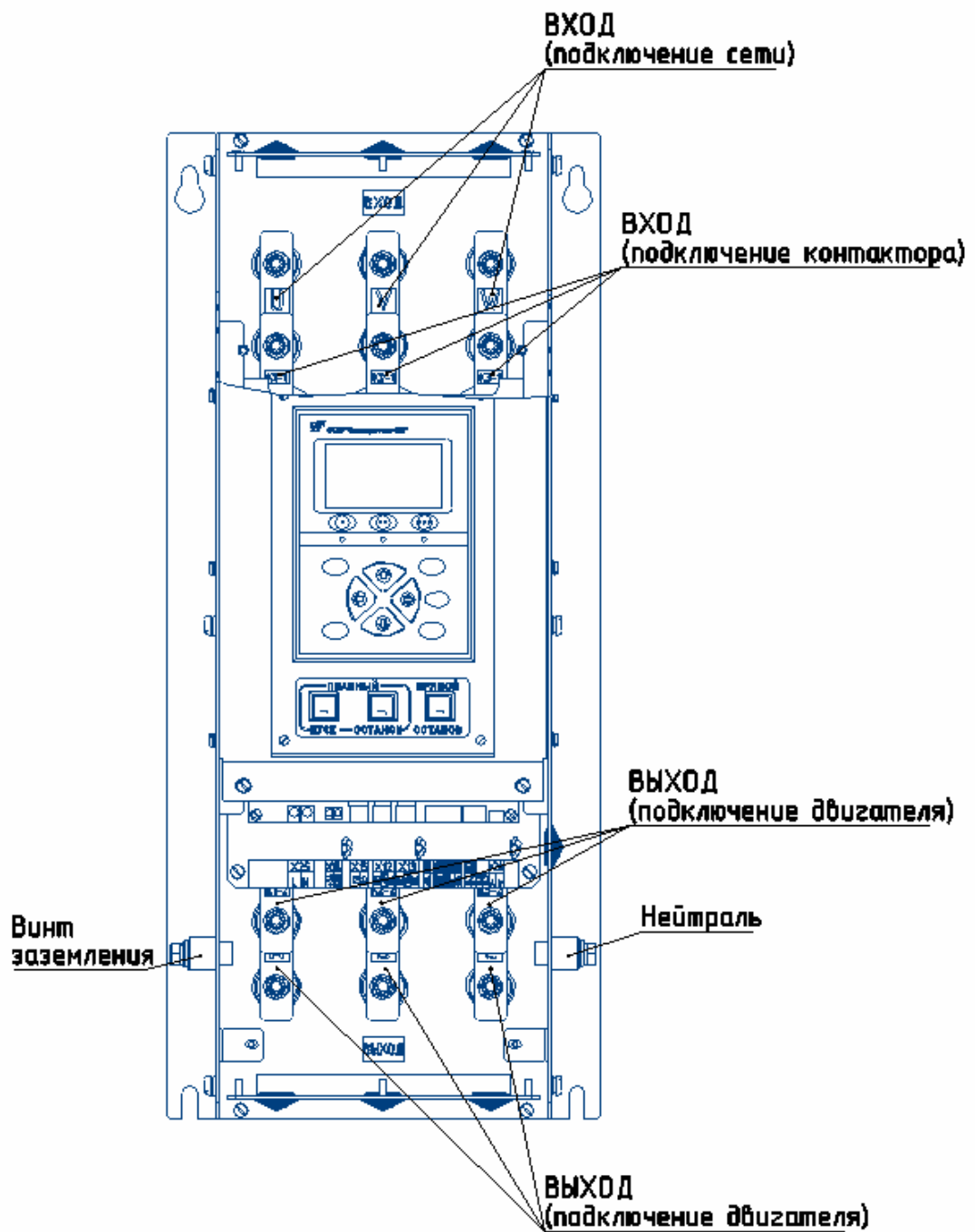


Рисунок 2.26 – Расположение клемм подключения в УПП мощностью 37 - 132 кВт

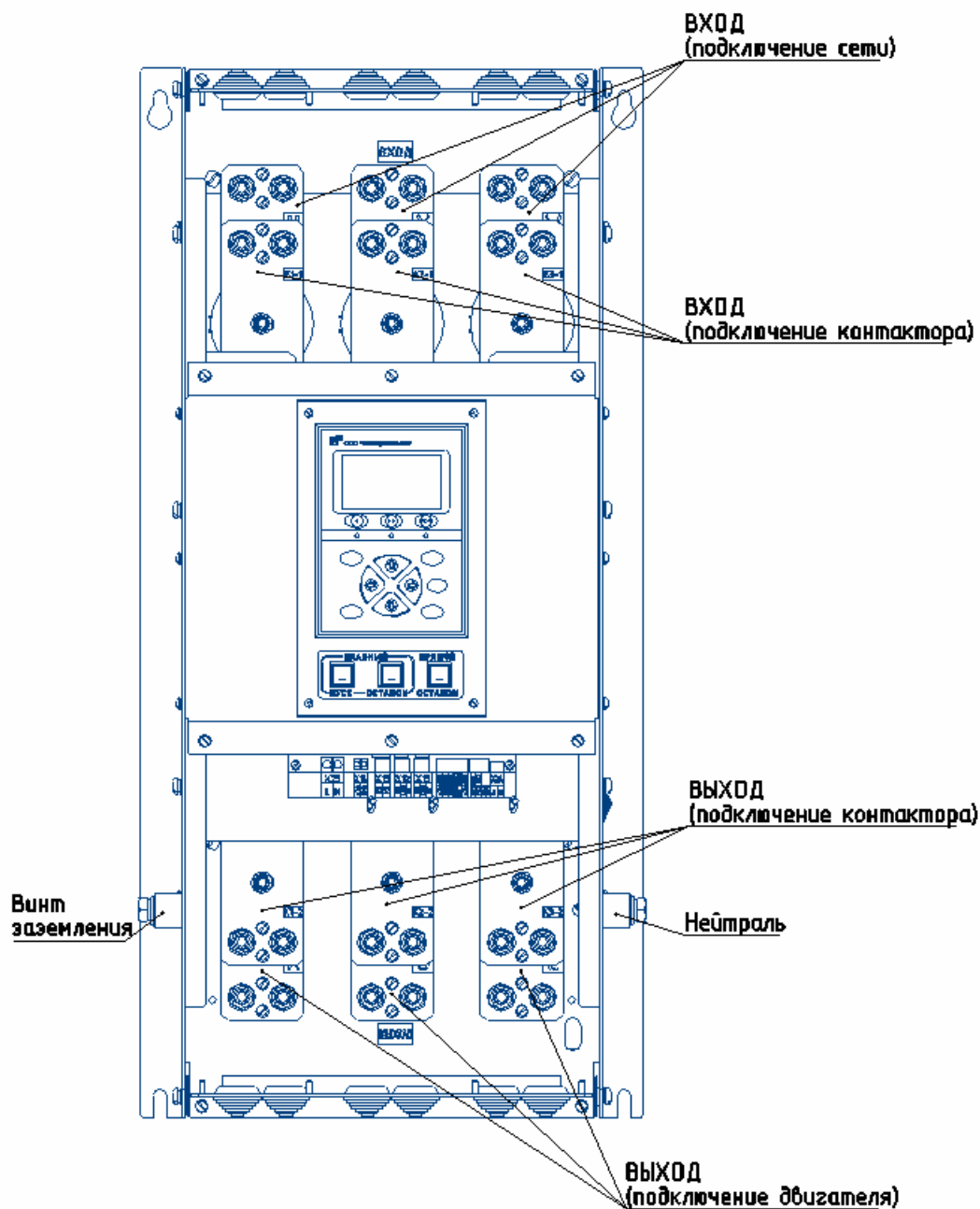


Рисунок 2.2в – Расположение клемм подключения в УПП мощностью 160 - 200 кВт

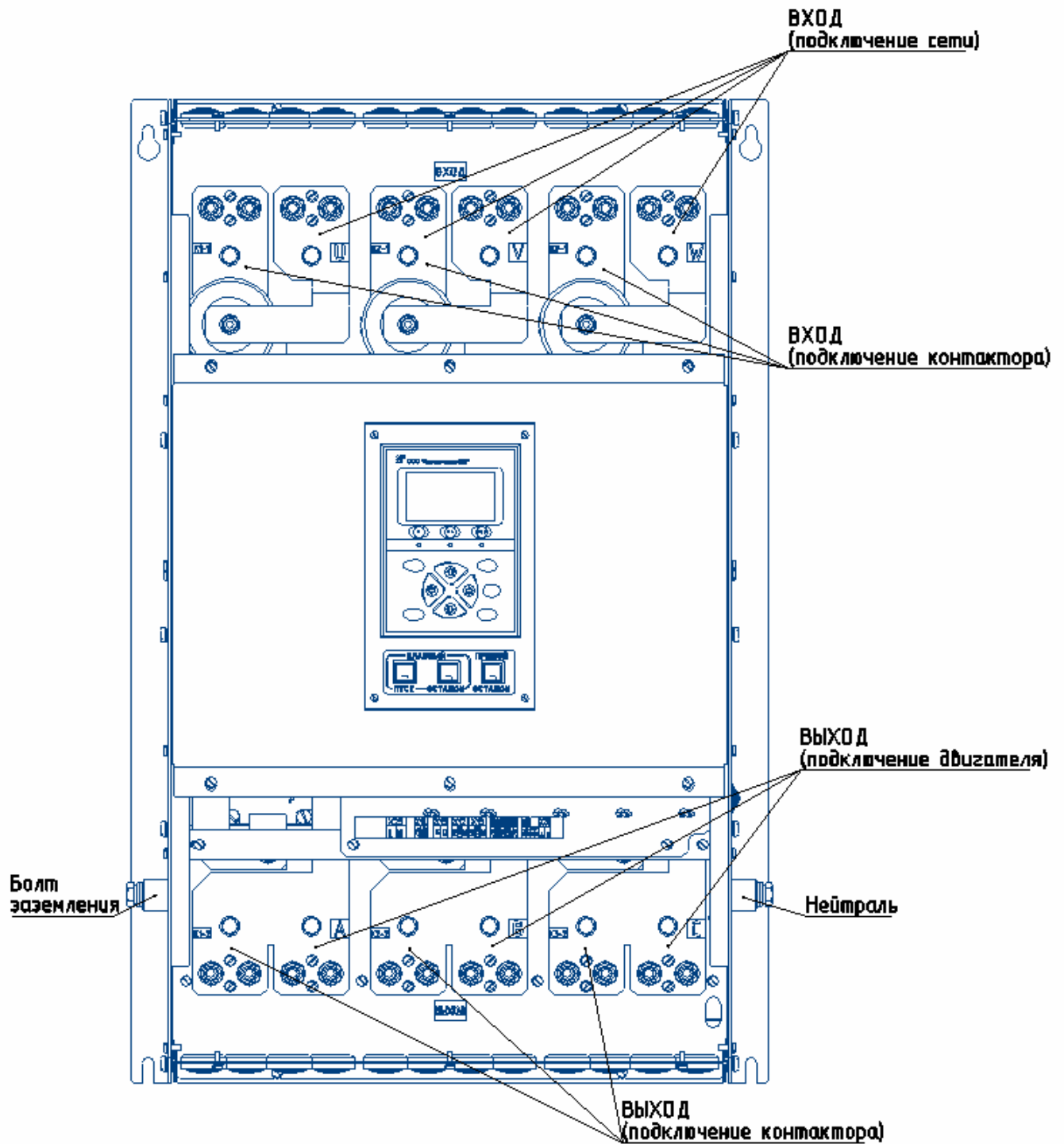


Рисунок 2.2г – Расположение клемм подключения в УПП мощностью 250 кВт

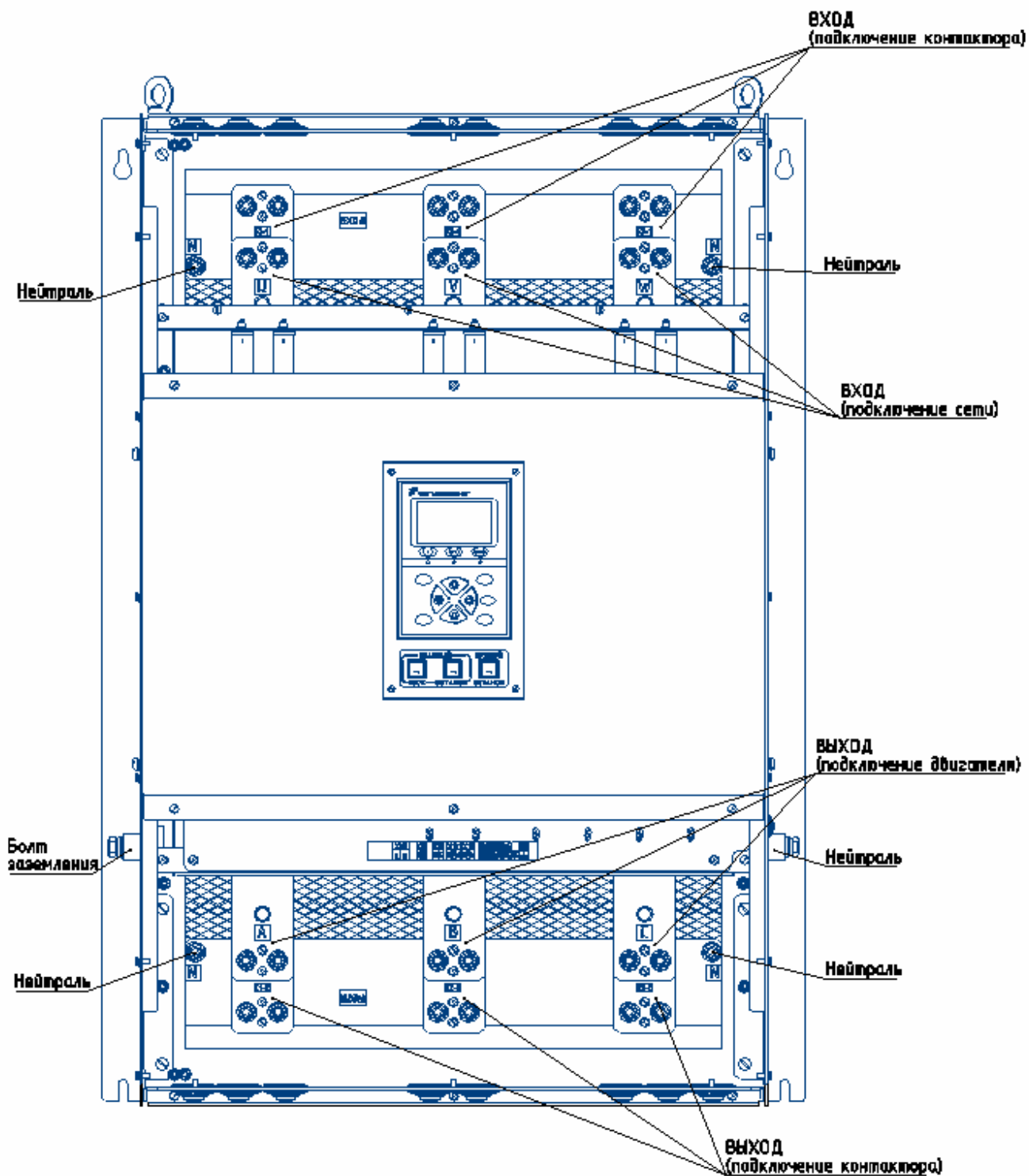


Рисунок 2.2д – Расположение клемм подключения в УПП мощностью 315 - 400 кВт

2.3 Подключение силовых цепей

Рекомендуемая схема подключения силовых цепей приведена на рисунке 2.3.

Подключение входного силового кабеля производить к клеммам УПП с маркировкой «ВХОД» U, V, W. Подключение выходного силового кабеля (кабеля двигателя) производить к клеммам УПП с маркировкой «ВЫХОД» А, В, С.

Подключение питания электроники производить к клеммам с маркировкой L, N. Допускается подключать фазу питания электроники, как от отдельного ввода, так и с помощью перемычки между клеммой L и любой из входных клемм U, V или W.

Внешний обводной контактор необходим для шунтирования силовой схемы УПП по окончании разгона двигателя. При работе с обводным контактором повышается КПД устройства плавного пуска.



ВНИМАНИЕ!

Конструкция УПП с естественным воздушным охлаждением не рассчитана на длительную работу при номинальном токе без использования обводного контактора, поэтому подключение внешнего контактора является обязательным.

Подключение обводного контактора осуществляется к клеммам с маркировкой K1-1, K1-2, K1-3 на входе УПП и к клеммам с маркировкой K2-1, K2-2, K2-3 на выходе УПП. Подключение цепи управления обводным контактором осуществляется к клеммам K1 и K2 разъема X15 (см. рисунки 2.3 и 2.4).

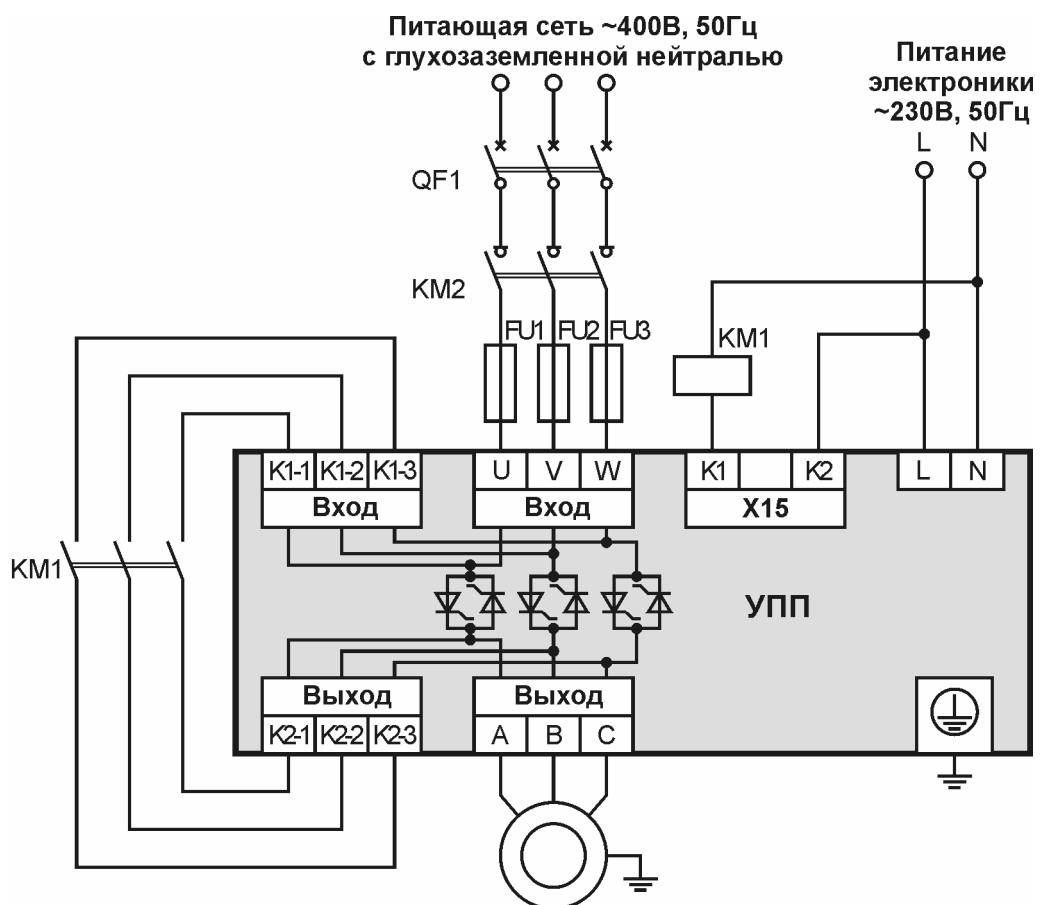


Рисунок 2.3 – Схема подключения силовых цепей УПП

ВНИМАНИЕ!

УПП не изменяет последовательность чередования фаз. Соответствие входных и выходных фаз: U–A, V–B, W–C. Направление вращения двигателя при включении УПП определяется только чередованием фаз входного напряжения!

Автоматический выключатель QF1 необходим для подачи питания и защиты УПП. Номинальный ток для автоматического выключателя не должен значительно превышать номинальный ток УПП, в противном случае не будет обеспечиваться надлежащая защита. Рекомендуется использовать автоматические выключатели с характеристикой электромагнитного расцепителя "D".

В случае если используемый автоматический выключатель не обеспечивает необходимой величины защитного показателя I^2t , приведенной в таблице 2.1, то для защиты УПП наряду с автоматическим выключателем рекомендуется использование быстродействующих предохранителей (FU1 - FU3).

При необходимости обеспечения дистанционного включения питания УПП рекомендуется устанавливать автоматический выключатель с приводом дистанционного управления. Не допускается использование автоматических выключателей с приводом ручного непосредственного действия!

Рекомендуемые типы автоматических выключателей и магнитных пускателей, а также рекомендации по выбору предохранителя приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Выходная активная мощность УПП	Тип выключателя автоматического $U_{ном} \sim 400В$	Тип магнитного пускателя	Защитный показатель предохранителя I^2t , не более
18,5 кВт	ВА47-29 $I_n=50A$	ПМУ4011М	4 000
22 кВт	ВА47-29 $I_n=63A$	ПМУ5011М	4 000
30 кВт	ВА47-100 $I_n=80A$	ПМУ6511М	10 000
37 кВт	ВА47-100 $I_n=80A$	ПМУ8011М	10 000
45 кВт	ВА57-35 $I_n=100A$	ПМУ10022М	120 000
55 кВт	ВА57-35 $I_n=125A$	ПМУ15022М	120 000
75 кВт	ВА57-35 $I_n=160A$	ПМУ17022М	240 000
90 кВт	ВА57-35 $I_n=200A$	ПМУ20022М	300 000
110 кВт	ВА57-35 $I_n=250A$	ПМУ30022М	300 000
132 кВт	ВА52-37 $I_n=250A$	ПМУ30022М	300 000
160 кВт	ВА51-35 $I_n=320A$	КТ6043 320А	551 000
200 кВт	ВА51-39 $I_n=400A$	КТ6043 400А	551 000
250 кВт	ВА51-39 $I_n=500A$	КТ6053 500А	980 000
315 кВт	ВА51-39 $I_n=630A$	КТ6053 630А	2 420 000
400 кВт	ВА53-41 $I_n=800A$	КТ6063 800А	2 420 000

**ОСТОРОЖНО!**

Короткое замыкание на выходе УПП является недопустимым, так как устройство не содержит встроенных цепей, способных прервать ток. Величина тока при коротком замыкании ограничивается только параметрами самой питающей сети и внешними цепями защит.

**ВНИМАНИЕ!**

Несмотря на то, что УПП существенно снижает ток разгона, все элементы цепи питания двигателя должны определяться как для прямого пуска и по правилам защиты от токов короткого замыкания.

**ВНИМАНИЕ!**

УПП не может быть использовано как разъединитель цепи или изолирующее устройство!

**ВНИМАНИЕ!**

Подключение УПП к питающей сети должно осуществляться через специальную защитную и коммутационную аппаратуру (автоматический выключатель, магнитный пускатель).

**ВНИМАНИЕ!**

Если случайный пуск установки с двигателем представляет опасность для персонала или оборудования, то УПП необходимо подключить через прерывающее устройство (контактор) управляемое внешней системой безопасности (аварийного останова).

**ВНИМАНИЕ!**

Не используйте автоматический выключатель с приводом ручного непосредственного действия для пуска и останова УПП!



ВНИМАНИЕ!

Не допускайте подключения конденсаторов для компенсации реактивной мощности к выходу УПП.



ВНИМАНИЕ!

Не допускайте присоединения к выходу помехоподавляющих фильтров, ограничителей импульсных помех и других устройств, не предназначенных для работы с частотно регулируемым приводом.




ОСТОРОЖНО!

Подключаемые кабели должны быть обесточены. Подключение следует производить только после остановки УПП и отключения его от сети.



ВНИМАНИЕ!

Следите, чтобы обрезки провода при монтаже не попадали внутрь корпуса УПП. Это может вызвать срабатывание защит и неисправность УПП.

Для предотвращения поражения электрическим током корпуса УПП и электродвигателя необходимо заземлить. Для заземления необходимо использовать соответствующий винт или болт, находящийся на боковой панели корпуса УПП (см. рисунок 2.2) и имеющий маркировку . Сечение проводника заземления должно выбираться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок». Рекомендуется использование проводников заземления сечением, равным сечению силовых кабелей. Для улучшения электромагнитной совместимости точка заземления должна быть как можно ближе к УПП; сопротивление цепи заземления должно составлять не более 4 Ом.

Сечение проводников подключения двигателя и обводного контактора должно выбираться исходя из номинального тока двигателя и условий прокладки кабеля в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок». Падение напряжения в кабеле должно быть не более 2%. Рекомендуемые сечения для проводников с поливинилхлоридной изоляцией при их прокладке в одной трубе приведены в таблице 2.2.

Со стороны УПП силовые кабели должны иметь наконечники с изоляцией типа "манжета". Затягивать клеммы необходимо с рекомендуемым моментом. Неплотная затяжка может быть причиной неправильной работы. Слишком сильная затяжка может повредить клеммную колодку. Рекомендуемые моменты затяжки клеммных винтов (болтов) приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Рекомендуемые сечения кабелей и моменты затяжки клемм

Выходная активная мощность УПП	Размер клеммного болта	Момент затяжки, Н·м	Сечение силового кабеля, мм ²	
			медь	алюминий
18,5 кВт	M6	5,4	6,0	10,0
22 кВт	M6	5,4	10,0	16,0
30 кВт	M6	5,4	16,0	16,0
37 кВт	M6	5,4	16,0	25,0
45 кВт	M6	5,4	25,0	35,0
55 кВт	M6	5,4	35,0	50,0
75 кВт	M8	14,0	50,0	70,0
90 кВт	M10	14,0	70,0	95,0
110 кВт	M10	25,0	95,0	120,0
132 кВт	M10	25,0	120,0	2x70,0
160 кВт	M12	41,0	2x50,0*	2x95,0*
200 кВт	M12	41,0	2x70,0*	2x120,0*
250 кВт	M12	41,0	2x95,0*	2x150,0*
315 кВт	M12	41,0	2x120,0*	—
400 кВт	M12	41,0	2x150,0*	—

Примечание: * подключение двумя кабелями указанного сечения

2.4 Подключение сигнальных цепей

УПП имеет в своем составе модуль взаимодействия с внешними управляющими сигналами. Рекомендуемые схемы подключения сигнальных цепей приведены на рисунке 10. Расположение и функциональное назначение клемм приведено на рисунке 2.4 и в таблице 2.3. Для доступа к клеммам необходимо снять нижнюю часть передней панели УПП.

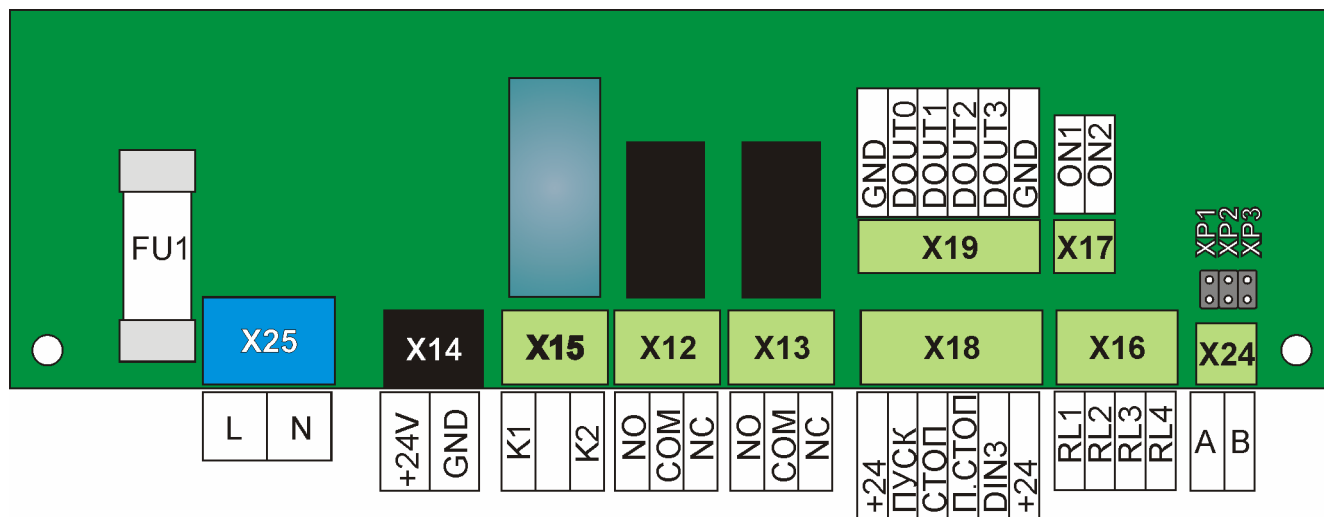


Рисунок 2.4 – расположение и функциональное назначение клемм подключения сигнальных цепей УПП

ВНИМАНИЕ!



Подключение сигнальных цепей необходимо проводить при отключенном питании УПП, входных и выходных устройств!

Максимальное сечение соединительных проводов 1,5 мм² (AWG16), максимальный момент затяжки 0,4 Н·м. Для затяжки винтов необходима отвертка с плоским шлицем и шириной лезвия 2 мм.

Подключение сигнальных цепей рекомендуется выполнять гибкими экранированными кабелями с многожильными проводниками. Рекомендуемая длина зачищаемого конца проводов 7±1 мм. Слишком большая длина зачищенного конца может стать причиной замыкания, а слишком малая - причиной ненадежного подсоединения. Перед подсоединением на зачищенный конец кабеля рекомендуется установить обжимной наконечник. При отсутствии наконечников зачищенный конец кабеля необходимо скрутить, но не облуживать.

При подключении сигнальных цепей не допускается передача по одному кабелю сигналов 24В (в т.ч. сигналов дискретных входов) и сигналов 230В переменного тока (например, подключенных к релейным выходам).

При прокладке силовые и сигнальные кабели необходимо разносить как можно дальше друг от друга. При параллельной прокладке силовых и сигнальных кабелей расстояние между ними должно быть не менее 30см. Пересечение силовых и сигнальных кабелей рекомендуется выполнять под углом 90°.

Таблица 2.3

Разъем	Клемма	Обозначение	Функциональное назначение
X25	1	L	Питание электроники УПП ~230 В, 50 Гц
	2	N	
X14	1	+24V	Управление встроенным вентилятором охлаждения
	2	GND	
X15	1	K1	Управление внешним обводным контактором. Встроенное промежуточное реле с коммутирующей способностью 250VAC, 10A
	2	—	
	3	K2	
X12	1	NO	Реле состояния «Работа» Коммутирующая способность 3A 250 VAC или 3A 30VDC
	2	COM	
	3	NC	
X13	1	NO	Реле состояния «Авария» Коммутирующая способность 3A 250 VAC или 3A 30VDC
	2	COM	
	3	NC	
X18	1	+24	Питание дискретных входов
	2	ПУСК	Дискретный вход «Плавный пуск»
	3	СТОП	Дискретный вход «Плавный останов»
	4	П.СТОП	Дискретный вход «Прямой останов»
	5	DIN3	Зарезервировано
	6	+24	Питание дискретных входов
X17	1	ON1	Дискретный вход «Блокировка».
	2	ON2	
X24	1	A	Интерфейс RS485 с гальванической развязкой.
	2	B	
X16	—	—	Зарезервировано
X19	—	—	Зарезервировано

2.4.1 Подключение дискретных входов и входа блокировки

УПП имеет три дискретных входа с фиксированным функциональным назначением:

- «ПЛАВНЫЙ ПУСК». При активации (замыкании) входа осуществляется пуск двигателя в соответствии с заданными программными настройками;
- «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ». При активации (замыкании) входа осуществляется останов двигателя в соответствии с заданными программными настройками;
- «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ». При активации (замыкании) входа осуществляется останов двигателя самовыбегом независимо от заданных настроек.

Управление дискретными входами осуществляется замыканием входа на контакт «+24» внутреннего источника питания. Для этого могут использоваться датчики типа «сухой контакт», кнопки или переключатели кнопочного поста управления, устройства релейной автоматики, а также транзисторные выходы программируемых контроллеров.

Номинальное напряжение внутреннего источника питания +24 В; номинальный ток, протекающий при замкнутом входе - 8 мА. Гальваническая развязка дискретных входов отсутствует.

Кнопки без фиксации «Плавный пуск», «Плавный останов» и «Прямой останов», расположенные на лицевой панели УПП, на заводе-изготовителе подключены к дискретным входам. При необходимости дистанционного управления кнопки могут быть отключены; также возможно подключение параллельно кнопкам (см. рисунок 2.5).



При работе УПП в режиме пусков и остановов «По расписанию» управление командами «ПЛАВНЫЙ ПУСК» и «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» от дискретных входов недоступно.

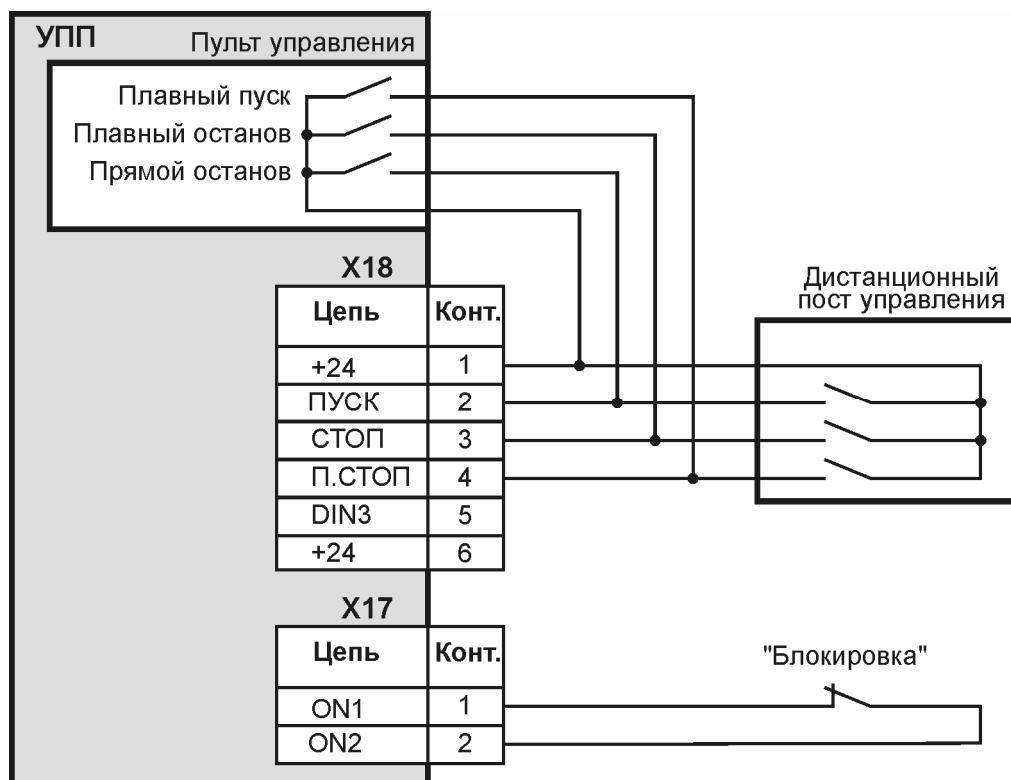


Рисунок 2.5 – Подключение дискретных входов

Также в УПП предусмотрен дискретный вход с функцией «БЛОКИРОВКА». При активации (размыкании) входа производится останов двигателя самовыбегом. Запуск двигателя при активированном входе невозможен. При снятии активации входа запуск двигателя возможен только при наличии активной команды «пуск».



На заводе-изготовителе на дискретном входе «БЛОКИРОВКА» установлена перемычка, так чтобы сигнал «блокировка» был неактивен.

2.4.2 Подключение релейных выходов и внешнего обводного контактора

В УПП имеются два релейных выхода с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами (см. рисунок 2.6). Возможно подключение внешних цепей как постоянного, так и переменного тока.

Коммутирующая способность релейных выходов:

- нормально замкнутые контакты 3 А 250 В переменного тока, 3 А 30 В постоянного тока;
- нормально разомкнутые контакты 5 А 250 В переменного тока, 5 А 30 В постоянного тока.

Функциональное назначение релейных выходов фиксированное:

- реле «Работа» (при остановленном УПП замкнуты контакты COM-NC, при разгоне, торможении и работе двигателя замкнуты контакты COM-NO);
- реле «Авария» (при наличии аварии замкнуты контакты COM-NC, при отсутствии аварий – замкнуты контакты COM-NO).

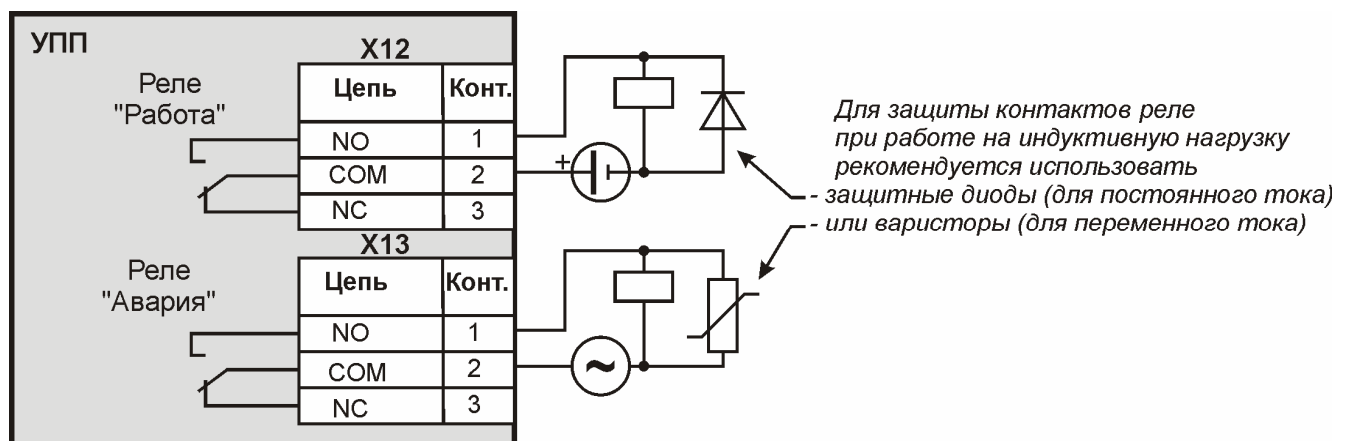


Рисунок 2.6 - Релейные выходы

Для защиты контактов реле при подключении индуктивной нагрузки (например, контакторов), необходимо использовать защитные диоды (для цепей постоянного тока) или варисторы (для цепей переменного тока). Защитные диоды или варисторы следует устанавливать непосредственно на катушку контактора.

Для подключения внешнего обводного контактора в УПП имеется встроенное промежуточное реле с коммутирующей способностью 10 А 250 В переменного тока.

2.4.3 Подключение интерфейса RS485

УПП имеет встроенный интерфейс RS485 с протоколами Modbus ASCII и RTU. Управление по интерфейсу RS485 может осуществляться как с пульта дистанционного управления (приобретается отдельно), так и от внешней системы управления или персонального компьютера. Подключение внешних устройств осуществляется к разъему X24.

Настройка параметров связи осуществляется в меню **п. 4.3** "Порт внешней связи". Спецификация интерфейса связи RS485 и описание таблицы параметров ModBus доступно в виде отдельного руководства на сайте www.etx-in.ru.

3. УПРАВЛЕНИЕ УПП

3.1 Режимы управления работой УПП

Для управления УПП предусмотрены следующие команды:

- «ПЛАВНЫЙ ПУСК» - при поступлении команды УПП осуществляет разгон двигателя в соответствии с заданными программными настройками;
- «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» - при поступлении команды УПП осуществляет останов двигателя в соответствии с заданными программными настройками. Если в настройках задан тип останова «самовыбег», то действие команды «Плавный останов» полностью идентично команде «Прямой останов»;
- «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ» - при поступлении команды УПП осуществляет останов двигателя самовыбегом независимо от заданных настроек
- «БЛОКИРОВКА» - при поступлении команды УПП осуществляет останов двигателя самовыбегом независимо от заданных настроек

Команды «ПЛАВНЫЙ ПУСК», «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» и «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ» могут быть сформированы одним из следующих способов:

- кнопками ПУСК и СТОП на местном пульте управления;
- кнопками «ПЛАВНЫЙ ПУСК», «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» и «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ»;
- внешней контактной аппаратурой, формирующей сигналы "Плавный пуск", "Плавный останов" и "Прямой останов" на дискретных входах УПП;
- в соответствии с заданным суточным или недельным расписанием;
- кнопками ПУСК и СТОП на пульте дистанционного управления или внешней системой АСУТП, подключенной по интерфейсу RS485.

Команда «БЛОКИРОВКА» может быть сформирована только сигналом на соответствующем дискретном входе.

Команды «ПЛАВНЫЙ ПУСК» и «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» выполняются независимо от их источника (кроме режима работы УПП «По расписанию»).

В режиме работы «По расписанию» управление командами «ПЛАВНЫЙ ПУСК» и «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» от дискретных входов, местного и дистанционного пульта управления, а также от внешней АСУ ТП недоступно.

Команды «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ» и «БЛОКИРОВКА» выполняются независимо от текущего режима управления УПП.



При нахождении УПП в состоянии "запуск" команда «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» воспринимается как команда "ПРЯМОЙ ОСТАНОВ". При этом происходит отключение выходного напряжения УПП и останов двигателя самовыбегом.



*После изменения настроек УПП **НЕ ВЫКЛЮЧАЙТЕ** питание электроники в течение не менее 30 секунд.*

3.2 Описание алгоритмов пуска и останова

3.2.1 Запуск (разгон) двигателя

Устройство плавного пуска реализует следующие алгоритмы плавного пуска:

- линейный алгоритм
- пуск с токоограничением.

Выбор алгоритма пуска двигателя осуществляется в меню **п.2.4.1** "Алгоритм запуска".

3.2.1.1 Линейный алгоритм пуска

При линейном алгоритме процесс разгона двигателя осуществляется путем линейного повышения угла открытия тиристорov в диапазоне, определяемом настройками начального и конечного угла пуска (см. **п.2.4.3** "Линейный: настройка"). Длительность разгона определяется значением времени плавного запуска (см. **п.2.3.1** "Время запуска/останова: Плавный запуск"). Значение тока двигателя при линейном алгоритме пуска определяется исключительно нагрузкой двигателя и заданными параметрами алгоритма пуска. При неизменных параметрах алгоритма пуска изменение нагрузки двигателя приведет к различным пусковым токам двигателя.

По окончании разгона формируется сигнал на включение контактора. После этого осуществляется выдержка времени, необходимая для срабатывания контактора; затем угол открытия тиристорov линейно снижается в течение времени, определяемого настройкой **п.2.3.5** "Время запуска/останова: Вывод тиристорov". Если обводной контактор отсутствует или не сработал, произойдет останов двигателя (подробно – см. раздел 3.2.1.5 настоящего руководства).

3.2.1.2 Алгоритм пуска с токоограничением

При алгоритме пуска с токоограничением процесс разгона двигателя также осуществляется путем повышения угла открытия тиристорov. Однако, фактическая длительность пуска двигателя не фиксированная (как в случае линейного алгоритма пуска), а определяется величиной нагрузки двигателя и заданным уровнем токоограничения. При неизменных настройках УПП изменение нагрузки двигателя не приведет к различным пусковым токам двигателя, однако длительность пуска может уменьшиться (при снижении нагрузки) или увеличиться (при увеличении нагрузки).

При достижении уровня ограничения тока УПП автоматически приостанавливает повышение напряжения, пока ток не упадет ниже заданного предела, а затем продолжает повышать напряжение до полного значения.

Для настройки пуска с токоограничением необходимо задать начальное напряжение, прикладываемое к двигателю (**п.2.4.4** "Токоограничение: настройки: Начальный угол") и задать желаемый график токоограничения (**п.2.4.4** "Токоограничение: настройки: График токоограничения"). График задается по четырем точкам с координатами "время - ток", причем время задается в процентах от заданного времени плавного запуска (см. **п.2.3.1** "Плавный запуск"), а ток – в долях от номинального тока двигателя (см. **п.2.1** "Номинальный ток").

В процессе пуска с токоограничением максимальный темп изменения угла открытия тиристорov дополнительно ограничивается в соответствии с настройками **п.2.4.4** "Токоограничение: настройки: График нарастания угла".

Настройка графика нарастания угла заключается в задании точек с координатами "угол-темп нарастания", причем угол задается в процентах (0% - тиристор полностью закрыт, 100% - тиристор полностью открыт), а темп нарастания - в процентах от максимального темпа нарастания $2,5^\circ/\text{сек}$.

Угол открытия тиристорov при токоограничении изменяется в соответствии со следующей формулой:

$$\text{приращение _ угла} = A \cdot \frac{I_{огр} - I}{I_{огр}}$$

где A – темп нарастания угла в соответствии с заданным графиком, I – текущее значение тока двигателя, $I_{огр}$ – уровень токоограничения.

3.2.1.3 Определение окончания запуска. Защита от затянувшегося пуска

В УПП реализован специальный алгоритм, позволяющий определить фактическое окончание разгона двигателя до истечения заданного времени плавного пуска. Благодаря этому исключается возможность повреждения двигателя из-за затянувшегося пуска, например, при повышенной нагрузке двигателя.

В любом случае максимальная длительность пуска ограничивается заданным значением времени плавного запуска (см. **п.2.3.1** "Плавный запуск"). Если в течение этого времени будет обнаружено окончание запуска двигателя (см. **п.2.5** "Окончание запуска"), то угол открытия тиристорov будет выставлен в значение 180° (полностью открыто) и будет выдан сигнал на включение обводного контактора. Если окончание запуска не будет обнаружено, то по истечению времени плавного запуска будет осуществлено одно из следующих действий в соответствии с заданными настройками:

- при включенной аварии по таймауту запуска (см. **п.2.3.3** "Авария по таймауту") разгон прекращается, и УПП отключается с кодом аварии "таймаут запуска".
- при выключенной аварии угол открытия тиристорov будет выставлен в значение 180° (полностью открыто) и будет выдан сигнал на включение обводного контактора.

При необходимости алгоритм определения окончания запуска может быть отключен (см. **п.2.5** "Окончание запуска").

3.2.1.4 Кик-старт

Независимо от выбранного алгоритма пуска, в УПП имеется возможность использования отрывающего импульса (кик-старта). Использование кик-старта необходимо в механизмах с большим начальным пусковым моментом (т.н. моментом трогания), обусловленным трением покоя в механизме. Параметры кик-старта настраиваются в меню **п.2.2** "Кик-старт".

Интенсивность кик-старта определяется настройкой параметра **п.2.2.3** "Угол кик-старта", а длительность приложения - настройкой **п.2.2.2** "Время кик-старта".

При включенном разрешении использования кик-старта и поступлении команды "ПЛАВНЫЙ ПУСК" будет сформирован отрывающий импульс, после чего разгон двигателя будет осуществляться в соответствии с заданным алгоритмом пуска (см. рисунок 1.5).

3.2.1.5 Управление внешним обводным контактором.

Защита от несрабатывания внешнего обводного контактора

В УПП предусмотрен следующий алгоритм управления внешним обводным контактором: по окончании разгона двигателя формируется сигнал на включение контактора и осуществляется выдержка времени, необходимая для срабатывания контактора, после чего УПП отключает тиристоры. При последующем поступлении команды "ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ" тиристоры полностью открываются, формируется сигнал на отключение обводного контактора, и после выдержки времени осуществляется плавное понижение выходного напряжения УПП в соответствии с заданными настройками

В случае несрабатывания обводного контактора по завершении процесса разгона произойдет останов двигателя самовыбегом. При последующем поступлении команды "ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ" произойдет прямой пуск двигателя; при этом возможно срабатывание максимально-токовой или время-токовой защиты.

Для защиты от подобных ситуаций в УПП предусмотрен специальный режим:

По окончании разгона двигателя, после формирования сигнала на включение обводного контактора и выжидания необходимой паузы УПП плавно (линейно) снижает угол открытия тириستоров в течение заданного времени (см. рисунок 1.5 и **п.2.3.5** "Вывод тиристоров"). В случае несрабатывания обводного контактора будет осуществлен плавный останов двигателя.

При поступлении команды "ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ" перед формированием сигнала на отключение обводного контактора УПП плавно (линейно) повышает угол открытия тиристоров в течение заданного времени (см. рисунок 1.5 и **п.2.3.4** "Ввод тиристоров"). В случае несрабатывания обводного контактора будет осуществлен плавный пуск двигателя по аналогии с линейным алгоритмом запуска.

3.2.2 Останов двигателя

УПП реализует один из следующих алгоритмов останова двигателя:

- **прямой останов** – производится снятие напряжения с выхода УПП (тиристоры полностью закрыты). Останов двигателя происходит самовыбегом. Длительность выбега определяется моментом инерции привода и силой трения. Чем больше момент инерции привода, тем дольше будет осуществляться выбег.
- **плавный останов** применяется для контролируемого останова механизмов с большим моментом трения. Плавный останов двигателя обеспечивается благодаря плавному снижению напряжения на выходе УПП. Плавный останов из-за уменьшенного подвода энергии означает искусственное удлинение процесса останова двигателя, протекающего обычно резко. Поэтому время плавного останова обычно больше времени останова двигателя самовыбегом.

Выбор алгоритма останова двигателя осуществляется в меню

п.2.4.2 "Алгоритм останова".



ВНИМАНИЕ!

***Плавный останов не является торможением!
При плавном останове двигатель может остановиться до
окончания отсчета времени управляемого останова.***

При плавном останове напряжение на выходе УПП линейно снижается в течение заданного времени от 100% напряжения до значения, определяемого настройкой параметра **п.2.4.3** "Линейный: настройки: Начальный угол". Длительность плавного останова определяется настройкой параметра **п.2.3.2** "Плавный останов".

Перед началом плавного останова производится плавное повышение угла открытия тиристоров от 0 до 180° в течение времени, определяемого параметром **п.2.3.4** "Ввод тиристоров". После этого выдается сигнал на отключение обводного контактора и начинается плавный останов привода в соответствии с настройками линейного алгоритма торможения.



***При нахождении УПП в состоянии "запуск" команда «ПЛАВНЫЙ
ОСТАНОВ» воспринимается как команда "ПРЯМОЙ ОСТАНОВ".
При этом происходит отключение выходного напряжения УПП и
останов двигателя самовыбегом.***

3.2.3 Рекомендуемые настройки

В таблице 3.1 приведены общие рекомендации по настройке основных параметров пуска и останова с использованием УПП. На практике необходимые настройки УПП зависят от типа нагрузки, характеристик двигателя, длительности нагрузки на двигатель и т. д. и должны подбираться индивидуально.

Таблица 3.1

Тип нагрузки	Время плавного пуска	Время плавного останова	Начальный угол открытия тиристорov	Уровень ограничения тока	Кик-старт
Центробежный вентилятор	10 с	0 с	60°	4,0*I _{НОМ}	Выкл
Центробежный насос	10 с	10-20 с	60°	3,5*I _{НОМ}	Выкл
Погружной насос	5 с	5 с	60°	3,5*I _{НОМ}	Выкл
Компрессор поршневой (пуск без нагрузки)	5 с	0 с	60°	4,0*I _{НОМ}	Выкл
Компрессор винтовой (пуск без нагрузки)	5 с	0 с	70°	3,5*I _{НОМ}	Выкл
Дробилка, мешалка (пуск без нагрузки)	10 с	0 с	60°...80°	3...5 *I _{НОМ}	ВКЛ

3.3 Местный пульт управления

Внешний вид местного пульта управления УПП приведен на рисунке 3.1.

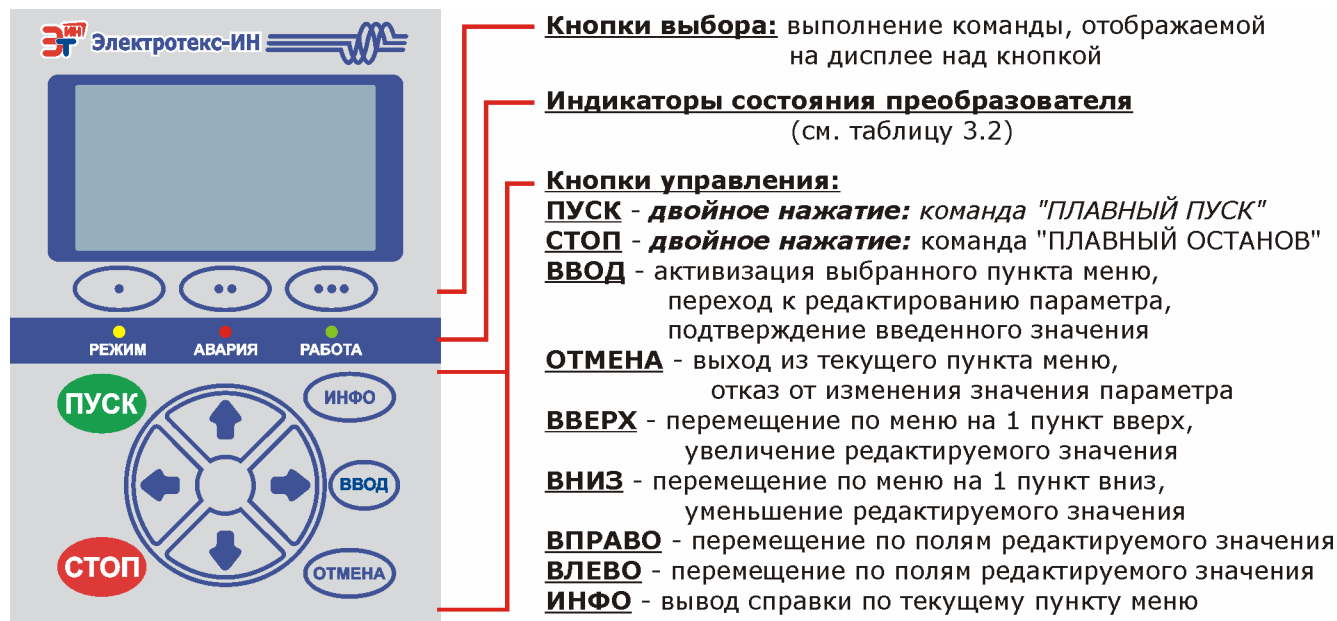


Рисунок 3.1 - Пульт управления

Для дисплея пульта управления могут быть настроены яркость и контрастность (см. п.5 "Настройки экрана").

Световые индикаторы "РЕЖИМ", "АВАРИЯ" и "РАБОТА" отображают состояние устройства плавного пуска в соответствии с таблицей 3.2.

Таблица 3.2

Индикатор	Состояние УПП	
РЕЖИМ (желтый)		УПП остановлено, сетевое напряжение отсутствует. Нет готовности к запуску.
		УПП остановлено, и готово к запуску.
РАБОТА (зеленый)		двигатель остановлен
		производится разгон или останов двигателя
		Двигатель в работе
АВАРИЯ (красный)		Нет аварии. УПП остановлено, сетевое напряжение отсутствует. Нет готовности к запуску (только при мигающем индикаторе "РЕЖИМ")
		авария связи пульта управления и контроллера УПП
		авария (код аварии - см. таблицу 3.5)

● - индикатор не горит; - индикатор мигает; - индикатор горит

3.4 Меню пользователя

Структурная организация меню пользователя устройства плавного пуска приведена в таблице 3.3. Название пунктов меню приводится в таком виде, в котором оно отображается на экране пульта управления. Символом "☐" отмечено, что данный пункт имеет подменю, не отображенное в данной структуре. Для каждого пункта меню указан порядковый номер, облегчающий поиск его расположения.



*После изменения настроек УПП **НЕ ВЫКЛЮЧАЙТЕ** питание электроники в течение не менее 30 секунд.*

Таблица 3.3

Индикация
1. Просмотр параметров
1.1 Состояние
1.2 Авария
1.3 Электрические параметры
1.3.1 Напряжение
1.3.2 Ток
1.3.3 Акт. мощность
1.3.4 Угол откр. тиристоров
1.4 Защиты
1.4.1 Перегрузка по току
1.4.2 Темпер. двигателя
1.4.3 Темпер. охладителей
1.4.5 Попытки перезапуска
1.4.6 Время до перезапуска
1.5 Счетчики
1.6 Дата
1.7 Время
2. Настройки
2.1 Номинальный ток
2.2 Кик старт <input type="checkbox"/>
2.3 Время запуска/останова
2.3.1 Плавный запуск
2.3.2 Плавный останов
2.3.3 Авария по таймауту
2.3.4 Ввод тиристоров
2.3.5 Вывод тиристоров
2.4 Алгоритмы запуска/останова
2.4.1 Алгоритм запуска
2.4.2 Алгоритм останова
2.4.3 Линейный: настройки
2.4.4 Токоограничение: настройки
2.5 Окончание запуска <input type="checkbox"/>
2.6 Шунтирующий контактор
2.7 Расписание работы <input type="checkbox"/>
2.8 Дата и время <input type="checkbox"/>
2.9 Сброс настроек на заводские
3. Защиты
3.1 Защита по напряжению <input type="checkbox"/>
3.2 Защита по току <input type="checkbox"/>
3.3 Защита от перекоса токов <input type="checkbox"/>
3.4 Перезапуск после аварии <input type="checkbox"/>
3.5 Задержка повт. пуска <input type="checkbox"/>
4. Настройки связи <input type="checkbox"/>
5. Настройки экрана
6. О программе
> Уровень доступа

3.4.1 Меню **п.1** "Просмотр параметров"

В данном меню можно просмотреть текущие значения параметров, характеризующих работу устройства плавного пуска.

п.1.1 Состояние - текущее состояние устройства плавного пуска в соответствии с таблицей 3.4.

п.1.2 Авария – текущее состояние аварий устройства плавного пуска в соответствии с таблицей 3.5.

п.1.3 Электрические параметры

Напряжение – текущие значения входных фазных напряжений.

Ток - текущие значения выходных фазных токов

Акт. мощность – текущее значение активной мощности, потребляемой двигателем

Угол откр. тиристоров – текущее значение угла открытия тиристоров

п.1.4 Защиты

Перегрузка по току – текущее значение перегрузки двигателя по току, выраженное в процентах по отношению к максимально допустимой перегрузке. При значении перегрузки 100% УПП отключится с кодом аварии "Перегрев по току". Настройка защиты осуществляется в меню **п.3.2** "Защита по току"

Темпер охладителей – текущее значение температуры охладителей тиристоров в устройстве плавного пуска

Попытки по авариям сети – оставшееся количество попыток перезапуска двигателя при возникновении сбоев из-за аварий сетевого напряжения (Авария сети, Неверная фазировка, Сбой сети при работе)

Попытки по пр.авариям – оставшееся количество попыток перезапуска двигателя при возникновении сбоев (кроме аварий сетевого напряжения);

Время до перезапуска - время, оставшееся до проведения следующей попытки перезапуска двигателя

п.1.5 Счетчики

Время работы от сброса – счетчик мотор-часов работы двигателя с момента предыдущего сброса;

Запуски от сброса – счетчик количества запусков двигателя с момента предыдущего сброса;

Сброс счетчиков – сброс счетчиков мотор-часов и количества запусков;

Время работы – счетчик мотор-часов работы УПП (не сбрасываемый);

Запуски – Счетчик количества запусков УПП (не сбрасываемый).

п.1.5 Дата – текущая дата, установленная в устройстве плавного пуска

п.1.6 Время – текущее время, установленное в устройстве плавного пуска

Таблица 3.4

Код состояния	Краткое описание
Остановлен	УПП остановлено
Запуск	Осуществляется разгон двигателя
Работа	Двигатель в работе. Тиристоры полностью открыты или включен обводной контактор
Ожидание	УПП остановлено. Выдержка времени паузы повторного включения после останова или после аварии (см. п.3.5 "Задержка повт. пуска").
Останов	Осуществляется останов двигателя
Авария	Произошел сбой в работе УПП. Код аварии – в соответствии с таблицей 3.5

Таблица 3.5

Код состояния	Краткое описание
Нет аварии	Аварии отсутствуют
Авария сети	Параметры сетевого напряжения вышли за допустимые пределы при остановленном УПП. Запуск двигателя невозможен. Настройка параметров защиты см. п.3.1 "Защита по напряжению"
Неверная фазировка	Чередование фаз на входе УПП не соответствует заданной. Настройка параметров защиты см. п.3.1 "Защита по напряжению".
Сбой сети при работе	Параметры сетевого напряжения вышли за допустимые пределы при запуске, работе или останове двигателя. Настройка параметров защиты см. п.3.1 "Защита по напряжению".
Таймаут запуска	При пуске двигателя с токоограничением в течение заданного времени запуск двигателя не был осуществлен.
Перегрев охладителя	Перегрев охладителя тиристоров в УПП
Критический ток	Максимально-токовая защита. Ток двигателя превысил значение, заданное в меню п.3.2 «Защита по току: Критический ток».
Перегрузка по току	Время-токовая защита. Параметры защиты настраиваются в меню п.3.2 «Защита по току» отдельно для режимов запуска и работы двигателя.
Перекас токов	Дисбаланс токов фаз двигателя. Настройка параметров защиты см. п.3.3 «Защита от перекаса токов».

3.4.2 Меню **п.2** "Настройки"

В данном меню осуществляется настройка работы устройства плавного пуска.

п.2.1 Номинальный ток – установка значения номинального выходного тока УПП. Значение должно соответствовать номинальному току, указанному на двигателе. Диапазон вводимых значений ограничен значением тока, соответствующим номинальному значению тока УПП. Изменение значения номинального выходного тока приведет к автоматическому изменению уровней аварийных защит.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Номинальный ток	100 А	от 1,0 А до полуторократного номинального тока УПП

п.2.2 Кик-старт

В данном пункте меню осуществляется настройка параметров отрывающего импульса (кик-старта).

Использовать кик-старт - установка разрешения на использование кик-старта

Время кик-старта – настройка длительности кик-старта

Угол кик-старта - значение угла открытия тиристорov во время кик-старта. Чем больше угол открытия тиристорov, тем большее напряжение будет приложено к двигателю и тем больший отрывающий момент будет создан.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Использовать кик-старт	НЕТ	ДА, НЕТ
Время кик-старта	0,2 с	0,2...9.999 с
Угол кик-старта	75,0°	0...180°

п.2.3 Время запуска/останова

В данном пункте меню осуществляется настройка временных характеристик разгона и торможения двигателя.

Плавный запуск – установка длительности пуска двигателя. При выбранном в **п.2.4.1** алгоритме запуска – "линейный" в течение этого времени будет осуществляться линейное повышение угла открытия тиристорov и, соответственно, напряжения, прикладываемого к двигателю. При выбранном в **п.2.4.1** алгоритме запуска "токоограничение" заданное значение будет соответствовать максимально допустимой длительности плавного пуска. Более подробно алгоритмы пуска описаны в разделе 3.2.1 настоящего руководства.

Плавный останов – установка длительности плавного останова.

Авария по таймауту – установка разрешения срабатывания аварии по таймауту запуска при пуске двигателя с токоограничением.

Ввод тиристорov – установка длительности нарастания угла открытия тиристорov при поступлении команды "СТОП" перед размыканием обводного контактора (см. рисунок 1.5).

Вывод тиристорov – установка длительности спада угла открытия тиристорov при окончании разгона двигателя перед замыканием обводного контактора (см. рисунок 1.5).

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Плавный запуск	60,00 сек	0...999,9сек
Плавный останов	10,00 сек	0...999,9сек
Авария по таймауту	ДА	ДА, НЕТ
Ввод тиристорov	1,00 сек	0...99,99 сек
Вывод тиристорov	1,00 сек	0...99,99 сек

п.2.4 Алгоритмы запуска/останова

В данном пункте меню осуществляется выбор и настройка алгоритмов разгона и торможения двигателя.

Алгоритм запуска – выбор алгоритма запуска двигателя:

- линейный - разгон двигателя осуществляется путем линейного повышения угла открытия тиристорov в диапазоне, определяемом настройками начального и конечного угла пуска (см. **п.2.4.3** "Линейный : настройка"). Длительность разгона определяется значением времени плавного запуска (см. **п.2.3.1** "Плавный запуск").
- Токоограничение – пуск двигателя с токоограничением. Подробное описание алгоритма токоограничения приведено в разделе 3.2.1.2 настоящего руководства.

Алгоритм останова – выбор алгоритма останова двигателя:

- линейный - останов двигателя осуществляется путем линейного понижения угла открытия тиристорov.
- прямой – при поступлении команды "СТОП" производится снятие выходного напряжения УПП и останов двигателя самовыбегом.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Алгоритм запуска	Токоограничение	токоограничение, линейный
Алгоритм останова	Прямой останов	Линейный, прямой останов

- Линейный: настройки** – настройка параметров алгоритма линейного запуска
- Начальный угол – задание начального угла открытия тиристорov при плавном разгоне двигателя. При угле открытия 60° на двигатель будет приложено примерно 30% напряжения питающей сети.
 - Конечный угол – задание конечного угла открытия тиристорov при плавном разгоне двигателя.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Начальный угол	60,0°	0...180°
Конечный угол	180,0°	0...180°

Токоограничение: настройки – настройка параметров алгоритма запуска с токоограничением.

- Начальный угол – задание начального угла открытия тиристорov при разгоне двигателя с токоограничением
- График токоограничения - настройка графика токоограничения. График задается 5 точками, для каждой из которых настраиваются координаты "время - ток", причем время задается в процентах от времени плавного запуска (см. п.2.3.1 "Плавный запуск"), а ток – в долях от номинального тока двигателя (см. п.2.1 "Номинальный ток").
- График нарастания угла - Настройка графика нарастания угла заключается в задании точек с координатами "угол-темп нарастания", причем угол задается в процентах (0% - тиристор полностью закрыт, 100% - тиристор полностью открыт), а темп нарастания - в процентах от максимального темпа нарастания 2,5°/сек.

Угол открытия тиристорov при токоограничении изменяется в соответствии со следующей формулой:

$$\text{приращение_угла} = A \cdot \frac{I_{огр} - I}{I_{огр}}$$

где A – темп нарастания угла в соответствии с заданным графиком, I – текущее значение тока двигателя, $I_{огр}$ – уровень токоограничения.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Начальный угол	60,0°	0...180°
График токоограничения		
Точка 1 (0%)	2,000* $I_{ном}$	0,001...9,999 * $I_{ном}$
Точка 2	25% → 2,25* $I_{ном}$	0...100% → 0,001...9,999 * $I_{ном}$
Точка 3	50% → 2,50* $I_{ном}$	0...100% → 0,001...9,999 * $I_{ном}$
Точка 4	75% → 2,75* $I_{ном}$	0...100% → 0,001...9,999 * $I_{ном}$
Точка 5 (100%)	3,000* $I_{ном}$	0,001...9,999 * $I_{ном}$
График нарастания угла		
Точка 1 (0%)	20%	0...100%
Точка 2	25% → 10%	0...99% → 0...100%
Точка 3	50% → 5%	0...99% → 0...100%
Точка 4	75% → 10%	0...99% → 0...100%
Точка 5 (100%)	20%	0...100%

п.2.5 Окончание запуска

Определять окончание запуска – установка разрешения на использование алгоритма определения окончания запуска. При включенном разрешении в случае определения окончания запуска до истечения заданного времени плавного пуска тиристоры открываются на угол 180° и при необходимости включается обводной контактор.

Мин.угол окончания запуска – минимальное значение угла открытия тиристоров, при котором допускается считать запуск двигателя завершённым.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Определять окончание запуска	ДА	ДА, НЕТ
Мин.угол окончания	$62,0^\circ$	$1...180^\circ$

п.2.6 Шунтирующий контактор – установка разрешения на использование внешнего обводного контактора. Редактирование данного пункта меню возможно только для УПП с принудительным воздушным охлаждением, рассчитанных на работу без обводного контактора.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Шунтирующий контактор	ДА	ДА, НЕТ

п.2.7 **Расписание работы** – настройка расписания запусков и остановов двигателя.

- *Работа по расписанию* – установка разрешения запусков и остановов в соответствии с установленными событиями. Работа по расписанию возможна только при отсутствии команды «БЛОКИРОВКА» от дискретного входа. Если событие "ПУСК" сработало при наличии команды «БЛОКИРОВКА», то двигатель будет запущен в работу при снятии команды.



При работе по расписанию управление командами «ПЛАВНЫЙ ПУСК» и «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» от дискретных входов, местного и дистанционного пульта управления, а также от внешней АСУ ТП недоступно.

- *Событие 1...20* – Для настройки расписания работы доступно 20 событий, при наступлении которых будет осуществляться пуск или останов двигателя. Для каждого события настраивается:
 - *Время* – время активизации события
 - *Дни недели* – дни недели, в которые должно активизироваться событие. Если ни один день не выбран, событие считается отключенным.
 - *Режим* – выбор команды "ПУСК" или "СТОП" при наступлении события.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Работа по расписанию	НЕТ	ДА, НЕТ
Событие 1...20		
Время	00:00	00:00...23:59
Дни недели	-----	Пн, Вт, Ср, Чт, Пт,Сб,Вс
Режим:	СТОП	ПУСК, СТОП

п.2.8 **Дата и время**

В данном меню осуществляется настройка даты и времени

- *Дата:* – настройка даты в формате: день.месяц.год;
- *Время:* – настройка времени в формате: часы:минуты:секунды.

3.4.3 Меню **п.3** "Защиты"

В данном меню осуществляется настройка защитных функций устройства плавного пуска.

п.3.1 Защита по напряжению

Мин.фазное напряжение – установка минимально допустимого значения входного фазного напряжения.

Макс.фазное напряжение - установка максимально допустимого значения входного фазного напряжения.

Если двигатель был запущен, то при выходе входного напряжения за установленные границы будет осуществлен прямой останов двигателя с кодом аварии "Сбой сети при работе". Если двигатель был остановлен, то будет включена блокировка пуска с кодом аварии "Авария сети". Контроль напряжения осуществляется в том числе при включенном обводном контакторе.

Фазировка – настройка контроля порядка чередования фаз питающей сети на входе УПП.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Мин. фазное напряжение	180 В	130...280 В
Макс. фазное напряжение	250 В	180...280 В
фазировка	Любая	Любая, Только ABC, Только ACB

п.3.2 Защита по току

Настройка токовых защит УПП.

Критический ток – установка предельно допустимого значения тока двигателя (максимально-токовая защита). Задается в долях от номинального тока двигателя (см. **п.2.1** "Номинальный ток"). При превышении установленного значения тока УПП прекратит разгон двигателя или осуществит прямой останов с кодом аварии "Критический ток".

При запуске – настройка параметров время-токовой защиты (I^2t) для режима запуска двигателя.

- *Ток перегрузки* – допустимое значение токовой перегрузки двигателя в долях от номинального тока двигателя (см. **п.2.1** "Номинальный ток").
- *Время* – допустимая длительность протекания тока перегрузки без срабатывания защиты по току

При работе – настройка параметров время-токовой защиты (I^2t) для режима нормальной работы двигателя.

- *Ток перегрузки* – допустимое значение токовой перегрузки двигателя в долях от номинального тока двигателя (см. **п.2.1** "Номинальный ток").
- *Время* – допустимая длительность протекания тока перегрузки без срабатывания защиты по току

Значение тепловой перегрузки, накопленное при запуске двигателя, суммируется с тепловой перегрузкой, возникающей при работе.

Настроенная таким образом токовая защита I^2t имеет характеристики, аналогичные время-токовым характеристикам для тепловых реле. Допустимая перегрузка двигателя определяется согласно формуле:

$$\text{Допустимый перегрев} = \left[\left(\text{Ток перегрузки} \right)^2 - 1 \right] \times \text{Время}$$

Текущее значение тепловой перегрузки двигателя по току в процентах от максимального значения отображается в меню **п.1.4 "Защиты: перегрузка по току"**. При достижении тепловой перегрузкой значения 100% УПП прекратит разгон двигателя или осуществит прямой останов с кодом аварии "Перегрузка по току".

После останова УПП с кодом аварии "Перегрузка по току" двигатель может быть автоматически перезапущен в работу после истечения времени паузы, настраиваемой в **п.3.5 "Задержка повт.пуска: Ожидание после тепловой аварии"**.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Критический ток	5,000*Іном	1,000...9,999 *Іном
При запуске		
Ток перегрузки	2,000*Іном	1,000...9,999 *Іном
Время	300 сек	1...9999 сек
При работе		
Ток перегрузки	1,200*Іном	1,000...9,999 *Іном
Время	60 сек	1...9999 сек

п.3.3 Защита от перекоса токов

Настройка защиты УПП от дисбаланса выходных токов. При срабатывании защиты УПП прекратит разгон двигателя и осуществит прямой останов с кодом аварии "Перекас токов".

Мин.угол – задание минимального значения угла открытия тиристорov, при котором допускается контроль дисбаланса выходных токов. Установка слишком малого значения минимального угла может привести к ложным срабатываниям защиты в начале запуска двигателя.

Макс. перекас – задание максимального значения дисбаланса выходных токов в долях от номинального тока двигателя (см. **п.2.1 "Номинальный ток"**)

Задержка аварии – задание времени, в течение которого допустимо возникновение дисбаланса выходных токов без срабатывания аварии.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Мин. угол	70°	0...180°
Макс. перекас	0,200*Іном	0,001...0,999 *Іном
Задержка аварии	15 сек	1...9999 сек

п.3.4 Перезапуск после аварии

В случае возникновения аварийной ситуации УПП отключается, переходя в состояние с соответствующим кодом. После исчезновения аварийной ситуации (например, восстановление напряжения питающей сети после исчезновения), УПП может автоматически перезапустить двигатель. Автоматический перезапуск возможен только при наличии неиспользованных попыток перезапуска и после истечения всех необходимых временных задержек. Счетчики попыток перезапуска устанавливаются в максимальное значение при поступлении команды «СТОП».

- Попытки при авариях сети – максимальное количество попыток перезапуска двигателя при возникновении сбоев из-за аварий сетевого напряжения (Авария сети, Неверная фазировка, Сбой сети при работе). При установке значения 0 – перезапуск после аварий сетевого напряжения осуществляться не будет;
- Попытки при пр. авариях – максимальное количество попыток перезапуска при возникновении сбоев (кроме аварий сетевого напряжения). При установке значения 0 – перезапуск после аварий осуществляться не будет.
- Время восстановления – время нормальной работы привода после автоматического перезапуска, по истечении которого счетчики попыток перезапусков устанавливаются в максимальное значение;
- Перезапуск после потери питания – настройка разрешения на автоматический перезапуск двигателя после отключения питания электроники УПП.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Попытки при авариях сети	0	0...99
Попытки при пр. авариях	0	0...99
Время восстановления	120 с	0...9999 с
Перезапуск после потери питания	НЕТ	ДА, НЕТ

п.3.5 Задержка повт.пуска

Настройка пауз перед повторными пуском двигателя. Заданные паузы выдерживаются как при автоматическом перезапуске, так и при поступлении команды «ПУСК». При выдержке времени паузы УПП находится в состоянии «Ожидание».

- Ожидание после аварий сети – время паузы после аварии сетевого напряжения (Авария сети, Неверная фазировка, Сбой сети при работе). Автоматический перезапуск двигателя после возникновения такой аварии будет осуществляться только после истечения этого времени.
- Ожидание после пр.аварий – время паузы после аварийного останова двигателя при возникновении сбоев (кроме аварий сетевого напряжения). Автоматический перезапуск двигателя будет осуществляться только после истечения этого времени.

- Задержка после подачи питания – время задержки пуска после подачи питания электроники УПП. Настройка может использоваться для исключения одновременного пуска нескольких механизмов при отключениях питания.
- Интервал между запусками – интервал времени между двумя последовательными пусками двигателя.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Ожидание после аварий сети	10 с	0...9999 с
Ожидание после пр. аварий	600 с	0...9999 с
Задержка после подачи питания	5 с	0...999 с
Интервал между запусками	0 с	0...3600 с

3.4.4 Меню **п.4** "Настройки связи"

В данном меню осуществляется настройка параметров связи.

п.4.1 Связь с УПП

Настройка параметров связи для местного пульта управления. Настройки должны совпадать с заданными в меню **п.4.2** "Порт связи с пультом".

- Скорость порта – настройка скорости связи;
- Протокол – выбор типа протокола связи;
- Адрес – настройка сетевого адреса контроллера УПП.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Скорость порта	38400	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Протокол	Modbus-ASCII	Modbus-ASCII, Modbus-RTU
Адрес	001	001...255

п.4.2 Порт связи с пультом

Настройка параметров связи контроллера УПП и местного пульта управления. Настройки должны совпадать с заданными в меню **п.4.1** "Связь с УПП".

- Скорость порта – настройка скорости связи;
- Протокол – выбор типа протокола связи;
- Адрес – настройка сетевого адреса контроллера УПП.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Скорость порта	38400	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Протокол	Modbus-ASCII	Modbus-ASCII, Modbus-RTU
Адрес	001	001...255

п.4.3 Порт внешней связи

Настройка параметров связи УПП и пульта дистанционного управления или внешней системы управления.

- Скорость порта – настройка скорости связи;
- Протокол – выбор типа протокола связи;
- Адрес – настройка сетевого адреса контроллера УПП.

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Скорость порта	38400	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Протокол	Modbus-ASCII	Modbus-ASCII, Modbus-RTU
Адрес	001	001...255

3.4.5 Меню п.5 "Настройки экрана"

В данном меню осуществляется настройка дисплея местного пульта управления.

- Яркость подсветки: – настройка яркости подсветки;
- Контрастность: – настройка контрастности символов;

Пункт меню	Значение по умолчанию	Диапазон изменения
Яркость подсветки	100%	0...100%
Контрастность	30%	0...100%

3.4.6 Меню п.6 "О программе"

В данном пункте меню отображается информация о версиях программного обеспечения плат, входящих в состав УПП:

- Версия ПО пульта: – версия программного обеспечения местного пульта управления;
- Версия ПО контроллера: – версия программного обеспечения основного контроллера УПП;

3.4.7 Меню "Уровень доступа"

В целях предотвращения несанкционированного доступа к редактированию параметров работы УПП предусмотрена возможность ограничения доступа к определенным пунктам меню посредством установки уровней доступа и паролей для входа в них. Имеется возможность настройки до 3 уровней доступа, для каждого уровня настраивается разрешение на доступ к следующим пунктам меню:

п.2	"Настройки"
п.3	"Защиты"
п.4	"Настройки связи"
п.5	"Настройки экрана"
п.6	"О программе"
п.>	"Уровень доступа"

При установке запрета доступа к пункту меню, он не отображается на экране пульта. При предоставлении обслуживающему лицу пароля определенного уровня доступа, ему предоставляется право просматривать или изменять параметры соответствующего уровня. Ввод пароля, определяющего уровень доступа пользователя, осуществляется в поле меню "Доступ". После ввода пароля на экране отображаются только те пункты меню, к которым был разрешен доступ для данного уровня. При включении УПП устанавливается "уровень доступа 0", не требующий ввода пароля. Для уровней доступа 1 и 2 возможно задание пароля, состоящего из 6 цифр. По умолчанию для всех уровней доступа разрешен доступ ко всем пунктам меню.

4. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И РАЗРЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ

4.1 Возможные проблемы и способы их устранения

В данном разделе рассмотрены типовые ситуации, когда аварийные состояния УПП отсутствуют, однако функционирование УПП не совпадает с ожиданиями пользователя. Как правило, такие ситуации связаны с неправильными настройками УПП или изменениями в характеристиках привода. Типовые проблемы и способы их устранения приведены в таблице 4.1. В случае возникновения аварийных ситуаций обратитесь к разделам 4.2 и 4.3 настоящего руководства.

Таблица 4.1 – Возможные проблемы и способы их устранения

Характеристика проблемы	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Отсутствие признаков начала работы УПП после подачи питания	Нет напряжения питания электроники	Проверьте правильность подключения питания электроники (клеммы L, N) и наличие на них напряжения питания. Проверьте целостность предохранителя FU1. При необходимости замените предохранитель.
Нет индикации на ЖК-дисплее	Сбой программного обеспечения УПП.	Переподключите напряжение питания электроники. В случае повторного появления аварии свяжитесь с ближайшим сервисным центром.
При поступлении команды «ПУСК» не происходит запуска двигателя. УПП находится в состоянии «ОСТАНОВЛЕН»	Активна команда «ПЛАВНЫЙ ОСТАНОВ» или «ПРЯМОЙ ОСТАНОВ» от дискретных входов.	Проверьте подключение внешних цепей управления
	Активна команда «БЛОКИРОВКА» на дискретном входе УПП	Проверьте подключение внешних цепей управления или надежность контакта в переключке, установленной на входе «Блокировка»
Неравномерность (характерный звук) пуска двигателя	Неверные настройки алгоритма пуска Неисправность в системе управления тиристорами	Измените настройки алгоритма пуска. Проверьте разъемные соединения на плате управления и плате драйверов. Проверка однородности выходов УПП возможна путем подключения вместо двигателя ламп накаливания на напряжение 220 В мощностью 60–100Вт, соединенных «звездой».
Внешний обводной контактор не включается	Несоответствие управляющей обмотки контактора. Неисправность в соединительных проводах цепи управления обводным контактором. Неисправность обводного контактора	Проверьте соответствие напряжения обмотки обводного контактора (типовое ~220В). Проверьте крепление проводников управления обводным контактором. Убедитесь в отсутствии обрыва или короткого замыкания проводников. Проверьте работоспособность обводного контактора.

4.2 Возникновение аварийных ситуаций.

Для обеспечения нормального функционирования УПП, все важные переменные его состояния непрерывно контролируются процессором платы управления. Если значение одной или нескольких переменных состояния выйдет за пределы безопасного диапазона, возникает аварийная ситуация. При ее возникновении, УПП выполняет следующие действия:

- отключение УПП и останов двигателя самовыбегом;
- активизация дискретного выхода «АВАРИЯ»;
- вывод на экран сообщения о возникновении аварии;
- при наличии попыток перезапуска производится повторный запуск двигателя по истечении заданного промежутка времени (см. **п.3.4** "Перезапуск после аварии" и **п.3.5** "Задержка повт. пуска").

После того, как будет исчерпано заданное количество попыток автоматического повторного запуска двигателя, запуск двигателя будет запрещен до момента сброса состояния "авария". Для сброса аварии необходимо произвести двойное нажатие кнопки **СТОП**. После двойного нажатия кнопки **ПУСК** УПП выйдет из состояния "авария" и начнет запуск двигателя в соответствии с настройками.

Перед сбросом аварийной ситуации и повторным запуском двигателя, убедитесь, что причины возникновения ее были устранены, и что повторный запуск не сможет повредить механизмы электропривода.

4.3 Поиск причин возникновения аварийных ситуаций

При поиске причин возникновения аварийных ситуаций следует обратить внимание на следующие основные положения:

- Каждый УПП проходит на предприятии—изготовителе 100% выходной контроль, поэтому появление сбоев в работе УПП при настройке или вскоре после нее, скорее всего, свидетельствует о неверной настройке УПП или о его неправильном подключении.
- Возникновение аварийных ситуаций после длительной бесперебойной работы обычно происходит из-за изменений свойств электропривода (например, в результате износа).
- Регулярное появление сбоев без видимых причин обычно происходит при невыполнении требований к обеспечению электромагнитной совместимости при установке и/или эксплуатации УПП.

Возможные причины возникновения аварийных ситуаций и рекомендации по их устранению приведены в таблице 4.2. При невозможности самостоятельно обнаружить и устранить причину аварии обратитесь в технические центры, указанные в паспорте на УПП. Перед обращением в технический центр убедитесь, что возникшая авария не была вызвана никакими из причин, приведенных в таблице 4.2, и что Вы не можете устранить ее самостоятельно.

Таблица 4.2 – Возможные причины возникновения аварийных ситуаций и рекомендации по их устранению

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Авария сети	<p>Недопустимое понижение или повышение входных напряжений УПП, возникшее при остановленном УПП. Обрыв сетевых кабелей. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом УПП. Провал сетевых напряжений при пуске других агрегатов большой мощности, подключенных к той же линии, что и УПП.</p>	<p>Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте настройки защит по напряжению (см. п.3.1 "Защита по напряжению") Проверьте исправность кабелей подключения УПП. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающих сети. Если на линии есть провалы напряжения при включении других мощных агрегатов, подключите УПП на другую линию питания. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и входом УПП.</p>
Сбой сети при работе	<p>Недопустимое понижение или повышение входных напряжений УПП, возникшее при запуске, останове двигателя или при нормальной работе УПП. Обрыв сетевых кабелей. Неисправность дополнительных устройств, расположенных между питающей сетью и входом УПП. Провал сетевых напряжений при пуске других агрегатов большой мощности, подключенных к той же линии, что и УПП.</p>	<p>Проверьте напряжения всех фаз питающей сети. Проверьте настройки защит по напряжению (см. п.3.1 "Защита по напряжению") Проверьте исправность кабелей подключения УПП. Подтяните винты крепления силовых кабелей питающих сети. Если на линии есть провалы напряжения при включении других мощных агрегатов, подключите УПП на другую линию питания. Проверьте дополнительные устройства, расположенные между питающей сетью и входом УПП.</p>
Неверная фазировка	<p>Чередование фаз на входе УПП не соответствует заданной.</p>	<p>Проверьте правильность чередования фаз питающей сети на входе УПП и направление вращения двигателя. При правильном направлении вращения измените настройку контроля чередования фаз (см. п.3.1 "Защита по напряжению"), при неправильном направлении вращения – измените порядок подключения фаз на входе УПП.</p>
Таймаут запуска	<p>При заданном уровне токоограничения невозможно создание требуемого пускового момента. Недостаточная длительность пуска. Недостаточный темп нарастания угла открытия тиристоров.</p>	<p>Измените настройки уровня токоограничения. Измените настройку длительности плавного пуска. Проверьте нагрузку двигателя. Увеличьте темп нарастания угла открытия тиристоров.</p>

продолжение на следующей странице...

Продолжение таблицы 4.2

Код аварии	Возможная причина возникновения	Рекомендации по устранению
Перегрев охладителя	Повышение температуры окружающей среды. Длительная перегрузка УПП.	Проверьте условия эксплуатации Проверьте, что в межреберном пространстве силового радиатора УПП отсутствуют посторонние предметы, при необходимости продуйте радиатор сжатым воздухом. Проверьте соотношение мощностей двигателя и УПП.
Критический ток	Превышена нагрузка двигателя. Резкое изменение нагрузки двигателя.	Проверьте нагрузку двигателя. Проверьте правильность установки номинального тока двигателя. Проверьте настройку уровня критического тока.
Перекас токов	Дисбаланс выходных токов вследствие межфазного замыкания, замыкания фазы на землю или межвиткового замыкания в обмотках двигателя.	Проверьте параметры защиты от перекаса токов. Проверьте исправность кабелей подключения двигателя. Проверьте изоляцию обмоток двигателя.
Перегрузка по току	Срабатывание времятоковой (тепловой) защиты двигателя из-за неверной настройки защиты. Превышена нагрузка двигателя. Резкое изменение нагрузки двигателя.	Проверьте отсутствие механической перегрузки двигателя и механизма (подшипники, редукторы, цепи, ремни и т.п.) Проверьте правильность настройки токовой защиты (см. п.3.2 "Защита по току").

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание УПП должно производиться в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" специально подготовленным персоналом.

К обслуживанию УПП допускаются лица, имеющие право работы на силовых электроустановках с напряжением до 1000 В, прошедшие специальный инструктаж и изучившие настоящее руководство. Техническое обслуживание УПП должно производиться не реже 1 раза в 6 месяцев. Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании, приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании УПП

Наименование работ	Проводимые мероприятия
Проверка внешнего вида УПП	Произвести визуально внешний осмотр корпуса УПП на наличие повреждений и деформаций. На УПП должна сохраняться маркировка УПП, клемм подключения заземления, силовых и сигнальных цепей. При необходимости с наружных частей УПП удалить грязь, масло и посторонние предметы. Не допускается применение для чистки пластмассовых элементов корпуса УПП ацетона, уайт-спирита и т.п. жидкостей!
Проверка системы охлаждения	Продуть радиатор охлаждения чистым сжатым воздухом.
Проверка внешнего вида и крепления кабелей внешних соединений	Проверить крепление внешних силовых и сигнальных цепей. При необходимости – подтянуть крепление. Визуально проверить внешний вид силовых и сигнальных кабелей на отсутствие повреждений изоляции проводов и коррозии.
Проверка внешнего вида внутренних кабелей, проводников и изоляторов	Провести контроль внешнего вида видимых внутренних кабелей, проводников и изоляторов на наличие коррозии и повреждений. Проверку производить без разборки УПП.
Проверка внешнего вида печатных плат	Провести контроль внешнего вида печатных плат на наличие коррозии проводников. Проверку производить без разборки УПП



ОСТОРОЖНО!

При проведении работ на электродвигателе отключайте УПП от сети! Помните, что при работающем УПП двигатель может запуститься в любой момент при поступлении внешнего управляющего сигнала или при наступлении заданного момента времени.



ОСТОРОЖНО!

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ соединять и разъединять разъемные соединения, находящиеся под напряжением. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** несанкционированное проникновение во внутреннее пространство УПП.