

Источники питания Arch для промышленности, медицинской техники и телекоммуникаций

Александр ЛЕОНОВ
alm@efo.ru

В данной статье мы хотим познакомить читателей еще с одним разработчиком и производителем стандартных источников питания (ИП) — тайваньской компанией Arch. Конечно же, возникает вопрос: а зачем еще один? Чем он отличается от других, аналогичных?

Введение

Arch — одна из немногих компаний, которая имеет собственный отдел разработки. Она не только выпускает серийную продукцию, но и постоянно совершенствует уже имеющиеся и разрабатывает новые модели, реагируя на изменяющиеся потребности рынка. Не секрет, что сейчас множество так называемых «брендовых» компаний, которые не занимаются разработкой или даже производством продукции, просто ставят свой логотип на изделия, выпускаемые другими.

Компания Arch достаточно хорошо известна в мире, но для российского рынка может считаться «новым игроком». Мы приведем краткий обзор продукции этой компании, уделив внимание некоторым ее особенностям. Это AC/DC-преобразователи с температурой эксплуатации $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, малогабаритные AC/DC источники питания. Специалисты Arch применили оригинальный подход к изменению конструкции ИП, позволяющий использовать один и тот же преобразователь для монтажа на печатную плату, в качестве сетевого адаптера или для монтажа на DIN-рейку.

Подробнее о компании Arch и ее продукции можно узнать на сайте [1], который был недавно обновлен и расширен новыми возможностями для выбора требуемого ИП или быстрого подбора аналогичного ИП.

Качество электропитания играет важную роль в обеспечении надежности электронной аппаратуры в целом. Поэтому тема выбора подходящего ИП продолжает оставаться актуальной для разработчиков. В настоящее время не представляет большого труда выбрать и приобрести ИП с нужными параметрами. Определились и наиболее популярные фирмы-производители на российском рынке. Большинство из них — это компании из Юго-Восточной Азии и Китая (Mean Well,

Aimtec, Chinfa, Peak Electronics и ряд других). Все они выпускают серийную продукцию, которую можно определить как стандартные источники питания. Наиболее простое определение стандартных ИП — это источники, которые произведены в соответствии с действующими техническими и технологическими стандартами и имеют электрические и конструктивные параметры в соответствии с устоявшимися нормами, которые определяются исходя из наибольшей востребованности или популярности. Стандартные ИП применяются для питания конечных электронных устройств, которые, в свою очередь, тоже имеют определенные устоявшиеся стандарты питания.

Основные параметры, характеризующие стандартные ИП:

- мощность;
- входное напряжение;
- выходное напряжение;
- конструктивное исполнение;
- гальваническая развязка;
- уровень шумов;
- диапазон температур эксплуатации;
- комплекс защит.

Эти параметры дают практически полное представление о преобразователях и позволяют сравнивать их между собой. Каждый из перечисленных параметров имеет свой устоявшийся (сложившийся) диапазон значений. Производители прекрасно представляют себе значения этих параметров и успешно насыщают рынок требуемыми продуктами. В то же время некоторые требования к ИП постоянно меняются, что связано с общими тенденциями развития электроники. В первую очередь, это тенденция снижения питающих напряжений (сейчас уже популярны напряжения 3,3 и 2,5 В, растет потребность в источниках с напряжением 1,8 В и ниже) и ужесточающиеся требования к миниатюризации компонентов (эта тенденция характерна и для ИП).

Для России также актуален рабочий температурный диапазон ИП, особенно для AC/DC-преобразователей, так как в настоящее время лишь немногие производители могут предложить AC/DC с рабочей температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для медицинской аппаратуры одним из определяющих параметров является напряжение изоляции, которое по действующим стандартам должно быть не менее 4000 В. Для стандартных ИП общего назначения этот параметр обычно не превышает 3000 В.

Компания Arch Electronics Corp. разрабатывает и производит AC/DC- и DC/DC-преобразователи, в основном, для умеренных условий эксплуатации и со стандартными входными и выходными напряжениями. Производство и система менеджмента качества компании сертифицированы по стандарту ISO 9001. Изделия Arch сертифицированы по международным стандартам по электробезопасности и электромагнитной совместимости UL, cUL, CSA, TUV, CE. Вся продукция проходит контроль электрических параметров на соответствие заявленным значениям.

Отличия продукции компании являются AC/DC-преобразователи с широким температурным диапазоном эксплуатации: от -40 до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Имеются модели с двумя и тремя выходными напряжениями, DC/DC-конвертеры с «широким» (2:1) и «ультрашироким» (4:1) диапазонами входных напряжений.

AC/DC-преобразователи мощностью от 4 до 60 Вт и DC/DC-конвертеры мощностью от 1,5 до 40 Вт выполнены в виде модулей со стандартным расположением выводов и предназначены для установки на печатную плату. Некоторые AC/DC-модули оснащены различными входными и выходными терминалами. Мощные AC/DC источники питания (в диапазоне выходных мощностей от 60 до 360 Вт) выпускаются в различных конструктивных исполнениях, в том числе и для монтажа на DIN-рейку.



Рис. 1. Малогабаритный модульный AC/DC-преобразователь

Источники питания Arch применяются в оборудовании промышленной автоматики и телекоммуникаций, системах безопасности и измерительном оборудовании, медицинской технике, для питания светодиодных панелей и т. д. Продукция Arch отличается современными схемотехническими решениями, малыми габаритами и конкурентоспособными ценами. Модельный ряд постоянно обновляется и пополняется в соответствии с требованиями рынка.

Малогабаритные модульные AC/DC-преобразователи мощностью от 4 до 60 Вт

Данные AC/DC-преобразователи представляют собой несколько семейств компактных источников питания, выполненных в модульном исполнении для монтажа на шасси или на печатную плату (рис. 1, 2). Их отличает низкая стоимость, хорошие электрические параметры, надежность и небольшие размеры. Такие источники питания используются повсеместно в промышленном оборудовании, постоянно совершенствуются, а серии пополняются новыми моделями. Отдельно следует отметить наличие моделей с рабочей температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и возможность конфигурировать модули различными входными и выходными терминалами. Выпускаемые компанией Arch AC/DC различных семейств из этой группы представлены в таблице 1, в которой также показаны основные эксплуатационные характеристики преобразователей.

Преобразователи этих семейств работают как от сети переменного тока напряжением 90–264 В частотой 47–440 Гц, так и от сети постоянного тока 120–370 В и обеспечивают гальваническую развязку «вход/выход» 3000 В.

На рис. 3 приведена типовая структурная схема стандартного AC/DC-преобразователя Arch.

Все AC/DC-конвертеры имеют входной фильтр для подавления помех, защиту от перенапряжений на выходе, а также защиту от короткого замыкания и перегрузки на выходе с автоматическим перезапуском. Благодаря усовершенствованной схеме преобразователя и относительно высокой частоте преобразо-

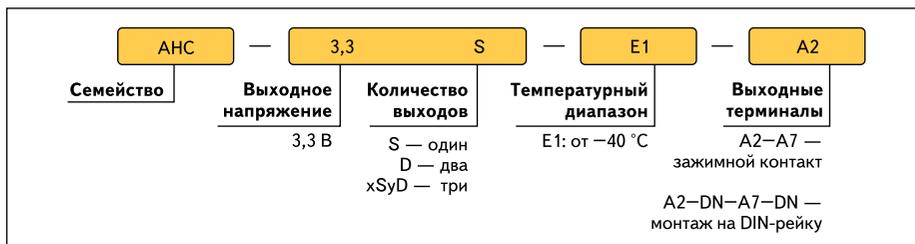


Рис. 2. Маркировка и характеристики малогабаритных модулей

Таблица 1. Основные характеристики AC/DC-преобразователей Arch

Серия	AOC	АНС	AFC	ATC	ANC A	AFC20	ASC	AJC	AEC60
Мощность, Вт	4	5	10	10	15	20	30	40	60
Увх, В	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	85–265
Количество выходов	1/2	1	1	1/2	1/2/3	1	1/2/3	1/2/3	1
Увых, В	3,3; 5; 8; 9; 12; 14; 15; 24; 5/3,3; 8/5; 12/5	3,3; 5; 12; 15; 24	3,3; 5; 12; 15; 24	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	3,3; 5; 9; 12; 15; 24; 5/12; 5/24; ± 5 ; ± 12 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	5; 9; 12; 15; 24; 48
Напряжение изоляции, В	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	$-40...+70$	$-25...+70$ $-40...+70$	$-25...+70$ $-40...+70$	$-25...+70$ $-40...+70$	$-25...+70$ $-40...+70$	$-40...+70$	$-40...+70$	$-40...+70$	$-40...+70$
Размеры, мм	36,5×27,16×17,1	50,8×25,4×15,16	52,4×27,2×23,5	64×45×21,5	74×54×22	52,4×27,2×23,5	89×63,5×25	89×63,5×25	109×58,5×30

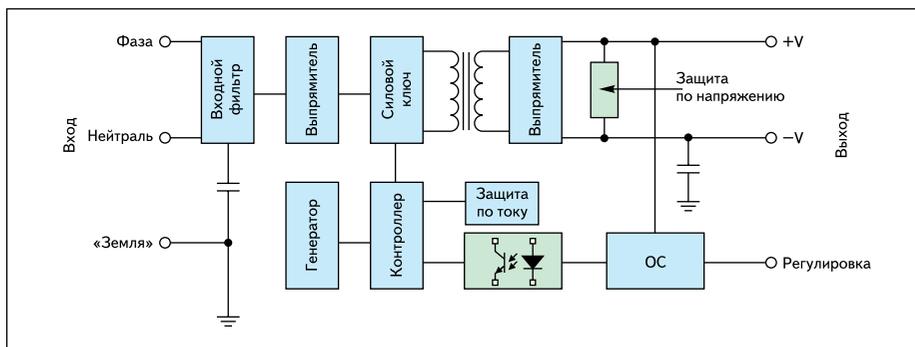


Рис. 3. Структурная серия преобразователей с одним выходом

Таблица 2. Примеры популярных маломощных AC/DC-преобразователей

Производитель	Серия	Мощность, Вт	Исполнение	Увх, В	Увых, В	Напряжение изоляции, В	Рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	КПД, %	Размеры, мм
Arch	АНС (E1) / AFC (E1) и AFC20	5/10 и 20	Модуль	85–264 AC	3,3; 5; 12; 15; 24	3000	$-25...+70$ $-40...+70$ (E1)	85	50,8×25,4×15,16 52,4×27,2×23,5
Aimtec	AMEL5-MAZ	5				4000	$-25...+80$ $-40...+80$ (E1)	75	51,5×26,1×15,8
Mean Well	PM-05/PM-10	5/10				4000	$-20...+70$	79	62,8×50×19,7 70×50×22,7
Traco	TMLM	5 и 10				3000	$-25...+60$	72	50,9×25,5×15,2 52,5×27,3×23,5
Xppower	ECL10	10				3000	$-25...+70$	80	52,4×27,2×23,5
Recom	RAC10-SB	10				3000	$-25...+70$	76	52,4×27,2×23,5

вания (132кГц) удалось уменьшить габаритные размеры модулей, а также снизить помехи на выходе до уровня менее 0,5% Увых. Это позволяет подключать к выходу модуля конденсатор меньшей емкости (47 мкФ) и, соответственно, экономить место на целевой плате.

Наработка на отказ AC/DC-преобразователей Arch составляет более 360 000 часов при температуре $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (стандарт MIL-HDBK-217F). Типовой рабочий температурный диапазон составляет $-25...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для новых улучшенных модулей (суффикс E1) расширен

«вниз» до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, что существенно увеличивает эксплуатационные возможности ИП. Преобразователи этих серий конструктивно совместимы и могут заменять аналогичные модели таких производителей, как Aimtec, Mean Well, Traco и др. Преобразователи Arch полностью соответствуют всем общепринятым и используемым стандартам (размеры, расположение выводов), при этом по своим характеристикам они зачастую превосходят аналогичные устройства других производителей (табл. 2).

AC/DC-преобразователи медицинского применения мощностью от 15 до 40 Вт

Компания Arch выпускает продукцию, сертифицированную специально для применения в медицинских приборах. Это AC/DC-преобразователи серий MTC и MSC (рис. 4, табл. 3), которые представляют собой изолированные модули в пластиковом корпусе, предназначенные для монтажа на печатную плату и на специальную платформу для последующего монтажа на DIN-рейку. Имеются усовершенствованные преобразователи MTC-E1, MSC-E1 с рабочим температурным диапазоном $-40...+70$ °C, разработанные с целью замены базовых серий (MTC и MSC) для работы в более жестких условиях эксплуатации.

Таблица 3. Характеристики медицинских источников питания Arch

Серия	MTC	MSC
Мощность, Вт	15	40
Увх, В	90–264	90–264
Количество выходов	1/2/3	1/2/3
Увых, В	3,3; 5; 7,35; 9; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	3,3; 5; 9; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15 ; 5/12; 5/24; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15
Напряжение изоляции, В	4000	4000
Рабочая температура, °C	$-25...+70$ $-40...+70$	$-25...+70$ $-40...+70$
Размеры, мм	64×45,6×23,5	50,8×25,4×15,16

К особенностям данных преобразователей относится высокий КПД и уровень изоляции 4000 В (АС). Выходной каскад имеет встроенную защиту от перегрузки и короткого замыкания, которая постоянно контролирует значение выходного тока и срабатывает при увеличении I_{вых} на 105% от номинального значения, с автоматическим восстановлением рабочих параметров при устранении перегрузки. Дополнительно в модули внесена защита от перенапряжения на выходе при превышении выходного напряжения. Преобразователи также снабжены входным фильтром для подавления помех и встроенной защитой от перегрева, которая срабатывает при превышении 100 °C с автоматическим восстановлением работы при возврате рабочей температуры в разрешенные границы.

Таблица 4. Характеристики AC/DC источников питания большой мощности

Серия	AES60E	ZQ60/ZQF60	AQS750	AQS75D	ZQ100/ZQF100	AQF120E	AQF1500	AQF150D	AQF150E	AQF240E	AQF250D	AQF250E	AQF360E
Мощность, Вт	60	60	75	75	100	120	150	150	150	240	250	250	360
Увх, В	85–265	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264	90–264
Количество выходов	1	1/2	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1	1
Увых, В	5; 9; 12; 15; 24; 48	5; 9; 12; 15; 24; 48; 5/12; 5/24	5; 12; 15; 24	5; 12; 15; 24	5; 12; 15; 24; 48; 5/12; 5/24	12; 24; 48	3,3; 5; 12; 15; 24; 48	5; 9; 12; 15; 24; 48	5; 9; 12; 15; 24; 48	12; 24; 48	3,3; 5; 12; 15; 24; 48	3,3; 5; 12; 15; 24; 48	12; 24; 48
Напряжение изоляции, В	4000	3000	3000	3000	3000	4000	3000	3000	3000	4000	3000	3000	4000
Рабочая температура, °C	$-40...+70$	$-10...+70$	$-25...+70$	$-25...+70$	$-10...+70$	$-10...+70$	$-25...+70$	$-25...+70$	$-25...+70$	$-10...+70$	$-25...+70$	$-25...+70$	$-10...+70$
Размеры, мм	105×58×38,1	101,5×50,8×26	103,9×52,1×30	105,3×58,2×38,1	177,8×50,8×35	127×82,2×38,1	127×6,2×36,5	127×82,2×36,1	127×82,2×36,1	150×106×35	177,8×106,7×40,64	177,8×106,7×40,64	172,7×84×50,8



Рис. 4. Маркировка AC/DC-преобразователей для медицинского применения

Основные параметры AC/DC-преобразователей Arch для медицинского применения:

- Диапазон входных напряжений 90–264 В переменного тока частотой 47–440 Гц или 100–375 В постоянного тока.
- КПД 83%.
- Температурный дрейф выходного напряжения 0,01%/°C.
- Соответствие международным стандартам безопасности UL60601-1/IEC60601-1.
- Электромагнитная совместимость: соответствует стандартам EN 55011 класс В, EN60601-1-2.

Благодаря малым размерам, эти преобразователи могут использоваться в малогабаритной и носимой аппаратуре, при этом расположение выводов у модулей с разными температурными диапазонами идентично. Это позволяет проводить замену одного модуля на другой, а также в ряде случаев полностью заменять аналогичные модели Aimtec, Mean Well, Traco, Cincon и др., зачастую с лучшими параметрами.

AC/DC-преобразователи мощностью от 60 до 360 Вт для промышленного применения

Данная группа AC/DC-преобразователей была разработана специально для применения в телекоммуникационном оборудовании, свя-

зи и т.п. Преобразователи этой группы имеют меньшие размеры (Arch: серия AQF360E — 177×104,7×40 мм), чем аналогичные источники питания (например, Mean Well: серия PB-360 — 253×135×49 мм), и при этом обладают лучшими параметрами и характеристиками. Конструктивное исполнение может быть открытое, в кожухе, U-образное, на DIN-рейку (рис. 5, 6). Выпускаемые компанией Arch AC/DC различных семейств из этой группы представлены в таблице 4, в которой также показаны основные эксплуатационные характеристики преобразователей.

Особенности данных ИП:

- Встроенная схема ограничения броска входного напряжения с фильтрацией сетевых помех.



Рис. 5. Мощный AC/DC-преобразователь для телекоммуникационного оборудования

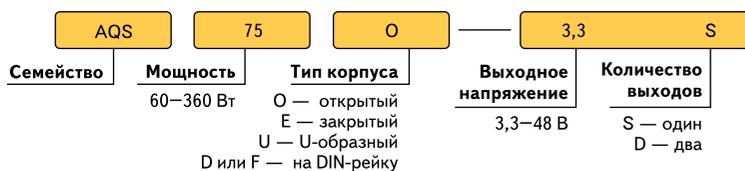


Рис. 6. Маркировка AC/DC источников питания большой мощности

- Защита от перегрузки и короткого замыкания на выходе с автоматическим перезапуском для восстановления рабочего режима.
- Защита от перенапряжения на выходе при превышении входного напряжения (с последующим перезапуском).
- Защита от перегрева при превышении температуры 70 ± 5 °С, с автоматическим восстановлением при значении температуры ниже предельного.
- Встроенный корректор коэффициента мощности (для серии AQF).
Основные параметры преобразователей:
- Диапазон входных напряжений 90–264 В переменного тока частотой 47–440 Гц или 100–375 В постоянного тока.
- КПД до 93%.
- Электрическая прочность изоляции 3000 В.
- Соответствие международным стандартам безопасности — CE, UL60950.
- Соответствие стандартам электромагнитной совместимости EN 55022 класс B и EN 55024.

DC/DC-преобразователи мощностью от 1,5 до 40 Вт в модульном исполнении

DC/DC-преобразователи компании Arch представляют собой компактные модули для монтажа на плату или на специально разработанные шасси для большего удобства монтажа (рис. 7, 8). Преобразователи имеют встроенный фильтр электромагнитных помех, обеспечивающий низкий уровень шумов и пульсаций. Подобно уже рассмотренным



Рис. 7. Модульный DC/DC-преобразователь Arch



Рис. 8. Маркировка DC/DC-преобразователей компании Arch

Таблица 6. Примеры популярных маломощных DC/DC-преобразователей

Производитель	Серия	Мощность, Вт	Исполнение	Увх, В	Увых, В	Напряжение изоляции, В	Рабочая температура, °С	КПД, %	Размеры, мм
Arch	SW15/SW20	15 и 20	Модуль	9–18 18–36 36–75	3,3; 5; 12; 15	1600	–40...+85 (E1)	89	25,4×25,4×11
Aimtec	AM15	15				1500	–40...+85	86	50,8×25,4×11
Mean Well	SKA15/SKE15	15				1000	–25...+71	84	50,8×25,4×11 50,8×30,8×11
Traco	TEN 15WI/THN 15WI	15				1500	–40...+85	86	50,8×25,4×11 25,4×25,4×11
Recom	RP15/RP20	15 и 20				1600	–25...+70	76	52,4×27,2×23,5

AC/DC-преобразователям, они обладают всем комплексом защит: от перегрузки и короткого замыкания, перегрева и т. д. Существуют модели с расширенным диапазоном входных напряжений — 4:1. Выпускаемые компанией Arch DC/DC различных семейств из этой группы представлены в таблице 5, в которой также показаны основные эксплуатационные характеристики преобразователей.

DC/DC-конвертеры могут работать с широким диапазоном входных напряжений, при этом КПД достигает 90%. Во всех преобразователях имеется возможность регулировки выходного напряжения в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения.

DC/DC источники питания Arch идеально подходят для самого широкого спектра применений. При этом они имеют высокую надежность и низкую стоимость, зачастую составляя успешную конкуренцию аналогичным моделям стандартных ИП от компаний Aimtec, Traco Power, Mean Well и некоторых других (табл. 6).

Крепления для модульных ИП компании Arch с различными комбинациями выводов

В настоящее время основные факторы, которые могут склонить разработчика к выбо-

ру того или иного источника питания, — это или принципиально новое решение, позволяющее добиваться отличных параметров (например, модули источников питания компании Vicor), или улучшение исходных параметров ИП при сохранении его стоимости. Здесь хорошо себя показывают преобразователи компании Arch, которая постоянно обновляет свои стандартные источники питания, пополняя семейства новыми разработками.

Но, ко всему прочему, применяемые модули должны быть еще и удобными с точки зрения конструктора, иметь различные универсальные терминалы, которые могут значительно экономить при производстве время и деньги. С этой целью компания Arch специально разработала большое количество аксессуаров и комплектующих для удобства крепления, монтажа и подключения модулей.

Сейчас почти для всех моделей ИП Arch доступны различные варианты разъемов — как с клеммными винтовыми соединениями (без пайки), так и для подключения стандартных сетевых кабелей. Это упрощает установку и позволяет монтировать модули сразу же в аппаратуру или же использовать их в качестве готового адаптера питания (рис. 9).

Таблица 5. Характеристики DC/DC-преобразователей компании Arch

Серия	SB1R5	SB03	SB05	ZA05	SB08	SH10	SW15	SW20	ST15	ST20	ST30	SU20	SU40	NI20	NI25	
Мощность, Вт	1,5	3	5	5	8	10	15	20	15	20	30	20	40	12–26,4	15–33	
Увх, В	4,5–5,5 10,8–13,2 21,6–26,4 43,2–52,8	9–36 18–75	9–36 18–75	9–36 18–75	9–18 18–36 36–75	9–36 18–75	9–18 18–36 36–75	9–18 18–36 36–75	9–18 18–36 36–75	10–40 18–75	18–36 36–75	18–36 36–75	9–18 18–36 36–75	10–40 18–75	9–18 18–36 36–75	4,5–5,5 10,8–13,2 21,6–26,4 43,2–52,8
Количество выходов	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1/2	1	1/2	1/2/3	1/2/3	1	1	
Увых, В	5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15	3,3; 5; 12; 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	2,5; 3,3; 5	2,5; 3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15	3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	1,8; 2,5; 3,3; 5; 12; 15; 24; ± 5 ; ± 12 ; ± 15 ; 5/ ± 12 ; 5/ ± 15	1,5; 1,8; 2,1; 2,5; 3,3; 5	1,5; 1,8; 2,1; 2,5; 3,3	
Напряжение изоляции, В	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	—	—	
Рабочая температура, °С	–25...+70	–25...+70	–25...+70	–25...+70	–25...+70	–25...+70	–40...+70	–40...+70	–25...+70	–25...+70	–40...+70	–25...+70	–25...+70	–25...+70	–25...+70	
Размеры, мм	31,8×20,3×10,2	31,8×20,3×10,2	31,8×20,3×10,2	31,8×20,3×10,2	31,8×20,3×10,2	31,8×20,3×10,2	25,4×25,4×11	25,4×25,4×11	50,1×25,4×10,8	50,1×25,4×10,8	50,8×25,4×11	50,8×50,8×11,4	50,8×50,8×11,4	63,6×7×14	50,1×8,64×14	

Таким образом, один и тот же модуль компании Arch может быть применен для построения источника питания как на DIN-рейке, так и на целевой плате, или же для питания различной аппаратуры, измерительных приборов, ноутбуков, зарядных устройств и пр. Данная особенность выгодно отличает продукцию Arch от других производителей стандартных ИП.

В заключение еще раз отметим, что компания Arch сама разрабатывает и серийно выпускает свою продукцию, постоянно расширяет ее и создает различные конструктивные опции в целях простоты применения и унификации моделей. При этом параметры, указываемые в технической документации Arch, полностью соответствуют действительности и сохраняются в течение заявленного времени работы: компания не гонится за



Рис. 9. Дополнительные аксессуары для различных вариантов крепления модулей Arch

дешевой популярностью, для достижения которой, к сожалению, некоторые производители приводят в документации наилучшие значения параметров ИП.

Литература

1. www.powel.ru
2. www.archcorp.com.tw