

# WE-TPB HV —

## семейство трехфазных дросселей от Würth Elektronik

**Современное промышленное оборудование, начиная от электродвигателей и заканчивая импульсными преобразователями, часто становится источником мощных помех. Проблемы электромагнитной совместимости бывают особенно острыми на производстве с большим числом потребителей. При проектировании электронных и электрических устройств разработчики должны не только обеспечить защиту от входных помех, но и не допустить попадание собственных шумов в сеть. С этой задачей помогают справляться синфазные и дифференциальные фильтры. В частности, серия синфазных дросселей WE-TPB HV от Würth Elektronik обеспечивает защиту от помех при работе с мощными потребителями с током до 46 А в трехфазных сетях переменного тока.**

Вячеслав Гавриков

Одна из задач, стоящих перед современной промышленностью, заключается в повышении уровня энергоэффективности. Этим цели можно добиваться различными путями. Например, линейные схемы и сетевые трансформаторы повсеместно вытесняются импульсными преобразователями.

Импульсные преобразователи характеризуются минимальным уровнем потерь, отличаются компактными габаритами и обеспечивают высокий КПД. Однако у них есть и существенные недостатки, среди которых в первую очередь следует назвать высокий уровень собственных шумов. Эти шумы образуются вследствие быстрой коммутации силовых ключей. К тому же часто оказывается, что задачи повышения эффективности и минимизации уровня помех противостоят друг другу. В частности, внедрение карбид-кремниевых транзисторов обеспечивает минимальную длительность переходных процессов при коммутации и высокую скорость нарастания сигналов, что, безусловно, хорошо с точки зрения

снижения потерь. Однако с точки зрения электромагнитной совместимости это может стать дополнительной головной болью, так как именно быстрые переключения и становятся источником помех.

Стоит отметить, что импульсные преобразователи не являются единственным источником помех. Свой негативный вклад вносят и различные коммутационные устройства, а также электродвигатели и прочие виды нагрузок (рис. 1). Очевидно, что обеспечение ЭМС ставит перед разработчиками две задачи. С одной стороны, нельзя допустить проникновения внешних помех в схему, а с другой — собственные шумы не должны попасть в сеть. Для этих целей используются различные типы фильтров.

Помехи принято разделять на кондуктивные (передающиеся по проводам) и радиочастотные (распространяются в окружающем пространстве в виде ВЧ-излучения). При этом кондуктивные помехи делят на синфазные и противофазные (дифференциальные). Для борьбы с каждым типом помех существуют свои методы. Наиболее распространенным

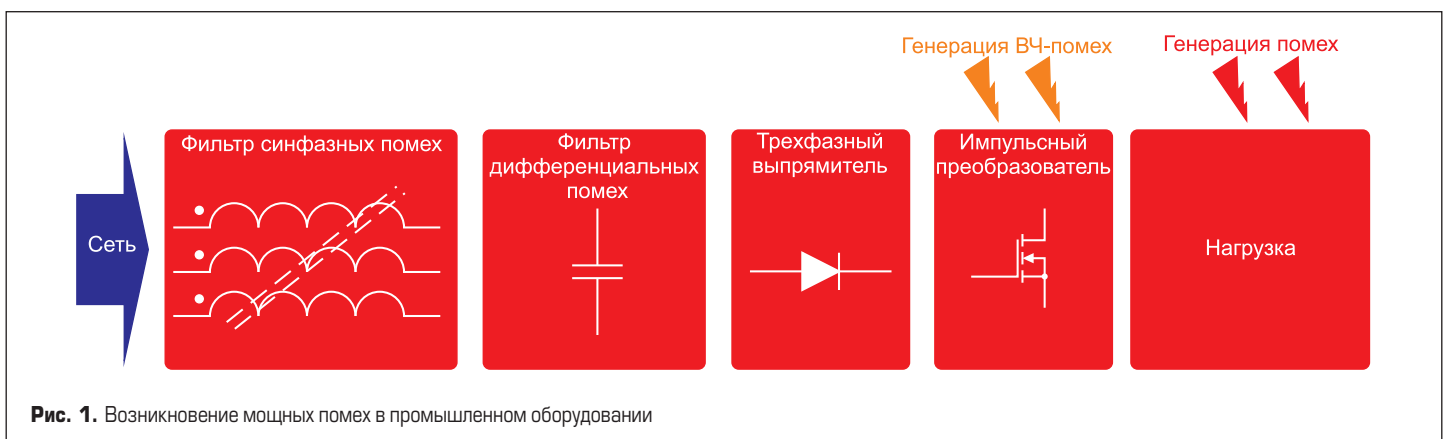


Рис. 1. Возникновение мощных помех в промышленном оборудовании

способом борьбы с синфазными шумами является использование синфазных дросселей.

При выборе дросселя необходимо учитывать целый ряд параметров [1]:

- тип: двухфазный или трехфазный;
- частотную характеристику затухания;
- допустимый ток;
- рабочее напряжение;
- напряжение изоляции;
- сопротивление фазы;
- диапазон рабочих температур;
- габаритные размеры.

Трехфазные дроссели серии WE-TPB HV от Würth Elektronik отличаются высокой токовой нагрузкой и значительным рабочим напряжением 760 В (AC), что на 70% выше, чем у большинства аналогов.

### Обзор синфазных дросселей WE-TPB HV от Würth Elektronik

Трехфазные дроссели WE-TPB HV от Würth Elektronik представляют собой трехсекционные дроссели на тороидальном сердечнике (рис. 2 и 3). Для изготовления сердечников используется два типа материалов: феррит или нанокристаллический сплав.

В настоящий момент серия WE-TPB HV объединяет почти два десятка моделей с рабочим напряжением 760 В и токовой нагрузкой 7,2–46 А (табл.).

Величина рабочего тока дросселей ограничивается падением напряжения и мощностью, рассеиваемой в обмотках. Эти показатели в свою очередь определяются сопротивлением обмоток. Сопротивление обмоток для

моделей 744837002460 имеет минимальное значение 1,6 мОм, но из-за значительного диаметра провода величина индуктивности оказывается самой низкой — 0,2 мГн. У модели 744839003460 сопротивление обмотки также составляет 1,6 мОм, но индуктивность выше в 15 раз и достигает 3 мГн.

При разработке WE-TPB HV большое внимание уделялось обеспечению высокой надежности и безопасности. Рабочее напряжение дросселей составляет 760 В, что значительно выше, чем у большинства аналогов. Кроме того, запатентованная конструкция обеспечивает высокое напряжение изоляции — 3 кВ. Нужно также отметить, что материалы, используемые в WE-TPB HV, отвечают требованиям класса горючести UL 94 V-0, который предполагает самоза-

тухание горящего образца в течение 10 с. Подтверждением высокой надежности дросселей является их соответствие требованиям стандарта EN 60938-2.

Все дроссели имеют одинаковые габаритные размеры 70×39 мм и способны работать в диапазоне температур –40...+125 °С (рис. 4).

Выбор подходящего дросселя производится с учетом токовой нагрузки и спектра шума конкретного приложения. Во многом частотные характеристики дросселей WE-TPB HV определяются типом сердечника (рис. 5). Модели с ферритовым сердечником обеспечивают высокое затухание в относительно узком диапазоне частот. Модели с нанокристаллическим сердечником отличаются широким спектром частот затухания. Суммарно все модели серии WE-TPB HV перекрывают

Таблица. Характеристики трехфазных дросселей WE-TPB HV [2]

| Наименование | D, мм | H, мм | L1, мГн | IR 1, А | RDC 1, мОм | RDC1 (макс.), мОм | UR 1, В (AC) | UT 1, В (AC) | Материал сердечника |  |  |  |                           |
|--------------|-------|-------|---------|---------|------------|-------------------|--------------|--------------|---------------------|--|--|--|---------------------------|
| 744835021220 | 70    | 39    | 2,1     | 22      |            | 9                 | 760          | 3000         | Феррит              |  |  |  |                           |
| 744835034160 |       |       | 3,4     | 16      | –          | 14                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744835050135 |       |       | 5       | 13,5    | 9          | 23                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744835090095 |       |       | 9       | 9,5     |            | 47                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744835150072 |       |       | 15      | 7,2     |            | 85                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744837002460 |       |       | 0,2     | 46      |            | 1,6               |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744837006400 |       |       | 0,6     | 40      |            | 3,2               |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744837010290 |       |       | 1       | 29      |            | 5                 |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744837018220 |       |       | 1,8     | 22      |            | 9                 |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744838040400 |       |       | 4       | 40      |            | 3,2               |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744838180160 |       |       | 18      | 16      |            | 14                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744838480095 |       |       | 48      | 9,5     |            | 47                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839003460 |       |       | 3       | 46      |            | 1,6               |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839010400 |       |       | 10,5    | 40      |            | 3,2               |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839029220 |       |       | 29      | 22      |            | 9                 |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839047160 |       |       | 47      | 16      | 15         | 14                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839125095 |       |       | 125     | 9,5     |            | 47                |              |              |                     |  |  |  |                           |
| 744839208072 |       |       | 208     | 7,2     |            | 85                |              |              |                     |  |  |  |                           |
|              |       |       |         |         |            |                   |              |              |                     |  |  |  | Нанокристаллический сплав |



Рис. 2. Внешний вид трехфазных дросселей WE-TPB HV от Würth Elektronik [2]

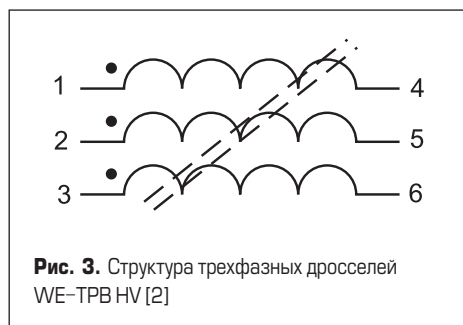


Рис. 3. Структура трехфазных дросселей WE-TPB HV [2]

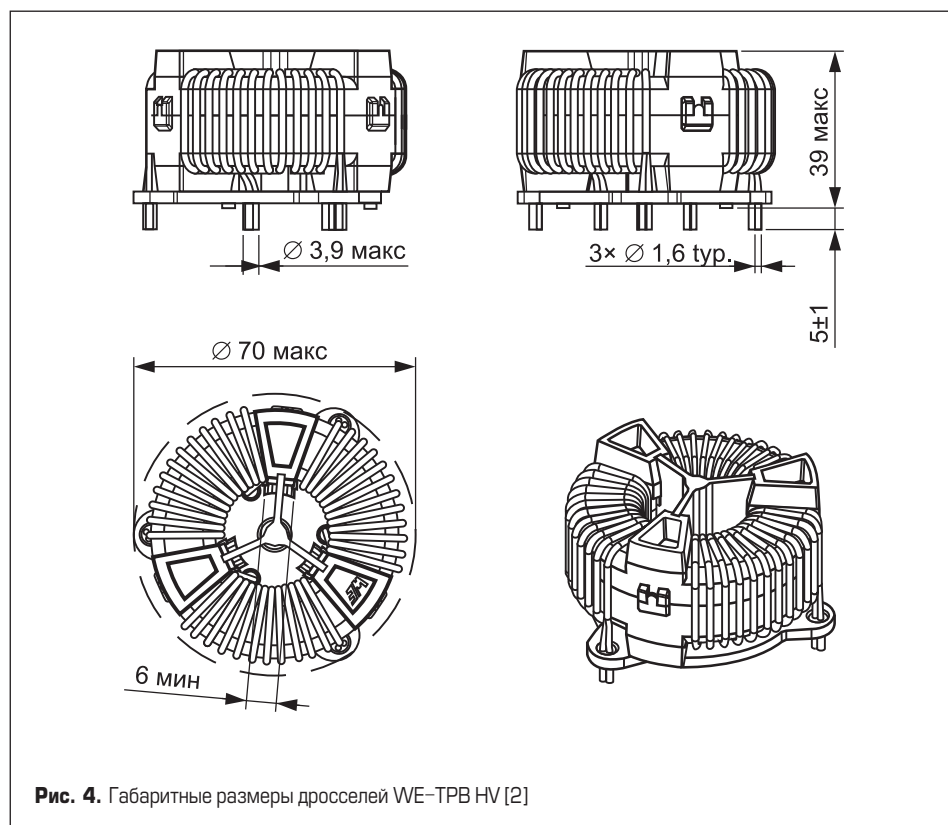


Рис. 4. Габаритные размеры дросселей WE-TPB HV [2]

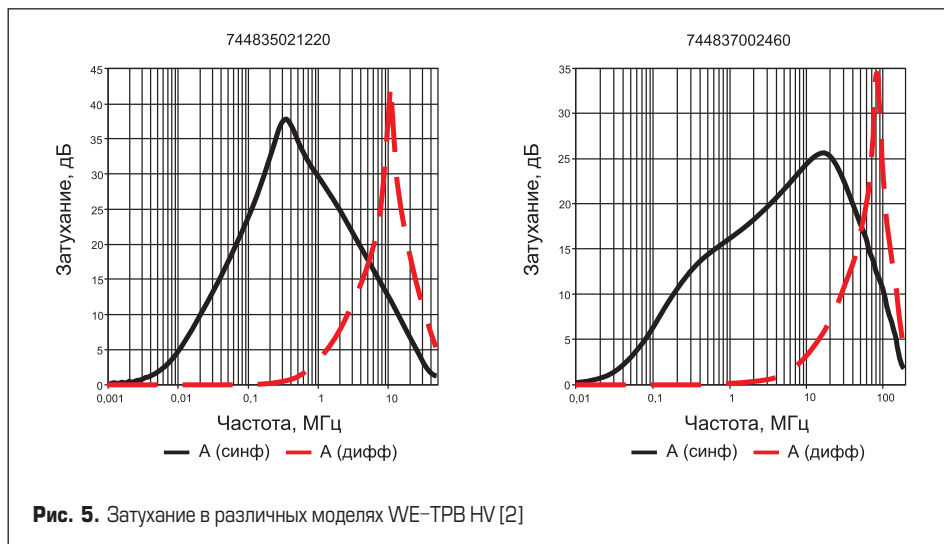


Рис. 5. Затухание в различных моделях WE-TPB HV [2]

диапазон частот 1 кГц — 20 МГц. Это позволяет использовать их для защиты от синфазных помех, генерируемых как относительно медленными преобразователями на базе IGBT, так и быстрыми схемами на кремниевых МОП-транзисторах либо даже на высокочастотных GaN- или SiC-ключах.

Благодаря широкому диапазону рабочих токов и частот, а также высокому рабочему напряжению трехфазные дроссели WE-TPB HV от Würth Elektronik способны обеспечить надежную защиту от синфазных помех в широком спектре промышленных приложений, например, в таких как мощные импульсные

источники питания, приводы электродвигателей, зарядные устройства, сварочные аппараты или инверторы.

### Заключение

В настоящий момент серия трехфазных дросселей WE-TPB HV от Würth Elektronik насчитывает почти два десятка моделей с высоким рабочим напряжением 760 В и широким диапазоном рабочих токов 7,2–46 А. Они способны обеспечивать защиту от синфазных помех в диапазоне частот 1 кГц — 20 МГц.

Отличные электрические характеристики, высокая степень защиты и широкий диапазон рабочих температур позволяют использовать дроссели WE-TPB HV в целом спектре промышленных приложений.

### Литература

1. Han D., Morris C. T., Lee W., Sarlioglu B. Three-Phase Common Mode Inductor Design and Size Minimization. Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC). IEEE, 2016.
2. Материалы с официального сайта [www.we-online.com](http://www.we-online.com)