



Деян ШРАЙБЕР на семинаре компании SEMIKRON, Москва, 2007 год

Деян Шрайбер получил диплом с отличием по специальности «Электротехника» в Белградском университете в 1970 году. До 1988 года он работал в техническом институте имени Николы Теслы в Белграде в отделе Силовой электроники и Управления. В это же время он читал лекции и работал в качестве приглашенного профессора в университетах Белграда и Нового Сада (Югославия), а также университете города Хараре в Зимбабве.

В 1989 году Деян Шрайбер начал свою деятельность в компании SEMIKRON в Нюрнберге в качестве старшего технического специалиста. Его специализацией являются силовые преобразователи для ветрогенераторов с переменной скоростью вращения, высоковольтные приводы асинхронных двигателей, приводы высокоскоростных микротурбин, мощные источники бесперебойного питания, приводы для электропоездов, троллейбусов и трамваев, транспортные средства с батарейным питанием, автоэлектроника и преобразователи для топливных элементов.

Уже 2 года подряд Деян Шрайбер проводит в Москве весенний семинар компании SEMIKRON. Участники семинара, которых с каждым годом становится все больше, могли на собственном опыте убедиться в необычайной эрудиции и широте кругозора этого уникального специалиста, готового ответить на любой вопрос и решить любую техническую проблему. В этом году всем интересующимся продукцией SEMIKRON представляется очередная возможность посетить семинар компании и послушать сообщения Деяна Шрайбера, посвященные схемотехнике мощных преобразователей.

Семинар «SEMIKRON — новые идеи и концепции» состоится 9 апреля 2008 года по адресу: г. Москва, м. «Пушкинская», Трехпрудный переулок, д. 9, конференц-центр Extrapolis. Всем желающим принять участие в семинаре просьба прислать заявку по факсу: +7 (495) 995-09-02 или e-mail: seminar.semikron@compel.ru.

Силовая электроника для ветроэнергетики

Интервью с Деяном Шрайбером, главным техническим специалистом компании SEMIKRON.

— *Какое влияние растущий рынок ветроэнергетики оказывает на совершенствование технологий силовых полупроводников SEMIKRON?*

— Мы достигли высших показателей роста на рынке возобновляемых источников энергии. 31 ГВт из 72,6 ГВт общей мощности, получаемой от ветроэнергетических установок, введенных в действие с 1993 года, вырабатывается установками, использующими технологии SEMIKRON. По сути дела мы были первой компанией, выпустившей в начале 90-х годов специализированную силовую сборку, в которой применялись технологии, схемы и конструкции интегральных силовых модулей, специально разработанные для применения в ветрогенераторах. Главным их отличием является высокая надежность, большой срок службы, высокая эффективность преобразования и масштабируемость конструкции. Наш огромный опыт в области силовой электроники позволяет нам опираться на имеющиеся удачные решения и разработки и обеспечивает хорошие преимущества по сравнению с нашими конкурентами.

— *Каковы основные особенности и проблемы этого рынка?*

— До настоящего времени электронные модули использовались как выходные преобразовательные элементы при производстве энергии. Однако силовая электроника может применяться и в каскадах первичной обработки мощности, что особенно справедливо в области ветроэнергетики и систем распределения энергии. Это позволяет существенно улучшить качество электроэнергии, тем более что требования к «интеллектуальным» энергетическим сетям с течением времени становятся все более строгими. Еще более жесткими и трудновыполнимыми их делают современные стандарты и директивы. Однако все эти требования должны быть выполнены, несмотря на тот факт, что ведущими производителями уже прилагаются максимальные усилия по ускорению развития силовых технологий. Лучшим способом решения поставленной задачи является разработка базовых масштабируемых платформ, с по-

мощью которых достаточно легко наращивать мощность, удовлетворяя при этом современные требования по качеству энергии. Этот путь предоставляет грандиозные возможности для индустрии силовой электроники и энергетики.

— *Какие усилия предпринимает SEMIKRON, чтобы оставаться лидером рынка силовой электроники?*

— Прежде всего мы продолжаем совершенствовать интеллектуальные модули высокой степени интеграции SKiP, включающие систему охлаждения, устройство управления и защиты, а также датчики. Мы способны производить специализированные силовые сборки широкого применения и масштабируемые платформы мощностью до единиц мегаватт. Чтобы оставаться лидерами рынка ветроэнергетики, мы должны, кроме того, предлагать решения для энергетических систем высокой мощности. В настоящее время это установки мощностью более 5 МВт, а в течение ближайших пяти лет необходимо разработать преобразователи 10 МВт и более. При этом необходимо учесть, что ветрогенераторы, как и все мощные электрические генераторы, должны работать в высоковольтном диапазоне.

— *Силовые полупроводники какого класса напряжения вы рекомендуете для применения с ветрогенераторами с переменной скоростью вращения?*

— Только 1700 В. Несомненно, что для преобразователей, предназначенных для работы с возобновляемыми источниками энергии, требуются высокоэффективные и надежные силовые ключи. Если мы рассчитаем выходную мощность инвертора, построенного на IGBT-модулях одного типоразмера, но различного класса напряжения: 1700 В, а также 3300 В и 6500 В, то увидим очевидные преимущества применения низковольтных полупроводников. Как видно на рисунке, мощностные возможности и эффективность работы инвертора с высоковольтными ключами существенно ниже. При одинаковом уровне потерь мощности модули с рабочим напряжением 3,3 кВ и током 1200 А способны выработать половину от возможного значения мощности. И только четверть мощности,

обеспечиваемой низковольтными ключами (1700 А, 2400 А), может быть получена при использовании высоковольтных модулей с напряжением 6500 В и током 600 А.

В общем случае оптимальные условия эксплуатации зависят от типа используемых полупроводниковых модулей, а в рассматриваемом примере расчеты сделаны для одинаковой рабочей частоты 3,6 кГц, поскольку при работе на такой частоте размеры выходного синусоидального фильтра находятся в разумных пределах. При частоте коммутации в диапазоне 3–4 кГц потери мощности на фильтре составляют примерно 15% от мощности инвертора. Однако даже при близких размерах фильтра для построения высоковольтного инвертора на IGBT различного класса требуются разные схемные решения.

— **Что в первую очередь отличает SEMIKRON от других производителей?**

— Прежде всего, мы ориентированы на конечное применение. Наша компания разрабатывает и производит широкую номенклатуру полупроводниковых модулей, предназначенных для работы в конкретных схемах.

Например, много лет назад мощные одиночные IGBT имели только 2 терминала (коллектор и эмиттер) и выпускались в двух исполнениях для применения в верхнем и нижнем плече полумостового каскада. Мы понимали недостатки такого решения с самого начала — было очевидно, что в инверторе напряжения, базовым элементом которого является полумост, силовые модули должны иметь отдельные DC- и AC-терминалы.

Интеллектуальные силовые ключи SKiP, конструкция которых была разработана более 15 лет назад, имеют силовые выводы для подключения звена постоянного тока и AC-выхода, расположенные по разные стороны корпуса. При этом каждый полумост снабжен индивидуальными терминалами, позволяющими осуществлять их параллельное соединение с помощью простой шины. Этот конструктив в настоящее время широко используется другими производителями, и до сих пор никто не придумал ничего лучшего.

Кроме того, наш колоссальный опыт в ветроэнергетике позволил нам создать ряд интегральных силовых модулей, применение которых гарантирует как отличные показатели надежности, так и высокую эффективность. Примером являются несколько семейств модулей IGBT без базовой платы, разработанных по технологии прижимного контакта SKiP. Все тепловые связи в силовых ключах подобной конструкции осуществляются за счет многоточечного прижима, что позволяет обеспечить равномерное распределение тепла и низкое тепловое сопротивление. Безбазовые модули прижимного типа имеют гораздо более высокую стойкость к активному и пассивному термоциклированию, чем силовые ключи традиционной конструк-

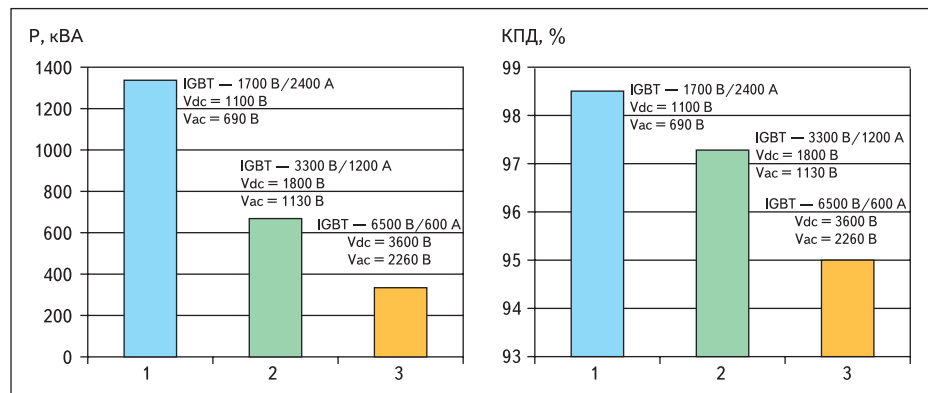


Рисунок. Выходная мощность 3-фазного инвертора, построенного на модулях одного типоразмера при одинаковых условиях охлаждения и частоте коммутации $f_{sw} = 3,6$ кГц

ции. Они обеспечивают предельно высокую плотность мощности и простоту параллельного соединения.

— **Насколько интенсивно SEMIKRON работает над проектированием ветроэнергетических установок?**

— Вместе с заказчиком SEMIKRON участвует в работе над проектом, начиная с выдачи технического задания и до выпуска рабочей документации. Кроме того, мы обеспечиваем наших партнеров постоянной технической поддержкой.

— **Как вам видится будущее технологий IGBT применительно к солнечной энергетике и ветроэнергетике?**

— Сектор ветроэнергетики требует разработки модулей высокой степени интеграции и «интеллектуализации». Что касается солнечной энергетики, здесь SEMIKRON работает в тесном контакте с производителями инверторов для солнечных термальных станций. Максимальная эффективность преобразования для таких устройств является главным экономическим аргументом для продвижения на рынке. Большая плотность тока и высокий КПД обеспечивают минимальный срок окупаемости изделия.

Инверторы солнечных станций работают на высоких частотах, что необходимо для минимизации размеров фильтров. Диоды из карбида кремния (SiC) и MOSFET-транзисторы в данном случае могут стать альтернативой кремниевым быстрым диодам и IGBT-ключам, поскольку их использование позволяет снизить уровень динамических потерь. Только замена стандартных диодов на SiC в IGBT-преобразователях позволяет уменьшить коммутационные потери почти на 30%. Кроме того, для такого специфического применения, как солнечные энергетические станции, требуется разработка специальных конфигураций схем.

— **Ожидаете ли вы в будущем появления инверторов для ветроэнергетических установок в интегральном исполнении?**

— Определенно да, поскольку применение интегральных блоков обеспечивает высокую «гибкость» и масштабируемость изделия.

— **Собирается ли SEMIKRON шире использовать технологии SiC для ветроэнергетических применений?**

— Не в ближайшем будущем. На этом рынке требуются прежде всего силовые ключи, а инвестиции, необходимые для разработки достаточно мощных полупроводников на основе карбида кремния, пока экономически не оправданы.

— **Кто из ваших конкурентов, по вашему мнению, способен бороться за лидерство?**

— Отмечу еще раз, что общая мощность ветроэнергетических установок, запущенных с 1993 года во всем мире, составляет 72,6 ГВт, и в 43% из них используются технологии и компоненты SEMIKRON. Производители ветрогенераторов нуждаются в преобразователе типа all-in-one, содержащем силовые каскады, согласованную систему охлаждения, интегрированную схему управления, мониторинга и защиты. Мы способны предложить такое устройство, и в этом наше главное отличие от конкурентов.

Наличие всех указанных свойств у модулей серии SKiP, а также их высокая стойкость к активному и пассивному термоциклированию обуславливает высокую потребительскую ценность компонентов данного типа для наших заказчиков. Интеллектуальные силовые ключи (IPM) SKiP предназначены для использования в мегаваттном диапазоне мощностей, на сегодняшний день это одни из самых мощных IPM на рынке.

В настоящее время большие возможности для нас представляет динамично развивающийся рынок ветроэнергетики в Азии. Правительство Китая планирует к 2020 году покрыть 10% потребности страны в электроэнергии за счет использования возобновляемых источников.

— *Г-н Шрайбер, большое спасибо за то, что нашли время ответить на наши вопросы. Мы с надеждой смотрим в будущее и понимаем, какие перспективы открывает для нас рынок ветряной и солнечной энергетики.*

Интервью провёл Bodo Arlt,
редактор журнала Bodos Power