

Следующее поколение оборудования подачи энергии (ОПЭ)



Пол Треглиа
и Клайв Макнамара

Общие сведения

Подводная кабельная система питается от оборудования подачи энергии (ОПЭ). ОПЭ подает постоянный ток на оптоволоконные повторители. В настоящее время существуют многолетние устоявшиеся требования к ОПЭ — стабильный выход (постоянный ток), высокая надежность (даже при землетрясении), безопасность и высокий уровень контроля и диагностики. В годы «восстановления» после 2002 года были добавлены другие требования — невысокая стоимость и малая сложность (меньший размер). В 2006 году на объекты начало поставляться первое разработанное компанией Spellman комплектное ОПЭ Single-Bay (Gen3).

Потребность в большем

Система Gen3 рассчитана на 5 кВ, что ограничивает длину кабеля, который она может питать. Она не подходит для длинных кабельных трасс (> 2000 км). Растущие потребности в длинных кабельных трассах повышают требования к напряжению, а развитие конструкции повторителя приводит к увеличению потребности в токе. Более высокий ток для повторителей, в свою очередь, увеличивает потребность в напряжении ОПЭ еще больше, потому что это увеличивает потери кабеля (падение напряжения). На основе этих потребностей было разработано следующее поколение ОПЭ (Gen4) для обеспечения более высокого напряжения, более высокого тока и более высокой мощности для систем дальней связи.

ОПЭ Gen4



Рис. 1 – ОПЭ Gen4

ОПЭ Gen4 рассчитано на 15 кВ, 1,5 А. Это существенное увеличение напряжения (в три раза), тока (в полтора раза) и мощности (в четыре с половиной раза) по сравнению с Gen3. Конструкция ОПЭ Gen4 состоит из трех шкафов.

Три шкафа являются (слева направо):

Отсек выхода/управления ОПЭ — содержит локальный блок управления (ЛБУ) и сетевой коммутатор (СК), ко-

торые предназначены для включения Ethernet-связи между всеми внутренними и внешними элементами ОПЭ в систему управления сетью для удаленной диагностики и мониторинга. Также в этом шкафу располагаются сложные функции ОПЭ по управлению выходом, защите, конфигурация и настройки полярности.

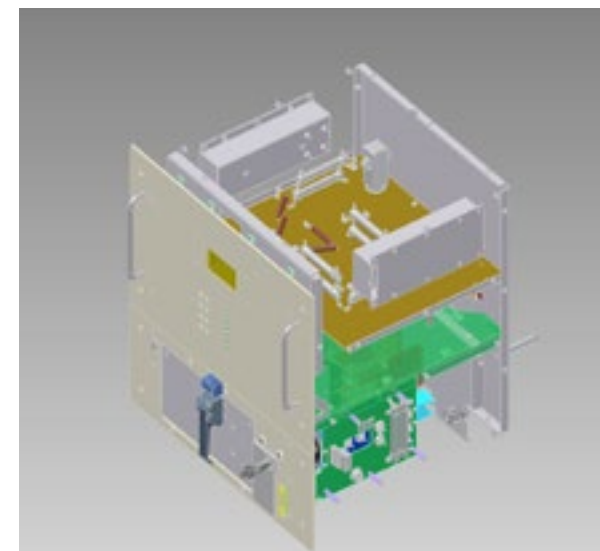


Рис. 2 – Блок контроля выхода (БКВ).
Часть отсека выхода/контроля ОПЭ

Отсек преобразователей — содержит 6 идентичных высоковольтных силовых преобразователей в конфигурации n+1. Для полного напряжения/тока необходимы только 5 преобразователей. Если полная нагрузка не требуется, для удовлетворения требований используется меньше преобразователей.

Отсек тестовой нагрузки — содержит сочетание из 1 модуля активной тестовой нагрузки (АТН) и 4 модулей пассивной

тестовой нагрузки (ПТН). АТН представляет собой переменную электронную нагрузку, использующую массив МОП-транзисторов, работающих в своей активной области. ПТН состоит из фиксированных резисторов в сочетании с реле высокого напряжения. АТН обеспечивает точную настройку, а ПТН обеспечивает грубую настройку. Эти модули совместно обеспечивают переменную нагрузку, способную непрерывно рассеивать 22,5 кВт.

Рис. 3 – Пассивная тестовая нагрузка (ПТН)

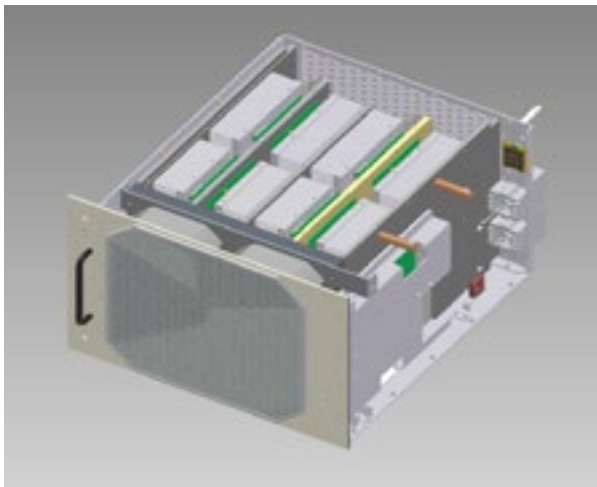
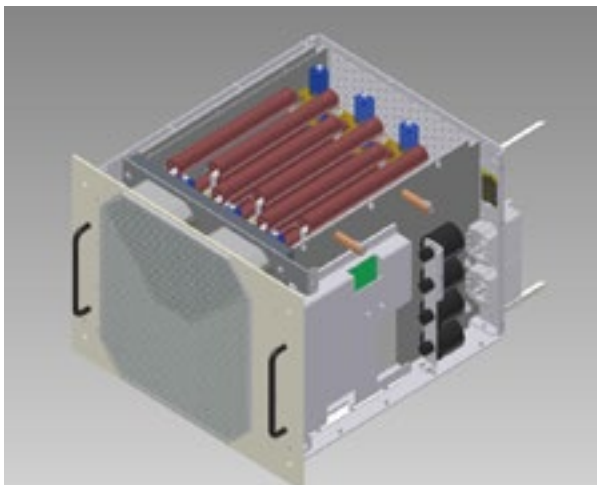


Рис. 4 – Активная тестовая нагрузка (АТН)



Подобно ОПЭ Gen3 большая часть сменных блоков (СБ) в ОПЭ оснащены разъемами с заглушками, что позволяет осуществлять быструю замену в случае отказа.

Дополнительные возможности

В процессе проектирования часто приходится учитывать дополнительные возможности, основанные на запросах пользователей предыдущих версий. Ниже приведены некоторые возможности, добавленные во время разработки ОПЭ Gen4. Эти функции недоступны в ОПЭ Gen3:

- Сбор данных – ОПЭ Gen4 постоянно (каждые 10 мс) записывает критические параметры: напряжение ОПЭ, ток ОПЭ, напряжение земли океана, ток утечки на землю станции. ЛБУ, встроенный в ОПЭ, имеет возможность отображать эти данные локально, или они могут быть отправлены далее (наружу) в систему управления сетью. Внутренняя память в ОПЭ позволяет сохранять очередь данных за припл. 1 неделю.
- Резервированные разъемы для земли океана – все больше и больше заказчиков запрашивают этот вариант исполнения. Эта функция обеспечивает резервирование критического соединения с зем-

лей океана (ЗО). Ток контролируется на обоих соединениях ЗО. В норме эти токи должны быть равны. Если они не равны, это скорее всего указывает на проблему соединения на одном из них, что предупреждает пользователя о необходимости обслуживания, до того как ситуация повлияет на работу ОПЭ.

- Настройка для нескольких диапазонов напряжений – ОПЭ Gen4 имеет максимальное напряжение 15 кВ, но его можно настроить (на фабрике) для более низкого напряжения, сохраняя при этом тот же номинальный ток (1,5 А). Помимо 15 кВ, возможны варианты исполнения на 6 кВ, 9 кВ, 12 кВ. Это достигается за счет установки меньшего количества модулей преобразователей

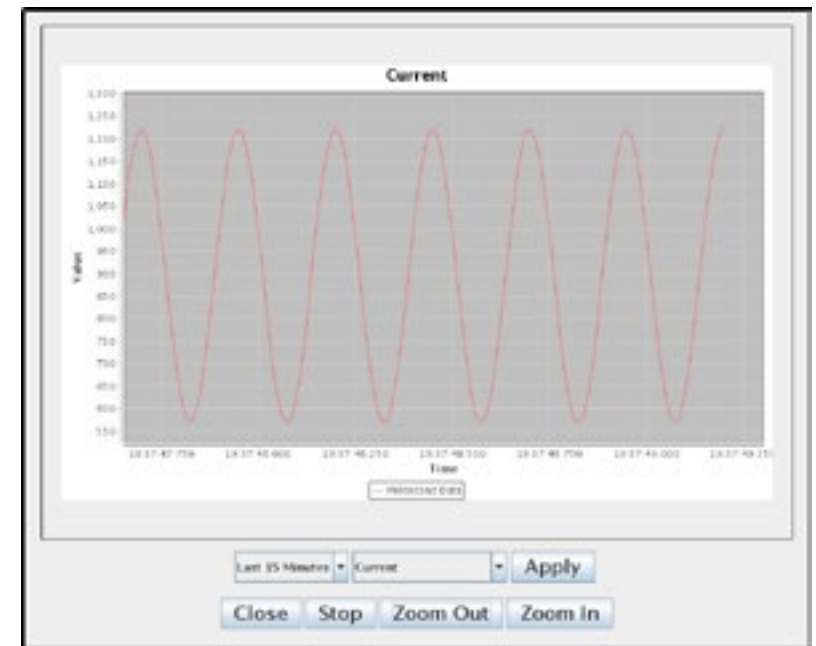


Рис. 5 – Графический интерфейс сбора данных ЛБУ

и пассивной тестовой нагрузки (ПТН) (на 1 преобразователь и 1 ПТН меньше для каждых 3 кВ). Система всегда состоит из 3 шкафов. Диапазон 6–15 кВ переключается эстафетой там, где заканчиваются возможности ОПЭ Gen3 (на 5 кВ).

	Gen3	Gen4
Кол-во шкафов	1	3
Преобразователь Резервирование	2n	n+1
Напряжение	5 кВ	15 кВ
Ток	1,0 А	1,5А
Мощность	5 кВт	22,5 кВт
Сбор данных	Нет	Да

Таблица 1: сравнение ОПЭ Gen3 и ОПЭ Gen4

ОПЭ Gen3

ОПЭ Gen3 был разработан для использования с более короткими кабельными трассами по более низкой цене, при этом обеспечивая высокий уровень безопасности, диагностики, надежности и доступности. На сегодняшний день в эксплуатации находятся более 65 систем ОПЭ Gen3, обеспечивая надежное питание для оптоволоконных повторителей по всему миру. ОПЭ Gen3 рассчитан на 5 кВ и 1 А. Этого достаточно для прокладки +1000 км кабеля, и часто используется для питания кабелей, проложенных между несколькими береговыми площадками на берегах соседних стран.



Рис. 6 – ОПЭ Gen3

Начиная сверху, имеется следующее:

- **Тестовая нагрузка** – переменная электронная нагрузка, способная непрерывно рассеивать мощность в 5 кВт.
- **Преобразователи (2)** – конфигурация 2n, в которой каждый преобразователь может работать при 5 кВ, 1 А в случае, если другой неисправен. Во время нормальной работы преобразователи подключены последовательно и делят общее напряжение ОПЭ.
- **Локальный блок управления (ЛБУ)** – ПК, клавиатура, монитор, мышь, коммутатор Ethernet.

- **Модуль выхода ОПЭ** – выход преобразователей питает подводный кабель с использованием сложных устройств контроля и защиты. Кабельный доступ и оконцевание (замыкание или размыкание) также обеспечиваются в точке выхода ОПЭ. Эта точка доступа может быть использована для подключения других устройств тестирования кабелей к кабельной трассе. В виду опасности наличия высокого напряжения в этой точке, а также во всем ОПЭ должны быть реализованы сложные функции безопасности.

ОПЭ для кабелепрокладочных судов

В дополнение к достижениям в конструкции наземного ОПЭ также были достигнуты некоторые успехи в создании ОПЭ для судов. При развертывании нового или отремонтированного кабеля прокладка кабелей с судов является дорогостоящим и трудоемким процессом, и поэтому инженерам кабельных сетей необходимо знать, что прокладываемый кабель работает правильно. Питание может подаваться с наземного ОПЭ на береговой станции, но это представляет большую опасность для ремонтного экипажа на судне, поскольку контроль за включением или выключением высокого напряжения не находится на судне, где инженеры кабельных сетей и рабочие могут быть подвергнуты воздействию высокого напряжения развернутого кабеля.

Во время этих операций для питания кабеля на судне используется бортовое ОПЭ, сохраняя при этом контроль за вы-

Рис. 8 – Фотография любезно предоставлена компанией Global Marine Systems, Ltd.



Рис. 7 – Бортовой ОПЭ судна

соким напряжением на судне для обеспечения безопасности экипажа. В связи с тем что кабелепрокладочные суда могут работать со многими разными кабелями, бортовое ОПЭ судна обычно рассчитано на ок. 12 кВ при ок. 2А.

Эти судовые системы ОПЭ функционально очень схожи со стандартным наземным ОПЭ, только с уменьшенной функциональностью и требованиями (и с существенно более низкой стоимостью).

Схожесть заключается в управлении включением и выключением питания кабеля. Кабель представляет собой огромный индуктор и конденсатор, поэтому регулирование тока должно быть очень медленным, чтобы не вызывать каких-либо переходных процессов или колебаний, которые могли бы повредить повторители.

Бортовое ОПЭ судна оснащено новым терминалом управления системой (ТУС), который позволяет устанавливать параметры, а также безопасно управлять аварийными сигналами и скоростью линейного изменения для включения и выключения питания. ТУС заменяет перво-



Рис. 8 – Рабочие готовятся к прокладке кабеля



Рис. 9 – Бортовой ТУС судна

начальный блок управления системой (БУС), в данное время устаревший.

Бортовое ОПЭ судна может работать от переменного тока, подаваемого от судовых генераторов, и, как правило, может использовать больше типовых высоковольтных источников питания. (Не нужно перевозить аккумуляторы и надеяться на то, что в море не произойдет землетрясение). Но для судового ОПЭ надежность по-прежнему имеет первостепенное значение, поскольку отказ ОПЭ в море прервет развертывание кабеля до прибытия помощи.

Заключение

В индустрии ОПЭ появляются все новые решения, уже доказавшие, что они соответствуют и даже превосходят требования и ожидания заказчиков. С системами ОПЭ Gen3 и ОПЭ Gen4 удовлетворяется большинство требований к наземному оборудованию для питания подводных оптоволоконных сетей по всему миру. Дальнейшее развитие отрасли видится в сокращении размеров систем с сохранением или увеличением характеристик по напряжению, а также разработка недорогих устройств с низким напряжением (например, для распределительного оборудования).

Пол Треглия – директор по разработке продукции, компания Spellman High Voltage Electronics Corporation

Клайв Макнамара – региональный менеджер по продажам в Великобритании, компания Spellman High Voltage Electronics, Ltd.