

*А. М. ГРЕЧКО, И. С. ВАРШАМОВА*

## ОБЗОР НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СИСТЕМЫ РАЗЪЕМНОГО МОНТАЖА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ SMISSLINE ОТ АBB

**Введение.** Актуальными задачами при проектировании новых подстанций или модернизации устаревшего оборудования в сетях низкого напряжения являются уменьшение времени проведения монтажных работ; рациональное использование монтажного пространства; безопасность и простота выполнения работ. Решение перечисленных задач возможно за счет применения системы Smisline от компании АBB. **Методы.** Представлен аналитический обзор системы разъемного монтажа электрооборудования Smisline производства концерна АBB. Рассмотрены особенности конструкции составляющих системы – шасси, шины, терминалы, электрические аппараты, модули контактов. **Результаты.** Проанализированы особенности подключения и эксплуатации составляющих системы Smisline, показаны их преимущества по сравнению с уже используемыми традиционными системами монтажа электрооборудования низкого напряжения. **Обсуждение.** Работа ставит перед собой цель ознакомить отечественных проектантов, специалистов в области электрооборудования низкого напряжения к новому поколению системы разъемного монтажа электрооборудования. Материалы статьи могут быть рекомендованы при проектировании новых или модернизации старых систем энергоснабжения, например, при энергоснабжении информационных систем, в системах бесперебойного питания, на электротранспорте или в других системах энергоснабжения непрерывных промышленных и технологических процессов.

**Ключевые слова:** системы монтажа электрооборудования низкого напряжения, система Smisline, безопасность монтажа электрооборудования, модернизация электрооборудования.

*О. М. ГРЕЧКО, І. С. ВАРШАМОВА*

## ОГЛЯД НОВОГО ПОКОЛІННЯ СИСТЕМИ РОЗ'ЄМНОГО МОНТАЖА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ SMISSLINE ВІД АBB

**Вступ.** Актуальними завданнями при проектуванні нових підстанцій або модернізації застарілого обладнання в мережах низької напруги є зменшення часу проведення монтажних робіт; раціональне використання монтажного простору; безпека і простота виконання робіт. Рішення перерахованих завдань можливе за рахунок застосування системи Smisline від компанії АBB. **Методи.** Представлений аналітичний огляд системи роз'ємного монтажу електрообладнання Smisline виробництва концерну АBB. Розглянуто особливості конструкції складових системи – шасі, шини, термінали, електричні апарати, модулі контактів. **Результати.** Проаналізовано особливості підключення і експлуатації складових системи Smisline, показані їх переваги в порівнянні з вже використовуваними традиційними системами монтажу електрообладнання низької напруги. **Обговорення.** Робота ставить перед собою мету ознайомити вітчизняних проектантів, фахівців в області електрообладнання низької напруги до нового покоління системи роз'ємного монтажу електрообладнання. Матеріали статті можуть бути рекомендовані при проектуванні нових або модернізації старих систем енергопостачання, наприклад, при енергопостачанні інформаційних систем, в системах безперебійного живлення, на електротранспорті або в інших системах енергопостачання безперервних промислових і технологічних процесів.

**Ключові слова:** системи монтажу електрообладнання низької напруги, система Smisline, безпека монтажу електрообладнання, модернізація електрообладнання.

*О. М. GRECHKO, I. S. VARSHAMOVA*

## REVIEW OF NEW GENERATION OF THE SYSTEM OF CONNECTOR MOUNTING OF ELECTRICAL EQUIPMENT SMISSLINE FROM ABB

**Introduction.** Actual tasks in the design of new substations or modernization of outdated equipment in low voltage networks are reducing the time for installation works; rational use of installation space; safety and ease of execution. The solution of these problems is possible through the use of the Smisline system from ABB. **Methods.** An analytical review of the Smisline electrical installation system of the ABB concern has been presented. The design features of the components of the system – chassis, tires, terminals, electrical devices, contact modules. **Results.** The features of connection and operation of components of the Smisline system are analyzed, their advantages compared to the traditional low-voltage electrical installation systems already used are shown. **Discussion.** The work aims to acquaint domestic designers, specialists in the field of low-voltage electrical equipment to a new generation of a system of detachable electrical installation. Article materials can be recommended when designing new or upgrading old power supply systems, for example, when supplying information systems, in uninterrupted power supply systems, on electric transport or in other power supply systems of continuous industrial and technological processes.

**Key words:** low voltage electrical installation systems, Smisline system, electrical installation safety, electrical equipment modernization.

**Введение.** При проектировании новых подстанций или модернизации устаревшего оборудования в распределительной сети 0,4 кВ перед проектными организациями встает целый ряд актуальных задач, основными из которых являются [1]:

- уменьшение времени проведения монтажных работ;
- снижение производственных затрат, особенно при реконструкции системы;
- рациональное использование предоставленного монтажного пространства;
- безопасность и простота выполнения монтажных

работ.

Решение перечисленных задач возможно путем применения системы Smisline от компании АBB [2].

Система Smisline – это принципиально новый подход при проектировании, монтаже и эксплуатации электрооборудования распределительных сетей низкого напряжения 0,4 кВ. Благодаря оригинальному принципу монтажа совместно с применением самого современного электротехнического оборудования система Smisline позволяет:

- при вводе в эксплуатацию новых объектов в кратчайшие сроки осуществить установку электро-

© А.М. Гречко, И.С. Варшамова, 2018

оборудования при минимальных трудовых затратах;

- при модернизации, реконструкции объектов установить максимальное количество единиц электрооборудования в ограниченном пространстве благодаря компактности применяемого электрооборудования;
- осуществлять простое и быстрое внесение изменений в схемные решения объектов, которые используют систему Smissline и уже находятся в эксплуатации, благодаря модульному принципу построения электрооборудования;
- производить замену установленного электрооборудования под напряжением, то есть без отключения питания у параллельных потребителей, соблюдая при этом полную защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током.

Перечисленные преимущества позволили системе Smissline завоевать популярность во всем мире [3].

**Целью** работы является ознакомление и привлечение внимания отечественных проектантов, специалистов в области электрооборудования низкого напряжения к новому поколению системы разъемного монтажа электрооборудования Smissline.

Областью применения системы Smissline являются объекты городского электротранспорта, аэропорты, вокзалы, медицинские учреждения, центры обработки данных банки, офисные и торговые центры, объекты телекоммуникации, промышленности, машиностроения.

Система Smissline является абсолютно новой системой монтажа оборудования. В отличие от традиционного монтажа устройств на монтажной DIN рейке, оборудование системы Smissline устанавливается на изоляционном основании (или шасси) с интегрированными шинами питания. Такое решение значительно упрощает процесс установки и сокращает время монтажа оборудования [2].

**Обзор составляющих компонентов системы Smissline. Шасси и шины.** Изоляционным основанием, на котором размещаются все элементы системы Smissline, является так называемое шасси модульного типа, состоящее из шести (108 мм) или восьми (144 мм) модульных элементов (рис. 1); толщина каждого модуля составляет 18 мм.

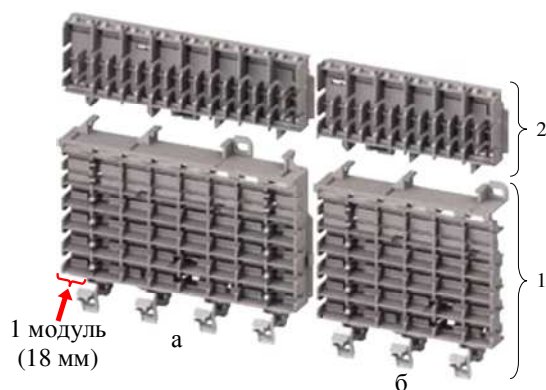


Рис. 1. Восемь (а) и шести (б) модульные шасси основной (1) и дополнительной (2) шинной системы Smissline

Существует два вида шинных систем – основная и дополнительная, соединяющиеся между собой с

помощью удобных и надежных защелок.

В основную шинную систему интегрируются фазные шины питания L1, L2, L3, основная рабочая нейтральная шина N, вспомогательные шины LA, LB (рис. 2). Надежное удержание (фиксация) шин в шасси осуществляется с помощью механических защелок. Если нет необходимости в двух вспомогательных шинах, можно установить только одну.

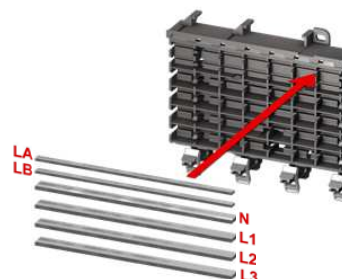


Рис. 2. Установка шин в шасси

В дополнительную шинную систему интегрируются дополнительная рабочая нейтральная шина N, защитная шина заземления PE (рис. 3). Шины обеих систем вставляются в шасси спереди.



Рис. 3. Шасси системы Smissline с интегрированными шинами

Максимально возможная длина собранного шасси составляет 1979 мм. Собранный шасси может устанавливаться на монтажной панели распределительного устройства (РУ), на DIN рейке или на любой ровной поверхности, причем до окончательной фиксации элементы шасси могут сниматься или передвигаться.

Основные шины L1, L2, L3, PE, N выпускаются с поперечным сечением 10×3 мм и рассчитаны на номинальный ток до 100 А, номинальное напряжение 400/690 В.

Вспомогательные шины LA, LB выпускаются с поперечным сечением 5×2 мм и предназначены для подачи питания на вспомогательные и сигнальные контакты аппаратов; рассчитаны на номинальный ток до 40 А, номинальное напряжение 400/690 В.

За счет гальванического покрытия обоих видов шин обеспечивается надежный контакт с терминалами устанавливаемых аппаратов, обеспечивая минимальное переходное сопротивление.

С правой и левой сторон шасси устанавливаются концевые элементы (рис. 4), которые крепятся к шасси винтами. Полная ширина концевой элемента шасси составляет 2×21 мм.

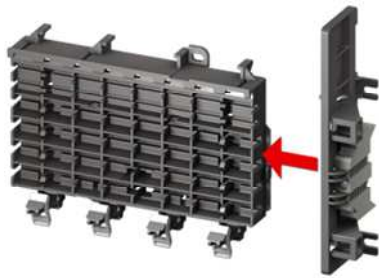


Рис. 4. Установка концевых элементов шасси

Концевые элементы используются:

- для фиксации цокольной части шасси на монтажной рейке в РУ;
- для электрического изолирования самих шин;
- для дополнительной фиксации шин в шасси;
- для защиты от механических воздействий лицевой и торцевой частей шасси.

Для монтажа шасси на DIN рейке на концевые элементы 1 устанавливаются дополнительные переходники 2 (рис. 5).

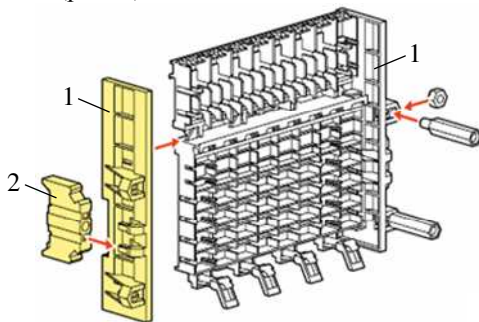


Рис. 5. Концевые элементы шасси

**Вводные клеммные терминалы.** Подача питания на основные и вспомогательные шины в системе Smisline возможна двумя способами:

1. Через специальные вводные клеммные терминалы различной модификации.
2. Непосредственно через защитный вводной электрический аппарат, в качестве которого могут применяться аппараты системы Smisline – модульный автоматический выключатель (МАВ), устройство защитного отключения (УЗО) или выключатель нагрузки (ВН).

Стандартный вводной клеммный терминал ZLS224, ZLS225 (рис. 6) выпускается высотой 50 мм. Съемный защитный кожух 1 обеспечивает надежную защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям и позволяет подключать провода как сверху, так и снизу, а также возможно и горизонтальное подключение. Внутри терминал оснащен четырьмя клеммами для основных шин L1, L2, L3, N и двумя дополнительными клеммами для вспомогательных шин LA и LB. Также возможна подача на основные шины и постоянного напряжения.

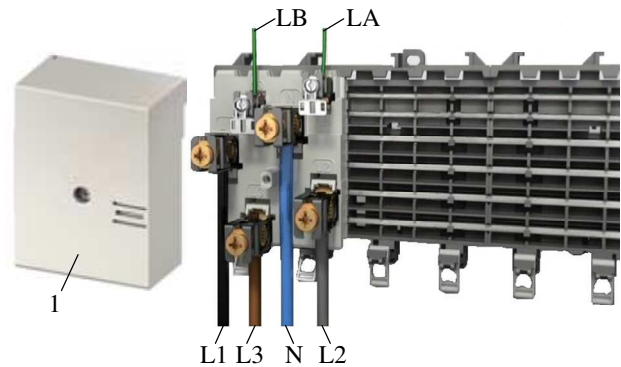


Рис. 6. Стандартный вводной клеммный терминал

Подключение проводов к дополнительным шинам (N и PE) осуществляется с помощью специальных клеммных терминалов (рис. 7).

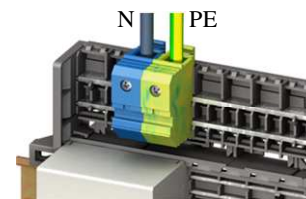


Рис. 7. Подключение к дополнительным шинам N и PE

При установке стандартного клеммного терминала слева (рис. 8,а) или справа (рис. 8,б) максимальная токовая нагрузка составляет 100 А, а при установке терминала по центру (рис. 8,в) допускается увеличение токовой нагрузки до 160 А.

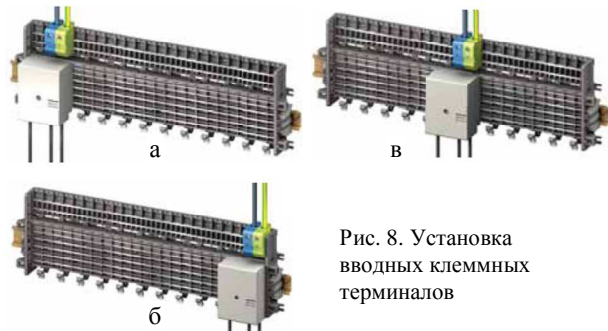


Рис. 8. Установка вводных клеммных терминалов

В систему Smisline также входят специальные вводные клеммные терминалы.

Терминалы ZLS228, ZLS229 высотой 36 мм имеют подобную конструкцию, что и терминалы ZLS224, ZLS225, с той лишь разницей, что терминалы не оснащаются клеммами для подключения к вспомогательным шинам LA и LB.

Однополюсный вводный клеммный терминал ZLS250 – ZLS255 (рис. 9) выпускается шириной 36 мм и предназначен для подвода питания только к одной из основных шин (L1, L2, L3 или N). Максимальное поперечное сечение подключаемого кабеля в таких терминалах составляет 95 мм<sup>2</sup>, а максимальная токовая нагрузка – до 200 А (при установке по центру) и до 100 А (при установке в крайних положениях).

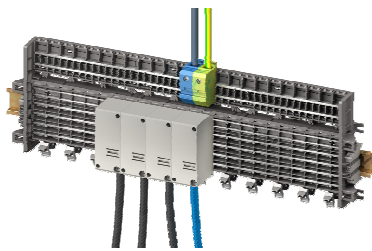


Рис. 9. Однополюсные вводные клеммные терминалы

Через защитный вводной аппарат (МВВ, УЗО (рис. 10) или же ВН) возможно подключение только к основным шинам (L1, L2, L3, N); подача же питания на вспомогательные шины (LA и LB) осуществляется через дополнительно устанавливаемые клеммные терминалы.

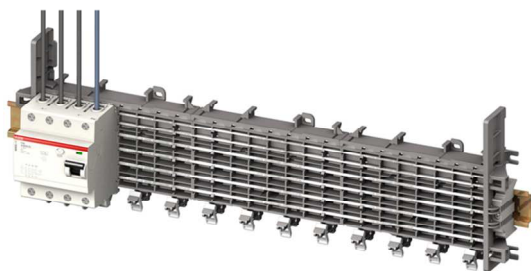


Рис. 10. Поддача питания на основные шины через верхние клеммы УЗО

В случае подачи напряжения на шинную систему с помощью УЗО (или ВН) вводной кабель может соединяться:

- с *верхними* клеммами УЗО (рис. 10) или ВН (данный вариант подвода питания обеспечивает шинам и всем последующим установленным электрическим аппаратам защиту от токов утечки);
- с *нижними* клеммами УЗО (рис. 11) или ВН (обеспечивается прямой подвод напряжения питания к шинной системе). На УЗО или ВН может подаваться ток до значения, на которое рассчитаны клеммы устройств защиты.



Рис. 11. Поддача питания на основные шины через нижние клеммы УЗО

При помощи вводных клеммных терминалов также может осуществляться подача и постоянного напряжения (рис. 12). При этом в основное шасси интегрируются всего две шины, а подключение проводов к дополнительным шинам (N и PE) осуществляется с помощью специальных клеммных терминалов красного и оранжевого цвета.

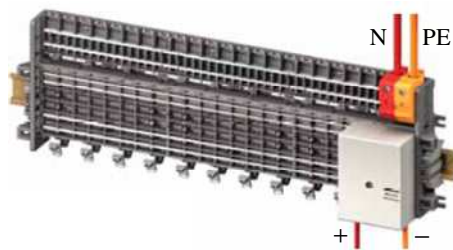


Рис. 12. Поддача постоянного напряжения

В случае если планируется размещение на одном шасси нескольких групп аппаратов, которые должны быть электрически изолированы друг относительно друга, то основные (L1, L2, L3, N, PE) и вспомогательные (LA, LB) шины необходимо лишь разрезать на фрагменты нужной длины и просто установить в шасси (рис. 13).

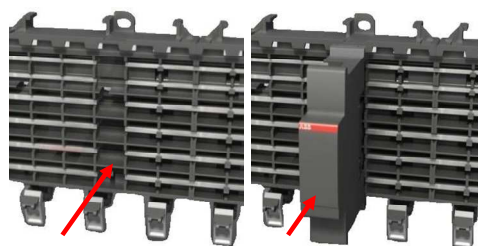


Рис. 13. Установка шинного изолятора

При этом все образующиеся промежутки в шинах должны быть закрыты шинными изоляторами (рис. 14). Шинные изоляторы ZLS238 – это модули темно-серого цвета, предназначенные для электрической изоляции разделенных участков шин и наглядного указания места разделения шин. Профиль шинных изоляторов соответствует профилю устанавливаемого оборудования и имеет ширину одного модуля (18 мм). Для изоляции шин N, PE в дополнительной шинной системе применяются специальные заглушки толщиной 9 мм.

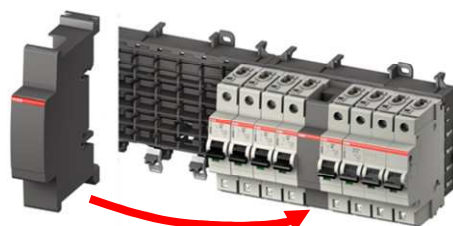


Рис. 14.

Зачастую шасси не заполняется аппаратами полностью по всей длине, что оставляет возможность расширения системы и установки дополнительного оборудования. В таком случае для защиты от случайного прикосновения к шинам всё незаполненное аппаратами пространство закрывается промежуточными элементами ZLS725 (рис. 15), которые представляют собой модули светло-серого цвета. Профиль данных элементов соответствует профилю устанавливаемого оборудования и имеет ширину одного модуля (18 мм).

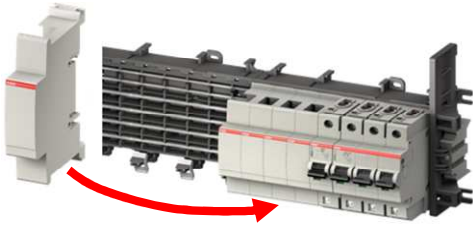


Рис. 15.

Кроме промежуточных элементов ZLS725 обеспечить защиту от случайного прикосновения к неиспользуемым участкам основных и вспомогательных шин может защитная крышка ZLS100, состоящая из 4 модулей (рис. 16). Данная крышка имеет возможность разделяться на отдельные модули, которые просто устанавливаются в шасси.

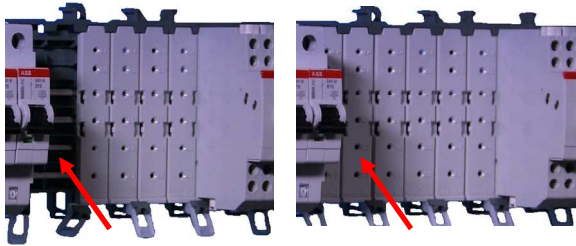


Рис. 16.

Для шин дополнительного шасси выпускается крышка 1 (рис. 17) шириной 18 мм с переходником на DIN рейку. Более длинные секции системы шин можно защищать специальным кожухом 2 с кабелепроводом длиной 144 мм. Отверстия в крышке позволяют, например, измерять напряжение на шинах, не снимая крышки.

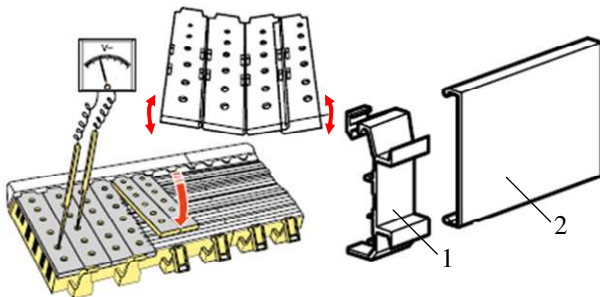


Рис. 17.

Для возможности устанавливать модульные устройства, не входящие в систему Smisline, непосредственно на шинную систему предусмотрен адаптер DIN рейки ZLS101, который вставляется в защитную крышку ZLS100 (рис. 18).



Рис. 18. Защитная крышка с адаптером DIN рейки

**Обзор электрических аппаратов системы Smisline.** Система Smisline включает в себя следующие электрические аппараты (рис. 19):

- автоматические выключатели S400;
- устройства защитного отключения F402 (двухполюсные) и F404 (четырёхполюсные);
- устройства защитного отключения с защитой от токов перегрузки и короткого замыкания FS401;
- ограничители импульсных перенапряжений OVR404;
- выключатель нагрузки IS404;
- автоматический выключатель для защиты электродвигателей MS325.



Рис. 19. Электрические аппараты системы Smisline

Такая широкая номенклатура электрических аппаратов позволяет спроектировать защиту объектов практически любой сложности – от небольших офисных помещений до крупных промышленных объектов.

**Монтаж аппаратов системы Smisline** на соответствующие шины осуществляется чрезвычайно легко и просто – достаточно завести примерно под углом в 30° корпус аппарата под выступающий профиль шасси в верхней части и зафиксировать аппарат с помощью фиксатора в нижней части шасси (рис. 20, слева).

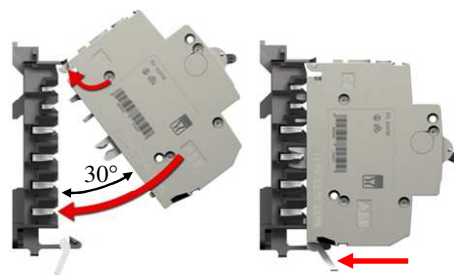


Рис. 20.

При установке подвижный терминал аппарата системы Smisline, например, автоматического выключателя S400 (рис. 21), выступающий с тыльной стороны, надежно соприкасается с шиной питания, «охватывает» её с двух сторон, и обеспечивает тем самым минимальное переходное сопротивление. Теперь достаточно подключить отходящие фидеры пи-

тания и включить аппарат. Для снятия аппарата с шасси необходимо приложить небольшое усилие, нажав на фиксатор на шасси (рис. 20, справа).

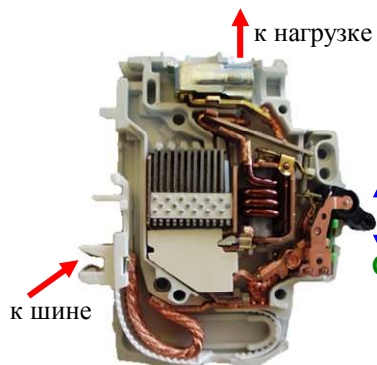


Рис. 21. Автоматический выключатель S400

В случае необходимости внесения изменений в существующую схему распределения энергии всегда остро вставала проблема в быстром проведении монтажных работ. Сегодня благодаря применению системы Smisline эта проблема довольно успешно решается – достаточно выключить аппарат, отсоединить отходящие провода, снять аппарат с шасси (либо, при отсутствии такового, снять защитные крышки, промежуточные элементы – рис. 15, 16) и поставить новый аппарат. Благодаря модульному принципу построения электрооборудования системы Smisline проведение всех операций занимает минимальный промежуток времени.

Здесь следует отметить одно из основных *преимуществ* системы Smisline. Для снятия аппарата с шасси необходимо отключить *только данный конкретный аппарат* без общего снятия напряжения с питающих шин, то есть при этом все установленные рядом устройства будут по-прежнему оставаться в рабочем положении и выполнять возложенные на них функции. Таким образом, остальные потребители электроэнергии не пострадают и не останутся без энергоснабжения ни на секунду.

При установке электрооборудования важным аспектом является обеспечение равномерного распределения нагрузки по фазам. В системе Smisline этот вопрос решается чрезвычайно просто – пользователь может самостоятельно выбирать, к какому фазовому проводнику будет подключено то или иное защитное устройство. Данная функция стала возможной благодаря тому, что в аппаратах Smisline терминал присоединения к шине (рис. 21) выполнен подвижным и имеет возможность перемещаться и надежно фиксироваться в одном из трех положений – L1, L2 или L3 (рис. 22).

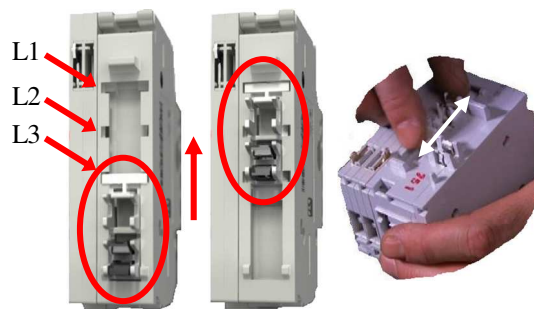


Рис. 22. Изменение положения контактов для присоединения к рабочей шине (вид с тыльной стороны)

С подвижным терминалом механически связан индикатор присоединенной (рабочей) фазы. При перемещении подвижного терминала на лицевой панели каждого полюса аппарата через специальное окошко (рис. 23) происходит индикация рабочей фазы (синий цвет информирует о подключении к нейтральной шине N). Таким образом, для проверки фазы подключения нет необходимости отключать и извлекать устройство.



Рис. 23. Индикатор рабочей фазы

**Комбинированные модули Smisline.** В систему Smisline также входят специальные устройства, предназначенные для объединения в едином блоке различных электрических аппаратов. Это так называемые комбинированные модули Smisline ZLS840 (рис. 24), которые позволяют применять в системе Smisline готовые схемные решения. Так, например, на одном несущем блоке можно установить автоматический выключатель для защиты электродвигателя MS325 и контактор. Такое решение позволяет, с одной стороны, упростить проведение монтажных работ, с другой – значительно сократить время для их проведения. Ширина комбинированного модуля составляет 54 мм, высота – 180 мм.



Рис. 24. Варианты комбинированных модулей Smisline

Для подключения комбинированного модуля к шинам питания используются различные адаптеры

(комбинированные и одинарные – рис. 25) с разным значением номинального тока (32 А, 63 А и 100 А), причем питающее напряжение возможно подводить как сверху, так и снизу.



Рис. 25. Адаптеры для комбинированных модулей Smisline

**Модули дополнительных и сигнальных контактов.** К дополнительному оборудованию системы Smisline относятся модули дополнительных НК400 и сигнальных SK400 контактов (рис. 26), которые выпускаются на номинальное напряжение 400 В и номинальный ток 6 А. Ширина каждого модуля составляет 9 мм. Модули дополнительных и сигнальных контактов подключаются к вспомогательным шинам LA и LB, как правило, с помощью контактных элементов ZLS632 (рис. 26, справа), которые имеют возможность вращаться на 180°. Так, позиция 2 контактного элемента на рис. 27 соответствует подключению модуля к вспомогательной шине LA, позиция 3 – к вспомогательной шине LB. Также возможно подключение модулей контактов через клеммные терминалы (без подключения к вспомогательным шинам) – в таком случае контактный элемент полностью утапливается в корпусе модуля (позиция 1 на рис. 27).



Рис. 26.

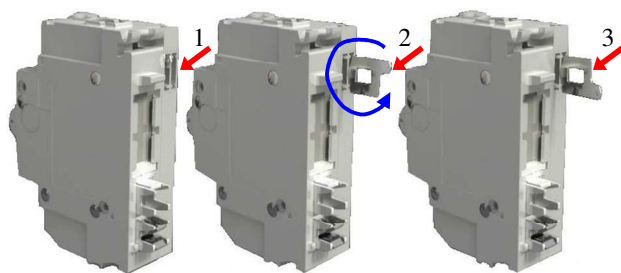


Рис. 27.

Дополнительные контакты работают синхронно с контактами основного устройства защиты. В свою очередь, сигнальные контакты срабатывают только в случае автоматического размыкания контактов аппарата (или при нажатии кнопки «Test» белого цвета на передней панели модуля – рис. 26, слева). После срабатывания сигнальные контакты должны быть возвращены в первоначальное состояние путем нажатия кнопки «Reset» оранжевого цвета. Специальные контакты модулей дополнительных и сигнальных контактов обеспечивают высокую надежность отключения даже в цепях низкого напряжения или же при малых токах.

На рис. 28, слева показана схема стандартного подключения модулей дополнительных и сигнальных контактов к вспомогательным шинам LA и LB. Также система Smisline дает возможность построения общей аварийной сигнализации через вспомогательные шины, для чего специальные сигнальные контакты SK400SA подключаются параллельно вспомогательным шинам (рис. 28, справа).

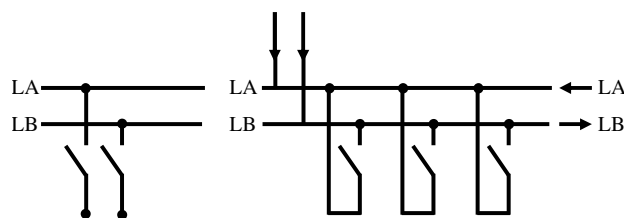


Рис. 28.

Модули дополнительных и сигнальных контактов могут устанавливаться на все аппараты системы Smisline (рис. 19), кроме ограничителей импульсных перенапряжений OVR 404.

Монтаж модулей контактов может осуществляться:

- на левую и правую грани аппарата (в случае использования MAB S400);
- только на левую грань (двухполюсные УЗО F402, FS401, и автоматический выключатель для защиты электродвигателей MS325);
- только на правую грань (четырёхполюсные УЗО F404 и выключатель нагрузки IS404).

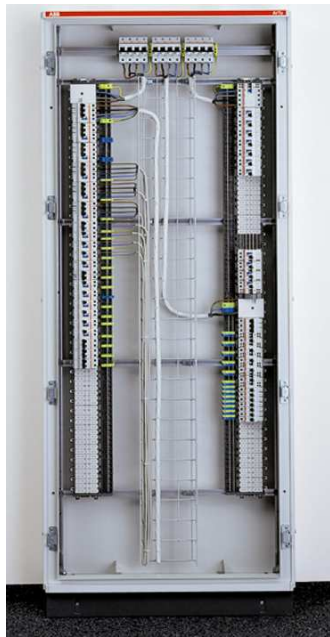
Особенности монтажа модулей контактов:

- на аппарат одновременно может быть установлен только один модуль сигнальных контактов, а также один или два модуля дополнительных контактов;
- при одновременной установке модулей дополнительных и сигнальных контактов модуль сигнальных контактов устанавливается первым;
- на выключатели нагрузки IS404 модуль сигнальных контактов не устанавливается.

Компактное размещение модулей дополнительных и сигнальных контактов на аппаратах позволяет существенно экономить монтажное пространство.

Система Smisline позволяет размещать оборудование в распределительном щите в вертикальном положении (рис. 29), что позволяет еще более экономить монтажное пространство по сравнению с традиционным размещением на монтажной DIN рейке, так как

не требуется установка дополнительных вводных и промежуточных клеммных колодок, а отходящие фидеры подключаются к аппаратам напрямую.



В заключении отметим, что на сегодняшний день современное инновационное оборудование системы Smissline установлено и успешно эксплуатируется [4]: в телекоммуникационных компаниях (Telenor, O2, British Telecom, Swisscom), в центрах обработки больших объемов критической информации финансовых и страховых структур (Credit Suisse, UBS, Shanghai Stock Exchange),

Рис. 29. Вертикальное размещение оборудования позволяет экономить монтажное пространство

при автоматизации промышленных процессов на предприятиях (BMW, Total Oil, Sweden Steel), а также в конечном оборудовании таких производителей, как Vestas Wind systems (ветрогенераторы), APC (системы бесперебойного питания), Knapp Conveyor Systems (конвейерные системы). Оборудование Smissline используется и там, где вопрос безопасности является жизненно важным, – в системах энергоснабжения аэропортов (например, в энергосистеме Франкфуртского аэропорта, одного из крупнейших в мире) и на объектах здравоохранения (в частности, его устанавливают в Германии, Швейцарии и Голландии в рамках специальных программ по реконструкции систем энергоснабжения).

**Выводы.** В статье проведен аналитический обзор системы разъемного монтажа электрооборудования Smissline производства концерна АВВ с целью ознакомления отечественных проектантов, специали-

стов в области электрооборудования низкого напряжения к новому поколению системы разъемного монтажа электрооборудования. Рассмотрены особенности конструкции составляющих системы Smissline, а именно: шасси, шины, терминалы, электрические аппараты, модули контактов. Проанализированы особенности подключения и эксплуатации составляющих системы Smissline, показаны их преимущества по сравнению с уже используемыми традиционными системами монтажа электрооборудования низкого напряжения. Данная работа может быть рекомендована при проектировании новых или модернизации старых систем энергоснабжения, когда на первое место в шкале приоритетов выходят надежность энергоснабжения, безопасность объектов и обслуживающего персонала, например, при энергоснабжении информационных систем, в системах бесперебойного питания, на электротранспорте или в других системах энергоснабжения непрерывных промышленных и технологических процессов.

#### Список литературы

1. Клименко Б.В. Электричні апарати. Загальний курс: навчальний посібник (видання друге, допрацьоване та доповнене) – Харків: Вид-во «Точка», 2013. – 400 с.
2. Электронный ресурс: <https://library.e.abb.com/public/ca5caff57cb865c14825760a003aede7/2CCC451043L1101.pdf>.
3. Электронный ресурс: <https://new.abb.com/low-voltage/ru/products/modulnoe-oborudovanie/smissline-tp>.
4. ООО «АВВ Индустри и стройтехника»: система разъемного монтажа Smissline // Новости электротехники. – 2008. – №2(50). Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2008/50/83.php>.

#### References (transliterated)

1. Klymenko B.V. *Elektrychni aparaty. Zahalnyi kurs : navchalnyy posibnyk (vydannya druhe, dopracovane ta dopovnene)*. Kharkov: Vyd-vo «Tochka», 2013. – 400 p.
2. <https://library.e.abb.com/public/ca5caff57cb865c14825760a003aede7/2CCC451043L1101.pdf>.
3. <https://new.abb.com/low-voltage/ru/products/modulnoe-oborudovanie/smissline-tp>.
4. ООО «АВВ Индустри и стройтехника»: система разъемного монтажа Smissline. *Novosti ehlektrotekhniki*. 2008. No 2(50). Available at: <http://www.news.elteh.ru/arh/2008/50/83.php>.

Поступила (resived) 03.09.2018

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the authors

**Гречко Олександр Михайлович (Гречко Александр Михайлович, Grechko Aleksandr Myhajlovych)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри електричних апаратів, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-8585>; e-mail: [a.m.grechko@gmail.com](mailto:a.m.grechko@gmail.com).

**Варшамова Ірина Сергіївна (Варшамова Ирина Сергеевна, Varshamova Iryna Sergeevna)** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри електричних апаратів, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7411-2302>; e-mail: [varshamova.i.s@gmail.com](mailto:varshamova.i.s@gmail.com).