

# ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38–20 кВ С САМОНЕСУЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ И ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ\*



И.А. Григорьев, генеральный директор  
 ООО «НИЛЕД»

Применение самонесущих изолированных проводов (СИП) на воздушных линиях электропередачи коренным образом меняет практику проектирования, строительства и обслуживания этих линий. Применение СИП позволило значительно повысить надежность электроснабжения, повысить уровень механизации работ, резко сократить затраты на обслужи-

вание и увеличить нормативный срок службы линий до 30–40 лет.

РАО «ЕЭС России» в июне 2000 года рекомендовало при выдаче технических условий на подключение абонентов, проектировании, новом строительстве и техническом перевооружении применять СИП. Строительство линий электропередачи с использо-

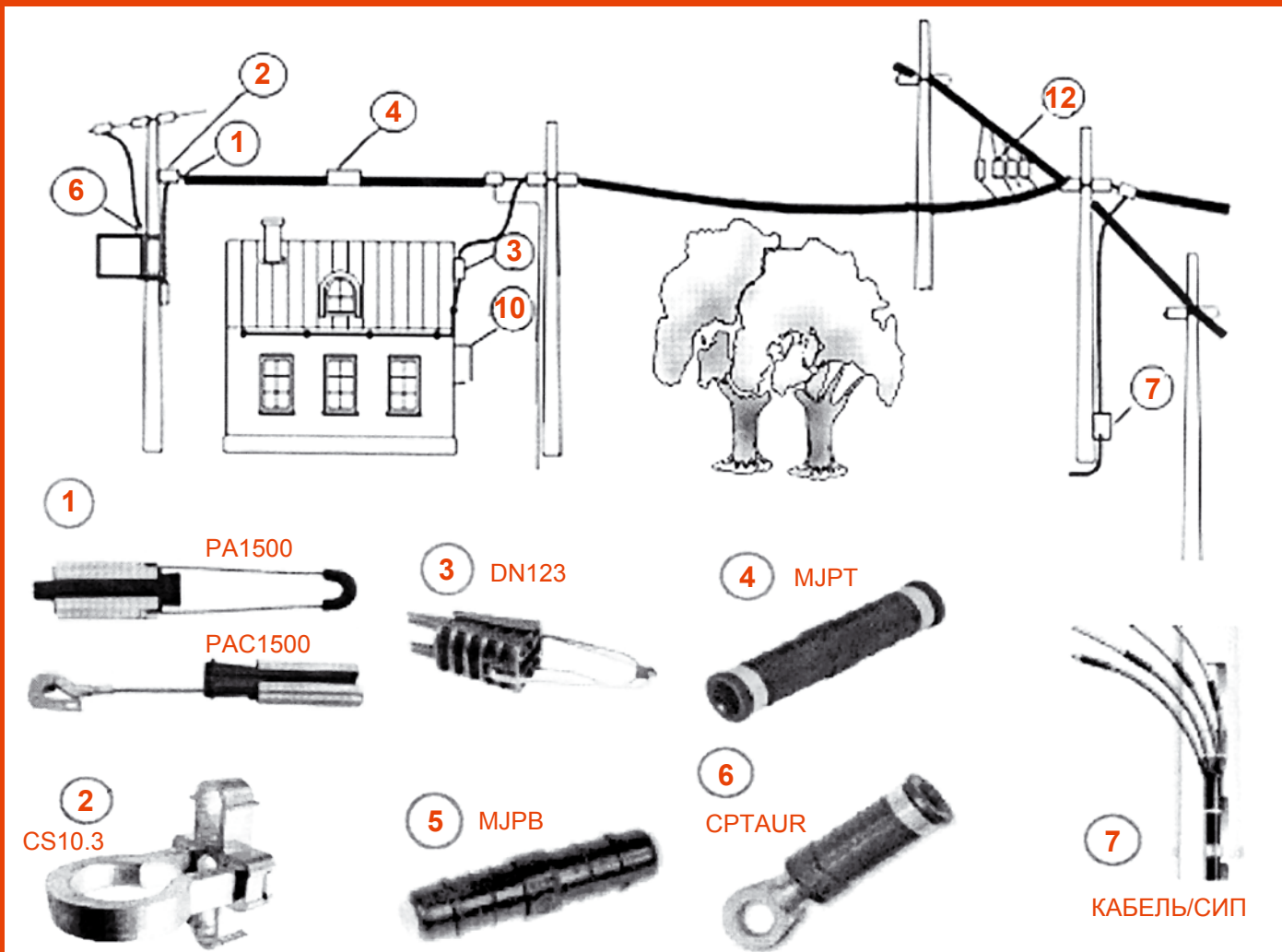


Рис. 1. Линейная арматура ООО «НИЛЕД» и схемы ее использования:

- 1 – анкерный зажим для крепления проводов на столбе;
- 2 – анкерный кронштейн;
- 3 – анкерный зажим для проводов ввода;
- 4 – соединительный зажим для проводов магистрали;
- 5 – соединительный зажим для проводов ввода;
- 6 – зажим с медным наконечником;
- 7 – арматура для соединения проводов воздушной и кабельной линий;

1А

\* По материалам технического симпозиума общего собрания Ассоциации «Интеркабель».

ванием СИП потребовало новой технологии подвески проводов с применением специальной арматуры. Надежность работы линий электропередачи в значительной мере определяется качеством линейной арматуры.

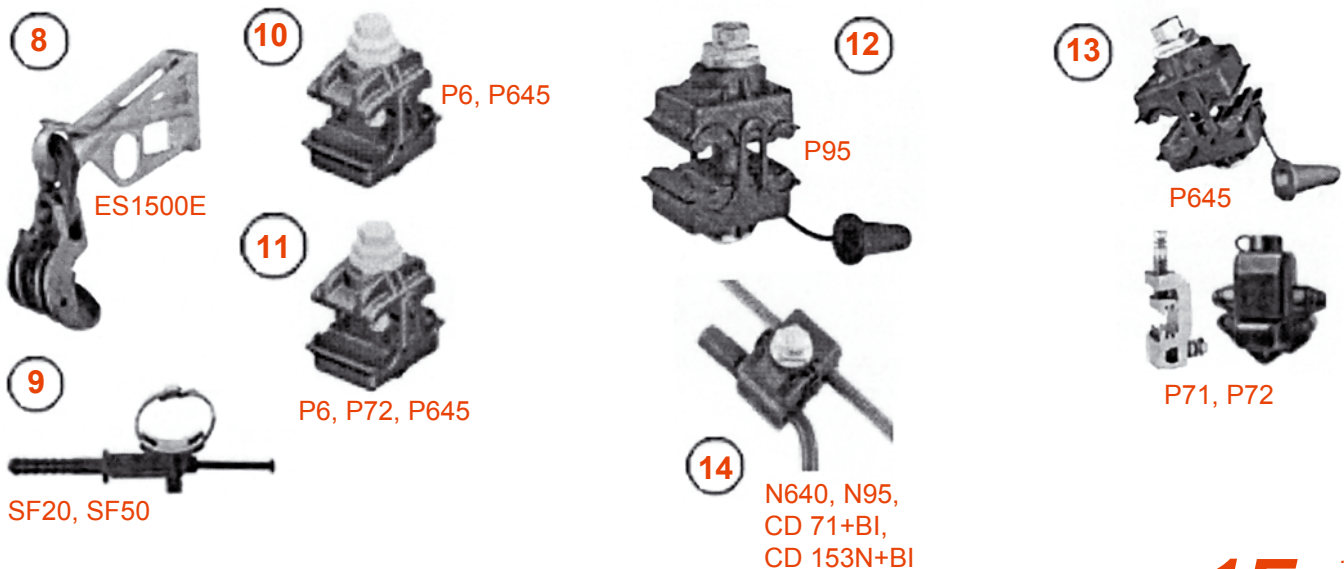
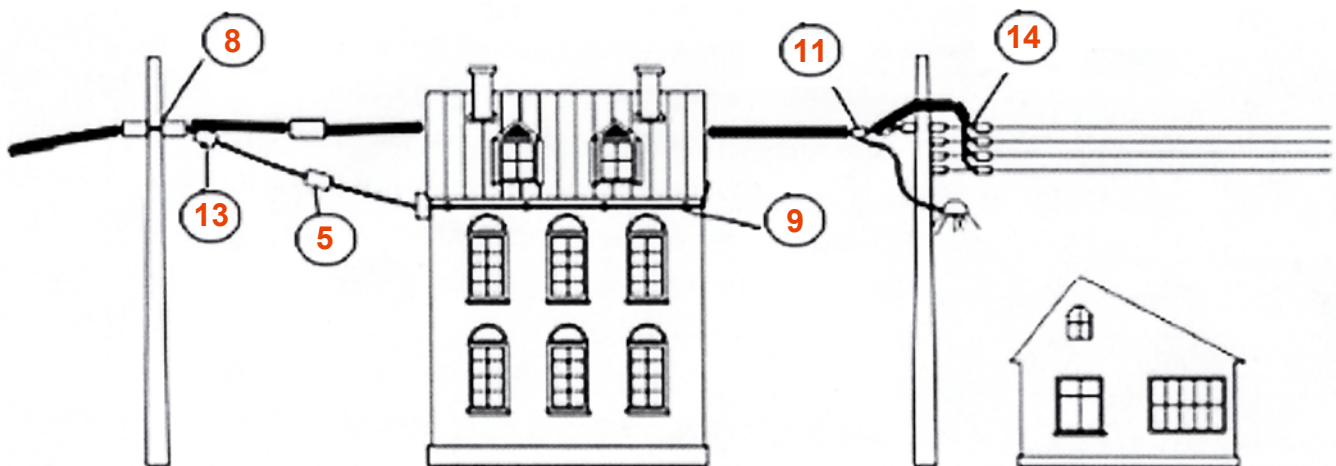
Линейная арматура французской фирмы NILED уже 50 лет успешно эксплуатируется в 30 странах с различными климатическими условиями и более 7 лет в России. Эта фирма уже более 40 лет является поставщиком линейной арматуры для электроэнергетической системы Франции – EDF France.

ООО «НИЛЕД» – филиал фирмы NILED в России – год назад приступило к сборке линейной арматуры на Подольском заводе электромонтажных изделий. Это позволило предложить потребителям высококачественную арматуру по конкурентоспособным ценам, а также значительно ускорить оперативность поставок.

Кроме линейной арматуры и монтажного инструмента для СИП на напряжение 0,4 кВ ООО «НИЛЕД» предлагает устройства для защиты СИП, линейную арматуру для воздушных линий с защищенными проводами на напряжение 6–20 кВ. ООО «НИЛЕД» проводит семинары по монтажу и эксплуатации СИП, оказывает помощь в проектировании и шефмонтаже линий, выполненных с использованием СИП.

В России потребителями продукции ООО «НИЛЕД» являются «Татэнерго», «Белгородэнерго», «Мосэнерго» и другие энергосистемы. Многие коммунальные предприятия электрических сетей России также применяют продукцию фирмы.

Продукция ООО «НИЛЕД» сертифицирована в России фирмой «ОРГРЭС», подвергнута систематическим испытаниям, в том числе на монтаж и эксплуатацию при низких температурах.



- 8 – комплект промежуточной подвески;
- 9 – подвесные фасадные крепления;
- 10 – зажимы для ввода в дом (напряжение 6 кВ);
- 11 – зажимы для уличного освещения и ввода в дом (напряжение 6 и 4 кВ);
- 12 – зажимы для соединения проводов магистрали (напряжение 6 кВ);
- 13 – зажимы для подключения абонента к изолированному магистральному проводу, а также для повторного заземления (напряжение 6 и 4 кВ);
- 14 – зажимы для соединения неизолированных воздушных линий с СИП.

15

Линейная арматура фирмы включает в себя все необходимые типы зажимов: анкерные, соединительные, поддерживающие, ответвительные. Эта арматура в России чаще всего используется для проводов с изолированной несущей жилой из алюминиевого сплава (марка проводов СИП-2А, зарубежный аналог выпускается под торговой маркой «Torsada»).

На рис. 1а показаны анкерные и соединительные зажимы для проводов марки СИП-2А и схема их использования в линии электропередачи с подводкой к жилому дому. На рис. 1б показана аналогичная схема для поддерживающих и ответвительных зажимов.

Линейная арматура ООО «НИЛЕД» разработана под все существующие конструкции СИП.

Анкерный кронштейн (CS 10.3) предназначен для крепления одного, двух или трех натяжных зажимов, причем разрушающая нагрузка кронштейна 2000 даН. Конструкция ответвительных герметичных зажимов рассчитана на большой диапазон сечений проводов, стойка к ультрафиолетовому облучению и имеет стабильное давление в течение всего срока службы соединителя (более 30 лет). Так, ответвительные герметичные зажимы с одновременной затяжкой (Р 6, Р 645, Р 95) перекрывают весь диапазон сечений магистральных СИП от 16 до 150 мм<sup>2</sup>.

ООО «НИЛЕД» предлагает также усовершенствованные ответвительные влагозащищенные зажимы с отдельной затяжкой (типа Р 71, Р 72, PR 151+BI). Такие зажимы обеспечивают надежный электрический контакт методом прокалывания изоляции магистральных СИП и зачисткой на ответвлении. Эти зажимы могут применяться многократно на ответвительных проводах. Кроме того, зажимы обеспечивают надежный контакт с заземляющим спуском, а также при соединении СИП с кабелем. Линейная арматура фирмы «НИЛЕД» обеспечивает удобства при монтаже.

Анкерные зажимы (РА 1500, РАС 1500, DN 35, РА 2200) снабжены крюком или тросиком, облегчающим подвешивание и блокировку на кронштейне. Раскаточные ролики крепятся непосредственно к комплекту промежуточной подвески, значительно сокращая время раскатки СИП.

Для монтажа ответвительных зажимов не требуются держатели и специальные накидные ключи, можно использовать обыкновенные ключи на 13 мм<sup>2</sup>, так как срывная головка болта зажима выполнена из сплава. Качество и надежность монтажа обеспечиваются наличием срывной головки зажима.

Арматуру фирмы удобно монтировать не только с вышки, но и с опоры, так как зажимы находятся в открытом положении, это облегчает их соединение с проводом. При монтаже зажимов не требуется применять держатели зажимов и динамометрический ключ, а также срезать с корпуса зажима пластмассу, чтобы поместить в зажим магистральный и ответвительный провод. Зажимы легко удерживаются в руке, что позволяет сорвать срывную головку, обеспечив надежный электрический контакт и не повредив провод. Арматура фирмы обладает высокой герметичностью. Прессуемые соединительные зажимы обеспечивают диэлектрическую прочность при напряжении 6 кВ. Герметичность контакта в зажимах повышена за счет металлических колец, которые также прессовываются.

В ответвительных герметичных зажимах типа Р 6, Р 645, Р 95 усовершенствована герметичная прокладка, которая позволяет отказаться от применения смазки на контактных поверхностях, обеспечивая при этом диэлектрическую прочность при напряжении 6 кВ без смазки. Контактные пластины ответвительных зажимов имеют пирамидальную форму, что обеспечивает устойчивый электрический контакт и исключает попадание воды в провод.

Арматура рассчитана на монтаж и эксплуатацию при низких температурах (–20°С при монтаже и –60°С при эксплуатации).

У арматуры фирмы «НИЛЕД» отсутствуют неизолированные элементы зажимов, поэтому можно выполнять работы под напряжением. Например, у ответвительных герметичных зажимов болт со срывной головкой не имеет контакта с токоведущим проводником. Зажимы изготавливаются из полимерного материала, который выдерживает большие механические усилия, климатические воздействия и электрические циклические нагрузки.

Анкерные зажимы надежны, так как выполнены по новой технологии из алюминиевого сплава, отличаются высокой механической прочностью и стойкостью к коррозии.

Разрушающая нагрузка для отдельных типов ответвительных анкерных зажимов (типа DN 123) была увеличена с 220 даН до 350 даН, что позволило увеличить длину пролета линий электропередачи до 40 м.

Одной из главнейших задач при проектировании и строительстве линий электропередачи является сохранение магистральной линии, то есть всех ее составляющих. Поэтому линейная арматура разработана таким образом, чтобы при механических нагрузках, превышающих прочность опоры или СИП, разрушались отдельные элементы ограниченной прочности в линейной арматуре.

Например, в поддерживающем зажиме (PS 1500 + LM-E) при нагрузке свыше 1500 даН разрушается подвижное звено. При выборе арматуры, выполненной с элементами ограниченной прочности, исключается обрыв несущей нулевой жилы из алюминиевого сплава в случае наезда автомобиля на опору или падения дерева на линию. Службе эксплуатации нужно будет только заменить отдельные элементы в линейной арматуре и поднять провод СИП-2А с земли на опору, что с экономической точки зрения дешевле, чем восстанавливать упавшую опору или порванный провод.

Основные конструкции СИП, для подвески которых используется линейная арматура фирмы «НИЛЕД», а также характеристики СИП различных конструкций с точки зрения монтажа и эксплуатации приведены в таблице.

В настоящее время в России применяются самонесущие изолированные провода двух конструкций:

- с несущей нулевой неизолированной жилой из алюминиевого сплава СИП-2 (зарубежный аналог – торговая марка АМКА);
- с несущей нулевой изолированной жилой из алюминиевого сплава СИП-2А (зарубежный аналог – торговая марка «Torsada»).

По данным RUSCABLE, в 2003 году отечественными кабельными заводами из общего объема произведенных конструкций СИП более 80% было изготовлено с изолированной нулевой несущей жилой.

Наибольшее распространение, особенно у коммунальных предприятий электрических сетей России, получает конструкция самонесущих проводов с изоляцией из светостабилизированного силаносшиваемого полиэтилена. с несущей нулевой изолированной жилой из алюминиевого сплава.

При незначительном удорожании конструкции провода СИП-2А с несущей изолированной жилой по сравнению с СИП-2 с неизолированной несущей жилой имеют повышенные надежность, безопасность и удобство при монтаже и эксплуатации линий электропередачи.




В последнее время при строительстве воздушных линий на напряжение 0,4 кВ начали применять СИПс-4. Этот провод ниже по стоимости, чем СИП-2 и СИП-2А,

так как он выполнен без несущей жилы из сплава. СИПс-4 представляет собой скрученные алюминиевые фазные и нулевой провод с изоляцией из светостабилизированного силанольноштитого полиэтилена. Так как в СИПс-4 нет несущей жилы из сплава, то изоляция всех четырех проводов принимает на себя высокую механическую нагрузку. Эффективное распределение механических нагрузок между нулевым и фазными проводами отсутствует. Арматура для СИПс-4 менее технологична и значительно дороже, особенно по сравнению с арматурой для СИП-2А.

По мнению эксплуатационных и строительных организаций конструкция провода СИП-2А надежнее в эксплуатации, так как всю механическую нагрузку несет на себе изолированная несущая нулевая жила из

Таблица

**Характеристики СИП различных конструкций с точки зрения монтажа и эксплуатации**

Типы СИП			
Структура СИП	4 изолированных алюминиевых жилы без нулевой несущей жилы из алюминиевого сплава (СИПс-4)	3 изолированных основных токопроводящих жилы + 1 неизолированная несущая нулевая жила из алюминиевого сплава (СИП-2)	3 изолированных основных токопроводящих жилы + 1 изолированная несущая нулевая жила из алюминиевого сплава (СИП-2А)
Сечение, мм <sup>2</sup>	4×50 4×70 4×95 4×120	3×50 + 70 3×70 + 95 3×95 + 95 3×120 + 95 3×150 + 95	3×50 + 54,6 3×70 + 54,6 3×95 + 70 3×120 + 70 3×150 + 70
Эффективное распределение механических нагрузок между нулевой и токопроводящими жилами	Нет эффективного распределения механических нагрузок между нулевой и токопроводящими жилами. Высокая механическая нагрузка на изоляцию всех жил	Отсутствует механическая нагрузка на токопроводящие жилы	Отсутствует механическая нагрузка на токопроводящие жилы
Длительно допустимая температура нагрева, С° (для сечения 70 мм <sup>2</sup> )	80	70/90	90
Риск короткого замыкания между нулевой и токопроводящими жилами	Малый	Выше, чем у остальных типов	Малый
Устойчивость к атмосферным перенапряжениям	Высокая	Ниже, чем у остальных типов	Высокая
Простота выполнения ответвлений	Ниже, чем у остальных типов	Хорошая	Хорошая
Возможность прокладки по стенам зданий	Имеется	Отсутствует	Имеется
Антикоррозионные свойства	Высокие	Ниже, чем у остальных типов	Высокие
Возможность соединения СИП в пролете	Соединение СИП осуществляется в шлейфах на опорах	Надежное соединение при помощи соединительных зажимов	Надежное герметичное соединение при помощи соединительных зажимов
Стоимость линейной арматуры, выполненной по Европейскому стандарту CENELEC	Стоимость выше на 30–40% по сравнению с арматурой для СИП-2 и СИП-2А. Также требуется больше арматуры из-за невозможности соединения СИПс-4 в пролете	Стоимость ниже, чем для СИПс-4, но немного выше, чем для СИП-2А	Стоимость ниже, чем для СИПс-4 и СИП-2. Арматура для СИП-2А наиболее технологичная и не требует применения специального инструмента для монтажа
Монтаж	Сложнее, чем для СИП-2 и СИП-2А. Труднее определить нулевую жилу. Требуется динамометрический ключ	Монтировать несложно, так как вся анкерная и подвесная арматура монтируется за одну несущую жилу. Требуется динамометрический ключ	Монтировать несложно, так как вся анкерная и подвесная арматура монтируется за одну несущую жилу

алюминиевого сплава высокой прочности, а алюминиевые фазные провода не подвергаются механическим нагрузкам. В России провода СИП-2А эксплуатируются уже более 8 лет, накоплен опыт в строительстве и проектировании. Главная задача эксплуатирующей организации – это сохранение магистральной линии, то есть СИП, опор, арматуры. За 8 лет эксплуатации провода СИП-2А не было случаев обрыва нулевой несущей жилы из сплава, так как при значительной механической перегрузке на СИП-2А или опору разрушаются отдельные элементы в анкерной и подвесной арматуре, защищая провода и опоры от разрушения. Проще заменить отдельные элементы в арматуре, чем восстановить СИП и опоры.

Монтаж провода СИП-2А значительно проще, чем СИПс-4, так как вся анкерная и подвесная арматура монтируется за одну несущую нулевую жилу из сплава. Легко определяется нулевая жила. Не требуется применение динамометрического ключа.

СИПс-4 характеризуется сложностью соединения в пролетах. Соединение осуществляется в шлейфах на опорах, после чего остаются лишние отрезки проводов, которым в дальнейшем трудно найти применение.

Разведение жил в напряженном состоянии достаточно сложно. Усложняется монтаж анкерных, ответвительных и соединительных зажимов. Максимальные пролеты для проводов сечением 2×16, 4×16, 2×25, 4×25 мм<sup>2</sup> – не более 40 м, что накладывает ограничение на их использование. В связи с тем, что пролеты и расстояния между анкерными опорами большое, требуются мощные концевые опоры. Возникают сложности в определении нулевого и фазных проводов (все жилы имеют одинаковые сечения и выполнены из алюминия).

Монтаж СИП-2А значительно проще, так как анкерная и подвесная арматура монтируется за одну несущую жилу. Нулевую жилу при монтаже определить легко, не требуется применение динамометрического ключа.

При монтаже СИП-2 на нулевой жиле накапливается потенциал. Поэтому монтаж по фасадам зданий проводов с неизолированной нейтралью не рекомендуется.

Стоимость СИПс-4 немного ниже, чем стоимость СИП-2А или СИП-2, но эта разница в стоимости компенсируется более дорогой арматурой для СИПс-4. Так как соединение СИПс-4 осуществляется в шлейфах на опорах, расход арматуры также увеличится. Поэтому стоимость линии с арматурой и с проводами СИП-2А или СИП-2 будет немного ниже. Необходимо также учитывать, что для СИПс-4 сечением свыше 95 мм<sup>2</sup> вследствие большого веса требуются более мощные промежуточные, концевые и угловые опоры, чем для СИП-2А или СИП-2.

Краткий анализ ситуации с арматурой и инструментом для СИП различных типов сводится к следующему.

При монтаже анкерной и подвесной арматуры для СИПс-4 требуется динамометрический ключ и специальный монтажный зажим для натяжения проводов. Арматура для СИП-2А более универсальная, надежная и удобная для монтажа. Возможно подключение абонентов под напряжением. Для СИП-2 требуется большой перечень линейной арматуры, а также инструмента, необходим динамометрический ключ.

При использовании СИП-2 ввод в дом должен осуществляться только изолированными проводами. Выполнение ответвлений под напряжением для СИП-2 сечением 1×16 + 1×25 мм<sup>2</sup> с неизолированной нейтралью не рекомендуется.



142108, Подольск, ул. Раевского, дом 3  
Тел./факс: (095) 996–6345,  
тел.: (0967) 53–2499  
E-mail: [niled@mail.ru](mailto:niled@mail.ru)  
[www.niled.podolsk.ru](http://www.niled.podolsk.ru)

*Фирма NILED (Франция) уже более 50 лет производит линейную арматуру, которая в течение многих лет эксплуатируется более чем в 30 странах с различными климатическими условиями.*

*В России компанию представляет российский филиал ООО «НИЛЕД».*

*ООО «НИЛЕД» производит и осуществляет поставку в полном ассортименте:*

*приспособления для монтажа, инструмент и линейную арматуру для самонесущих изолированных проводов напряжением 0,4 кВ. Также ООО «НИЛЕД» осуществляет поставку арматуры для защищенных проводов типа ПЗВ (СИП-3), SAХ, напряжением 6–20 кВ.*

*Проводит обучение, оказывает помощь в проектировании и шефмонтаже линии.*

*Продукция ООО «НИЛЕД» сертифицирована специально для России «Фирмой «ОРГРЭС», подвергнута систематическим испытаниям, в том числе на монтаж и эксплуатацию при низких температурах.*

*Основные преимущества арматуры:*

- универсальность,
- надежность,
- безопасность,
- герметичность,
- удобство при монтаже.

*Полную информацию о линейной арматуре, инструменте фирмы «НИЛЕД», а также о проектировании и монтаже СИП можно найти в новом каталоге ООО «НИЛЕД» и на сайте: [www.niled.podolsk.ru](http://www.niled.podolsk.ru).*