



**О. Е. Разогрев**, генеральный директор ООО «СЕКТОР ЭНЕРГО»,

**А. Г. Сошинов**, канд. тех. наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий»

**А. Р. Шаймухаметов**, мастер производственного обучения  
ЧОУ ДПО «Центр работ под напряжением»

## КАК ЧИСТИТЬ И ОБСЛУЖИВАТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ: ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕГО ПРИМЕНЕНИЮ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Расскажем об уникальных технологиях и оборудовании, аналогов которым в мире нет, которые позволяют содержать электроустановки на соответствующем техническом уровне, гарантируют надежную работу электроэнергетической системы и безопасность работников.

Содержать электроустановки на соответствующем техническом уровне, который гарантирует надежную работу электроэнергетической системы и непрерывное обеспечение электроэнергией потребителей, — главная цель энергетических предприятий.

У системы содержания электроустановок три основных элемента:

- 1) диагностика;
- 2) техническое обслуживание;
- 3) консервация электроустановок.

Поэтому необходимо постоянно совершенствования эти элементы (организацию и технологию производства работ), а также используемые при этом инструменты и снаряжение. ООО «СЕКТОР ЭНЕРГО» разработало уникальные технологии и оборудование, о которых вы узнаете из статьи.

При работах в электроустановках должны применяться электрозащитные средства, предназначенные для выполнения конкретного метода работ и класса напряжения электроустановки. Требования к выполнению таких работ приведены в ГОСТ 28259-89 «Производство работ под напряжением в электроустановках» (далее — ГОСТ 28259-89), а также в Межотраслевой инструкции РАО «ЕЭС России» производства работ под напряжением в электроустановках до 1000 В» (далее — МИ).



Описания и изображения инструментов, приборов, оборудования и методов, используемых при работе под напряжением, даны в ГОСТ IEC 60743-2015 «Работа под напряжением. Терминология, относящаяся к инструментам, оборудованию и приборам» (далее — ГОСТ IEC 60743-2015).

Техническое обслуживание трансформаторной подстанции (далее — ТП) подразумевает очистку ячеек и каналов ТП, доливку масла в трансформатор, обслуживание болтовых соединений.

Для технического обслуживания ТП-0.4/10 кВ в нормальном рабочем режиме, без вывода электроустановок из эксплуатации, ООО «СЕКТОР ЭНЕРГО» выпускает приспособления и устройства, предназначенные:

- для удаления сухих загрязнений с использованием пылесоса;
- для клининга (чистки) электроустановок до 35 кВ способом «с увлажнением»;
- для клининга (чистки) электроустановок до 35 кВ способом «удаления загрязнений под давлением»;
- для доливки масла в масляные трансформаторы;
- для работ с болтовыми соединениями в электроустановках до 10 кВ.

Эти приспособления и устройства уже прошли испытания на действующем оборудовании и показали хороший результат. Рассмотрим эти приспособления подробно.

## ЧИСТКА

Чистка — важнейший метод технического обслуживания.

Для сравнения покажем ячейки низкого напряжения и кабельные каналы ТП до проведения диагностики и чистки и после нее. На рис. 1, 3, 5 — примеры того, в каком обычно состоянии находится эксплуатируемое электрооборудование. Невозможно гарантировать его надежную и безаварийную работу, если нельзя даже идентифицировать элементы электроустановки. Совсем другое дело — состояние ТП после очистки (рис. 2, 4, 6).

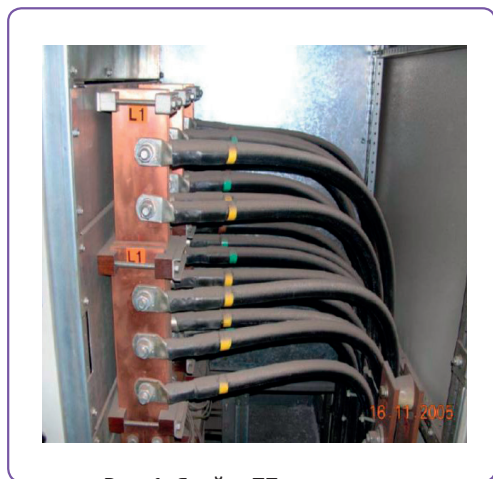


Рис. 1. Ячейка ТП до очистки



Рис. 2. Ячейка ТП после очистки



Рис. 3. Ячейка ТП до очистки

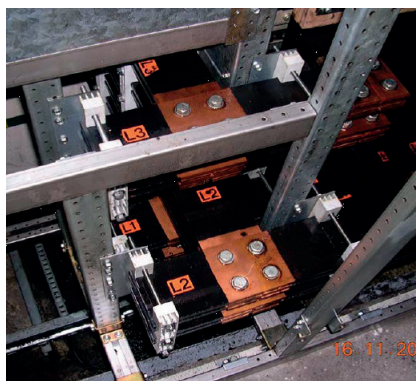


Рис. 4. Ячейка ТП после очистки



Рис. 5. Каналы ТП до очистки

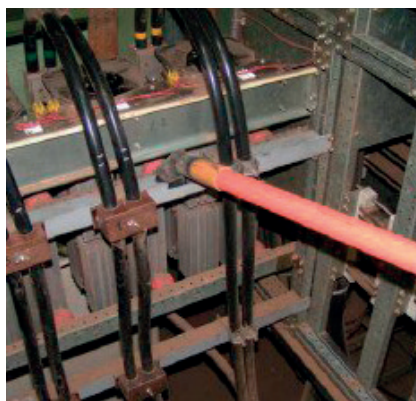


Рис. 6. Каналы ТП после очистки

Согласно МИ при чистке распределительного устройства необходимо:

- 1) удалить из распределительного устройства, которое планируется очищать, ненужные элементы (плавкие вставки, держатели вставок, таблички, болты, отвалившиеся куски штукатурки и т. п.);
- 2) очистить распределительное устройство при помощи пылесоса и изолированных кистей;
- 3) нанести защитную смазку на резьбовые соединения контактов, элементы механизмов приводов.

**Оборудование для чистки под напряжением** — это оборудование (трубы, форсунки и системы доставки, такие как устройства откачки или вакуумирования), которое используется для влажной или сухой чистки в конкретных условиях, как правило — на работающих электроустановках для удаления пыли и загрязнения с проводящих и/или изолирующих частей.



## К СВЕДЕНИЮ

*Оборудование для чистки под напряжением может быть стационарным, мобильным или портативным, в контакте или на расстоянии от токонесущих частей (п. 16.1 ГОСТ IEC 60743-2015).*

ГОСТ IEC 60743-2015 выделяет влажную, сухую и вакуумную чистку.

Чистка элементов ТП под напряжением сейчас осуществляется тремя основными способами:

- 1) с использованием пылесоса;
- 2) с использованием жидкого чистящего средства (с увлажнением);
- 3) под давлением с использованием жидкого чистящего средства.

### Удаление сухих загрязнений с использованием пылесоса (вакуумная чистка)

#### Вакуумная уборочная техника

(vacuum cleaning equipment) — это оборудование, в котором подводящие трубы и форсунки располагаются вблизи от очищаемой поверхности и для удаления загрязнений используется принцип всасывания (определение содержится в п. 16.5 ГОСТ IEC 60743-2015).

Для клининга вакуумным способом мы изготавливаем комплекты **SE-5** «vacuum cleaning equipment» (рис. 7).

Комплект **SE-5** разработан для профессионального применения и предназначен для:

- клининга (чистки) электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и др.) под напряжением до 35 кВ;
- поддержания электроустановок в надлежащем эксплуатационном состоянии, удаления пыли и других загрязнений, которые могут вызывать утечки тока и сбой электрооборудования.

Как происходит очистка электроустановок под напряжением «сухим способом» с комплектом SE-5: загрязнения с поверхности электроустановок и помещений, в которых они находятся, удаляются при помощи пылесоса (промышленного или строительного), который должен иметь всасывающее разряжение минимум 230 мБар, мощность от 1200 Вт, диаметр шланга 32–35 мм.

К всасывающему шлангу пылесоса присоединяется оперативная полая прозрачная штанга, ее удлинители и специальные сопла и насадки различной формы и размеров, специально спроектированные и изготовленные с учетом



**Рис. 7.** Комплект SE-5: оперативная полая прозрачная штанга, ее удлинители и насадки для удаления пыли и мусора



конструктивных особенностей эксплуатируемых электроустановок (рис. 8–9). Это позволяет максимально эффективно удалять пыль и мусор.



**Рис. 8.** Изолятор трансформатора до вакуумной чистки



**Рис. 9.** Изолятор трансформатора после вакуумной чистки

Разумеется, работники при вакуумной чистке, как и при любых работах под напряжением, должны применять индивидуальные электрозащитные средства: каски со шлемами, перчатки, обувь<sup>1</sup> (рис. 10).

Безопасность проводимых работ зависит от исправности оборудования комплекта, состава загрязнений, а также от температуры и влажности окружающей среды на месте работ.



**Рис. 10.** Чистка трансформатора на действующей ТП-0.4/10кВ «Багаевская», Россети Юг

Большое разряжение внутри всасывающих труб при равномерном оседании на их поверхностях загрязнений приводит к постепенному снижению порога электрической стойкости. Чтобы обеспечить безопасность работ, используются всасывающие трубы достаточной длины, изготовленные из прозрачного диэлектрического материала, что позволяет наблюдать за состоянием их внутренней поверхности.

Для обеспечения минимального расстояния приближения к токоведущим частям на всасывающей трубе — оперативной штанге устанавливается ограничительное кольцо на расстоянии 600 мм. Перемещать это кольцо за барьер ТП-10 кВ запрещено.

<sup>1</sup> Подробнее см.: Разогрев О. Е.. Электрозащитные средства для работ под напряжением: как выполнить требования ГОСТ 28259-89 // Промышленная безопасность. Разъяснения. Вопросы и ответы. — 2023. — № 4. — С. 83.



Дополнительные элементы комплекта позволяют обеспечить длину всасывающей трубы необходимого размера, чтобы любая часть электроустановки, находящаяся под напряжением, не попала в пределы расстояния минимального приближения.

Чистоту внутренней поверхности всасывающей трубы поддерживают с помощью диэлектрического очистителя типа С-400 в виде аэрозольного баллончика (о них далее), специального шомпола и салфетки из нетканого материала.

### Чистка электроустановок до 35 кВ способом «с увлажнением»

Влажную чистку можно выполнить и с помощью абсорбирующего носителя (губки), смоченного диэлектрическим растворителем (п. 16.3.1 ГОСТ ИЕС 60743-2015).

Для чистки электроустановок до 35 кВ способом «с увлажнением» мы разработали комплект SE-6 (рис. 11), который предназначен для:

- чистки электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и др.) под напряжением до 35 кВ;
- поддержания электроустановок в надлежащем эксплуатационном состоянии, восстановления удельного сопротивления изоляции, удаления всех видов смазок, масел, пыли и других стойких загрязнителей, которые могут вызывать утечки тока и сбои электрооборудования.

Очистка электроустановок под напряжением способом «с увлажнением» проводится комплектом SE-6 после выполнения очистки «сухим способом». Для удаления загрязнения с поверхности электроустановок на загрязненную поверхность наносятся специальные диэлектрические очистители, затем растворенные загрязнения удаляются.

Чистка осуществляется оперативными штангами и присоединяемыми к ним специальными насадками с поролоновыми тампонами и кистями. Для максимальной эффективности удаления отложений тампоны и кисти (рис. 12, 13) смачивают жидким чистящим диэлектрическим средством (далее — ЖЧДС).



Рис. 11. Комплект SE-6 для чистки электроустановок до 35кВ способом «с увлажнением»



Рис. 12. Чистка изоляторов тампонами, увлажненными ЖЧС

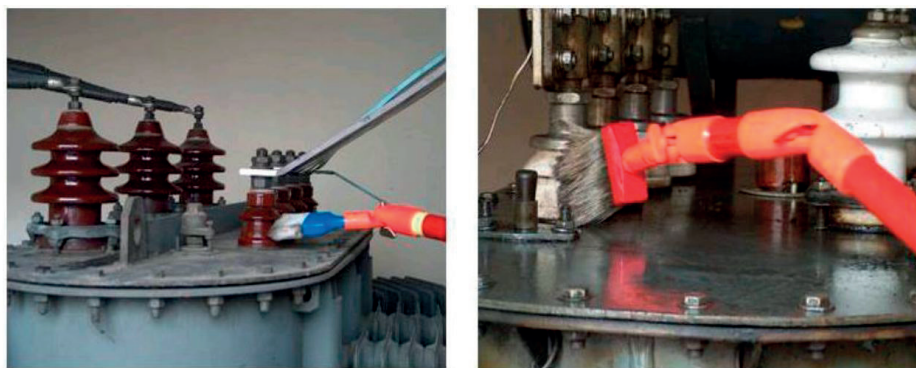


Рис. 13. Чистка кистями, увлажненными ЖЧДС

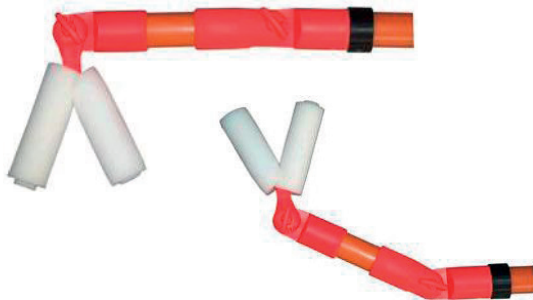


Рис. 14. Все конструкции штанг подвижны, что позволяет эффективно удалять загрязнения

Конструкция штанг, удлинителей и насадок позволяет собрать необходимую конфигурацию для эффективной и безопасной работы (рис. 14).

**Жидкое чистящее диэлектрическое средство (ЖЧДС)**, применяемое при производстве работ под напряжением, — это высокоэкономичный, не содержащий хлора растворитель. Он разработан специально для очистки электродвигателей и электрооборудования, обладает оптимальными чистящими свойствами и контролируемой скоростью испарения.

Этот препарат экономичен в использовании и может применяться для очистки как больших моторов и генераторов, так и двигателей, электрических шкафов и электрооборудования (автомобильного в том числе), машинных отделений, редукторов, цепей, тросов, ламп и сигнального оборудования. Применяемые очистители типа С-400, SEC, TEC, CC, OR имеют высокую диэлектрическую стойкость, высокую очищающую способность, не агрессивны к изоляционным материалам и лакокрасочным покрытиям, не наносят вреда окружающей среде и людям.





### Чистка электроустановок до 35 кВ способом «удаления загрязнений под давлением»

Это уникальные технология и оборудование, разработанные нашей компанией, не имеют аналогов не только в России и СНГ, но и во всем мире. Поэтому в действующих на сегодняшний день нормативных документах международного термина пока нет, так как патент на изобретение получен недавно и не получил достаточной известности.



Для клининга (чистки) электроустановок до 35 кВ способом «удаления загрязнений под давлением» мы разработали комплекты оборудования SE-22 (H090) и SE-22 (H091) (см. табл.).

Состав комплекта SE-22 (H090) и SE-22 (H091)

<p>1. Аппарат высокого давления типа R450 (или аналог). Длина подающего шланга — 5 м. Максимальное рабочее давление — 210 бар</p>	
<p>2. Штанга оперативная непрозрачная тип H090-PW, либо прозрачная тип H091-PW. Длина — 2 м. Вес — 5 кг (поставляется в транспортировочном чехле)</p>	
<p>3 Жидкое диэлектрическое чистящее средство (ЖДЧС) типа C400 — 10 л (в пластиковой канистре)</p>	
<p>4. Жидкое диэлектрическое чистящее средство (ЖДЧС) типа STORMPROF CC — 10 л (в пластиковой канистре). В отличие от C400 CC для сильных стойких загрязнений, это средство может воздействовать на ЛКП, поэтому через несколько минут его нужно смыть C-400 или аналогом</p>	

Чистка осуществляется жидким диэлектрическим чистящим средством (ЖДЧС), которое подается под высоким давлением безвоздушным насосом (рис. 15).

К насосу прикреплена оперативная изолирующая штанга. Она может быть непрозрачной, выполненной из стеклопластика (тип H090-PW) или прозрачной (тип H091-PW).

Штанга оснащена диэлектрическим шлангом высокого давления, специальным соплом (с изменяемой до 90° геометрией, форсункой с конусным плоским факелом) и интегрированным в конструкцию пистолетом подачи ЖДЧС.

Транспарентная (прозрачная) штанга обеспечивает равную степень электрозащиты и при этом позволяет визуально контролировать состояние шланга из изолирующего материала.

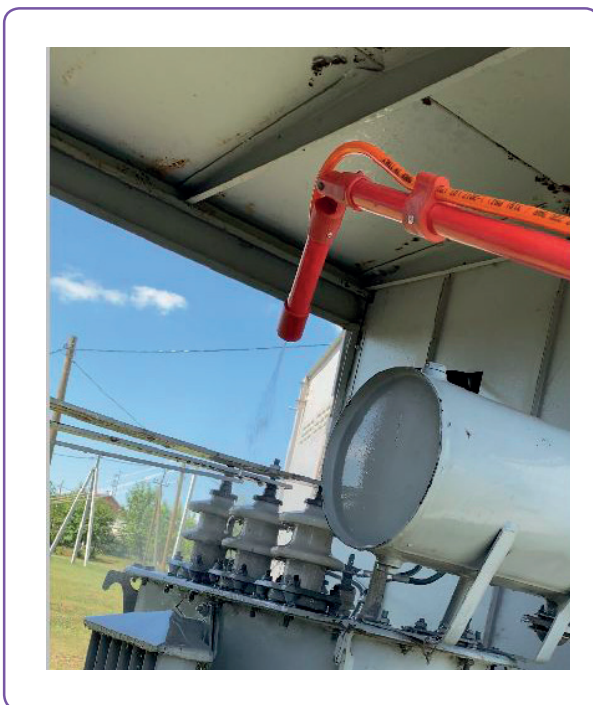


Рис. 15. ЖДЧС из пистолета подается под высоким давлением





### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Во время планово-предупредительного осмотра состояния ТП с помощью изолирующей штанги и насадки-зеркала либо WI-FI камеры необходимо проверить уровень масла в расширительном баке трансформатора.

#### Доливка трансформаторного масла

Для доливки трансформаторного масла мы разработали комплект снаряжения SE-7: штанга оперативная изолирующая, удлинители штанги, шланг высокого давления диэлектрический с насадкой-соплом для подачи масла в расширительный бак трансформатора, бак для трансформаторного масла (50 л) с ручным насосом подачи масла. (рис. 16, 17).

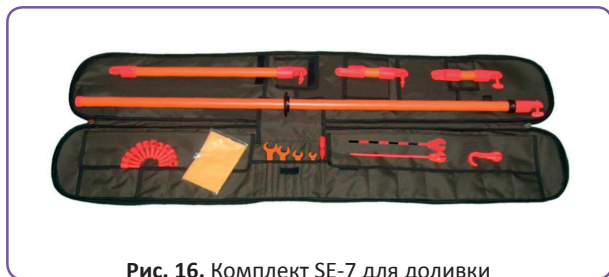


Рис. 16. Комплект SE-7 для доливки трансформаторного масла

Комплект SE-7 предназначен для наполнения расширительных баков трансформаторов маслом во время монтажных либо эксплуатационных работ, особенно под напряжением до 35 кВ (рис. 18).

При доливке масла также используется оборудование для работы с болтовыми соединениями.



Рис. 17. Бак с насосом для подачи трансформаторного масла. Входит в комплект SE-7

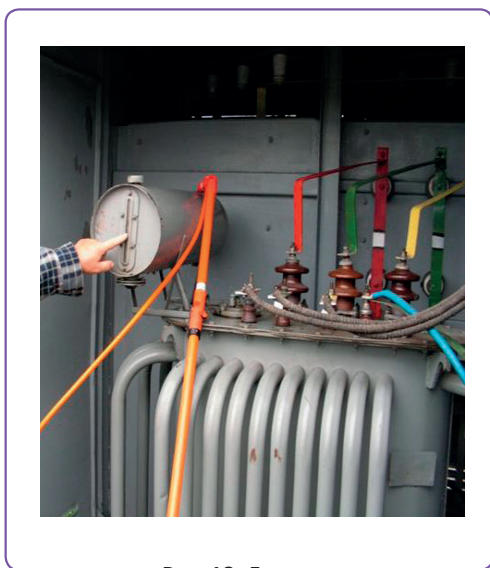


Рис. 18. Доливка трансформаторного масла в расширительный бак во время обучения технологии РПН



## Работы с болтовыми соединениями в электроустановках до 10 кВ

Во время проведения диагностики состояния ТП при помощи пирометра необходимо проверить температуру на высоковольтных выводах изоляторов, болтовых соединениях шин, ОПН и др.

При определении места соединения с повышенной температурой относительно соседних болтовых соединений необходимо при помощи оперативных изолирующих штанг и специальных насадок с рожковыми и накидными ключами осуществить протяжку болтовых соединений.

Для работ с болтовыми соединениями в электроустановках под напряжением до 35 кВ мы разработали комплект снаряжения SE-8: оперативная изолирующая штанга, удлинители штанги, насадки с рожковыми, накидными трещоточными ключами, насадка магнитная и динамометрическая (опция). В комплект также входит оперативная изолирующая штанга Н094 (см. п. 3.2.11 ГОСТ ИЕС 60743-2015) с вращаемой головкой квадрат 1/2" с изменяемым углом атаки (рис. 19).

Комплект SE-8 разработан для профессионального применения и предназначен для:

- подтяжки болтовых соединений в действующих электроустановках (трансформаторных подстанциях, распределительных устройствах и др.) под напряжением до 35 кВ (рис. 20);
- откручивания и закручивания пробки заливной горловины расширительного бака масляного трансформатора.

Применение изоляционной штанги Н094 с вращаемой головкой под различным углом до 120° для закручивания и блокировки болтового соединения значительно ускоряет процесс выполнения работ и делает его более эффективным (рис. 21).

При использовании изоляционной штанги Н094 с вращаемой головкой для откручивания и закручивания пробок заливных горловин расширительных баков масляных трансформаторов рекомендуется применять магнитную головку, которая удерживает пробку внутри головки. Надежная фиксация магнитной головки на вращаемом квадрате 1/2 штанги Н094 осуществляется винтом.



Рис. 19. Комплект SE-8 для работ с болтовыми соединениями в электроустановках под напряжением



Рис. 20. Подтяжка болтовых соединений в ячейке ТП



Рис. 21. Изоляционная штанга



### ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

Необходимо обучать персонал работам по техническому обслуживанию электроустановок под напряжением и повышать квалификацию уже обученных рабочих.

Предприятия в сфере энергетики на базе своих предприятий образуют учебные центры, где обучают как собственных сотрудников, так и сотрудников других предприятий. В 2009 г. АО «Сетевая компания» начало изучать мировой опыт РПН. Внедряется данная технология в действующих электроустановках распределительной сети напряжением до и выше 1000 В. В 2014–2015 гг. при активном содействии АО «Сетевая компания» и под патронажем Президента Республики Татарстан Рустама Минниханова было создано ЧОУ ДПО «Центр работ под напряжением» в г. Заинск (рис. 22).



Рис. 22. Чистка ТП во время практических занятий в Учебном центре РПН г. Заинск

Важно включать в программу обучения учебных заведений современные методы и технологии РПН.

Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» — единственное учебное заведение, в котором обучают специалистов электротехнических компаний по программе ДПО «Работа под напряжением в действующих электроустановках до 1000 В».



Дисциплина «Выполнение работ под напряжением в электроустановках до 1000 В» также включена в Основную образовательную программу направления подготовки бакалавров 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника по профилю «Электроснабжение».

Кроме того, в настоящее время в учебном центре института проводится обучение работников электротехнических организаций и компаний очистке и уборке, а также подтяжке контактов без снятия напряжения в распределительных устройствах ТП — 6, 10 кВ.



### РЕЗЮМЕ

- Главная цель энергетических предприятий — содержать электроустановки на соответствующем техническом уровне, который гарантирует надежную работу электроэнергетической системы и непрерывное обеспечение электроэнергией потребителей.
- Методы сухой чистки и очистки с увлажнением — эти современные эффективные методы, поддерживающие электротехнические установки в работоспособном состоянии, которые позволяют повышать надежность распределительных электрических сетей в целом.
- Технические решения и технологические особенности комплектов SE-5, SE-6 обеспечивают безопасность и эффективность проведения работ в электроустановках под напряжением до 10 кВ.
- К выполнению работ под напряжением в электроустановках до 10 кВ с применением комплектов SE-5 и SE-6 допускаются электромонтеры, прошедшие обучение по Программе ДПО «Выполнение работ под напряжением в электроустановках 6–10». Комплекты SE-5 и SE-6 рассчитаны как на электромонтеров, так и на оперативный персонал.



СЕКТОРЭНЕРГО  
www.sectorenergo.ru

(8452) 41-14-19, (8452) 41-14-20  
e-mail: [se-td@mail.ru](mailto:se-td@mail.ru)

### Всё для работ под напряжением!

- Ручные изолированные инструменты
- Средства индивидуальной и коллективной защиты
- Средства малой механизации
- Устройства и приспособления для РПН
- Линейная арматура СИП