



Журнал медиапортала сообщества ТЭК

# EnergyLand.info

№ 11

**ЭНЕРГИЯ —**  
в металле  
стр. 7

**АТОМНЫЙ ПУТЬ**  
Украины  
стр. 18

**СЭКОНОМИТЬ**  
место, время  
и деньги  
стр. 30

**ТРИ КИТА**  
Уватского проекта  
стр. 48

Андрей ВАГНЕР, первый заместитель  
генерального директора КЭС-Холдинга:  
«Энергосистема страны должна быть готова  
к обеспечению экономического роста»

# СЭКОНОМИТЬ

## место, время и деньги



Фото ЗАО ГК «ЭнТерра»

Жесткая ошиновка на ПС 220 кВ «Сунтар»

Эксплуатационники, представители проектных организаций и производители жесткой ошиновки на виртуальном «круглом столе» EnergyLand.info обсудили специфику применения жесткой ошиновки на распределительных устройствах подстанций.

— От каких факторов, по вашему опыту, зависит выбор типа применяемой ошиновки — гибкая или жесткая — в распределительных устройствах (РУ) напряжением 110-500 кВ?

**Роман ЗАГОСКИН, зам. начальника департамента подстанций ОАО «ФСК ЕЭС» (г. Москва):**

— Техническая политика ОАО «ФСК ЕЭС» предусматривает активное внедрение современных технологий и разработок. И одна из таких разработок — жесткая ошиновка на основе применения литых шинодержателей и болтовых соединений. Однако она, помимо

достоинств, имеет и ограничения в применении, поэтому вопрос об использовании жесткой или гибкой ошиновки рассматривается проектными институтами в каждом конкретном случае. **Сергей ОВСЯННИКОВ, начальник отдела главного конструктора ЗАО «Завод электротехнического оборудования (ЗЭТО)» (г. Великие Луки Псковской обл.):**

— Выбор ошиновки при проектировании подстанций (ПС) зависит от ряда факторов. В первую очередь, это невозможность расширения площадей ПС при реконструкции, если необходимо к существующей схеме добавить ряд ячеек. Эта проблема может возникнуть, если ПС находится в городской черте и физической возможности расширения площади просто не существует, либо она существует, но влечет за собой значительные финансовые затраты (аренда земли, строительные работы и т.д.). В этом случае при применении жесткой ошиновки сокращается шаг ячейки и есть возможность при расширении ПС остаться в тех же площадях.

Немаловажен фактор эстетического восприятия подстанции, а также то, как ПС вписывается в существующий архитектурный ландшафт. С использованием жесткой ошиновки уменьшается высота открытого распределительного устройства (ОРУ), уходят громоздкие порталные сооружения для подвески гибкой ошиновки, исчезает паутина проводов и т.п.

Один из основополагающих факторов выбора гибкой или жесткой ошиновки — технико-экономическое сравнение на стадии проектирования, которое должно охватывать не только затраты на строительство ПС, но и весь жизненный цикл, т.е. затраты на обслуживание, ремонты, эксплуатацию на все время существования ОРУ.

**Владислав ГРЕХОВ, начальник отдела новой техники ЗАО ГК «ЭнТерра» (г. Екатеринбург):**

— Любое решение должно быть экономически обосновано. На некоторых схемах подстанций жесткая ошиновка может оказаться немного дороже гибкой, но она позволяет сэкономить площадь ПС и ускорить процесс монтажа. К тому же жесткая ошиновка передает большую мощность, чем провода. Чтобы передать аналогичную мощность по проводам, нужно делать расщепленные фазы, что довольно сложно. Предполагается ли расширение ПС в дальнейшем — тоже немаловажный фактор. Если использована жесткая ошиновка, гораздо проще впоследствии расширять ПС. Если идет модернизация ПС и есть необходимость увеличить количество ячеек, на месте старого РУ с гибкой ошиновкой, как правило, строят РУ с жесткой ошиновкой. Таким образом, можно создать ПС большей мощности на той же площади. Жесткая ошиновка актуальна, если ПС находится в мегаполисе, где земля стоит очень дорого. К примеру, в Москве было построено распределительное устройство на жесткой ошиновке на месте старого на гибкой. Высвободившаяся земля была продана, и это окупало значительную часть расходов на строительство.

Отдать предпочтение гибкой ошиновке стоит в экстремальных климатических условиях, к примеру, на Крайнем Севере, где очень сложные грунты. Но в большинстве климатических зон гибкая ошиновка, напротив, требует более сложных фундаментов.

**Анисим ДОЛИН, к.т.н., ген. директор ООО НТЦ «ЭДС» (г. Москва):**

— Жесткая ошиновка может применяться в распределительных устройствах всех напряжений. Выбор вида ошиновки зависит от технико-экономических факторов, причем необходимо учитывать ряд параметров электроустановки (напряжение, рабочий ток, ток КЗ, требования к конструкциям ОРУ, климатические условия и т.д.). Для ОРУ и ЗРУ высокого напряжения, как правило, жесткая ошиновка оказывается более экономичным решением. В некоторых случаях оправданы сочетания гибких и жестких проводников.

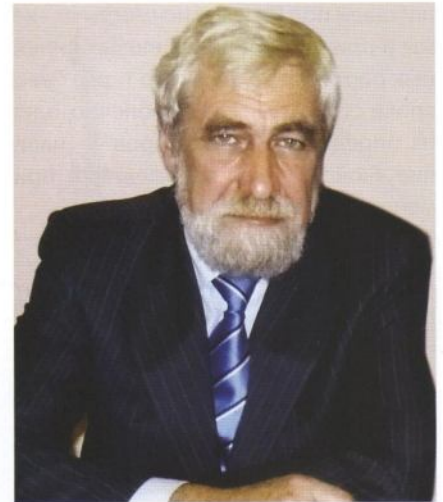
В большинстве зарубежных стран (в Евросоюзе, включая страны Балтии, США, Бразилии и др.) вопрос выбора между ОРУ с гибкими или жесткими шинами почти всегда решается в пользу жесткой ошиновки. Чаще рассматривается альтернатива между ОРУ с жесткой ошиновкой или КРУЭ, которая решается с учетом площадей, эстетических соображений и технико-экономических показателей. В этом «споре» гибкая ошиновка явно уступает этим решениям.

В нашей стране решение в пользу тех или иных РУ чаще носят исторический или конъюнктурный характер. Гибкая ошиновка применяется «испокон веков», есть наработанные полвека назад типовые проекты, здесь почти невозможно творить и создавать что-то оригинальное. Вот и решение задачи. Или наоборот — принимается решение строить только КРУЭ. Тоже однозначное решение задачи. И там, где нужно и оправдано, и там, где ни технически, ни экономически не обосновано. Такие примеры, к сожалению, есть.

**Татьяна ГРОМЫШЕВА, начальник электротехнического отдела ООО «Томскэлектросетьпроект» (г. Томск):**

— На практике выбор типа применяемой ошиновки зависит от желания заказчика. На сегодняшний день у нас нет опыта проектирования распределительных устройств с жесткой ошиновкой, но если появится заказчик с таким пожеланием, мы будем осваивать применение данного оборудования.

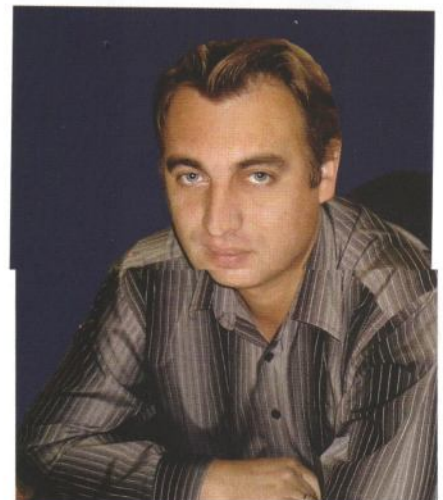
**Лариса БЕЛАН, начальник отдела первичных соединений института «Сибэлектросетьпроект» Департа-**



А. ДОЛИН



Р. ЗАГОСКИН



С. ОВСЯННИКОВ

**мента электрических сетей ЗАО «Сибирский ЭНТЦ» (г. Новосибирск):**

— Применению жесткой ошиновки способствуют такие факторы, как определенные климатические условия, геологические свойства грунтов, повышенные токовые параметры распределительного устройства, дефицит

площади под РУ (в зависимости от схемы и при применении типовых линейных порталов этот фактор теряет вес), сроки строительства. И, конечно, один из определяющих факторов — наличие экономического эффекта от применения жесткой ошиновки.

В. ГРЕХОВ



Л. БЕЛАН



Н. БОБРОВА



**Наталья БОБРОВА, главный инженер проекта ЗАО «Роспроект» (г. Санкт-Петербург):**

— Для подстанций, подлежащих комплексной реконструкции, часто есть необходимость выполнения большого объема первоначальных строительномонтажных работ на действующей подстанции без демонтажа существующего оборудования и без возможности существенного расширения

территории ПС. Кроме того, при реконструкции ПС необходимо в течение всего периода реконструкции сохранять транзит мощности, передаваемой через реконструируемую ПС, и обеспечить электроснабжение потребителей без снижения их надежности. Для таких вариантов применение компактной и быстро монтируемой жесткой ошиновки, конечно, будет выгодно и целесообразно.

### — Какие преимущества, на Ваш взгляд, дает использование жесткой ошиновки в ОРУ и ЗРУ 110-500 кВ?

**Р. ЗАГОСКИН:**

— Одно из основных преимуществ жесткой ошиновки — сокращение площади ОРУ подстанции. Жесткая ошиновка позволяет сократить землеотвод для строительства ПС, отказаться от шинных порталов и сократить расстояния между ячейками.

Кроме того, использование жесткой ошиновки сокращает сроки строительства электрических подстанций. Экономия времени достигается за счет сокращения числа порталов, фундаментов и применения ошиновки с высокой степенью заводской готовности. Применение литых шинодержателей и болтовых соединений позволяет монтировать ошиновку быстро и без применения сварочной техники, а также выполнять быструю замену шин — например, при расширении распределительного устройства. Шины могут быть демонтированы и применены вновь на другом объекте.

Еще один плюс данного оборудования — уменьшение расхода металла, железобетона и объема работ по фундаментам, в связи с отсутствием необходимости в строительстве порталов, так как ошиновка опирается на высоковольтные аппараты и шинные опоры. Также важно отметить, что применение жесткой ошиновки упрощает обслуживание оборудования распределительного устройства за счет конструкции ошиновки и уменьшения высоты ее расположения.

**С. ОВСЯННИКОВ:**

— Как уже упоминалось выше, использование жесткой ошиновки позволяет сократить площадь ПС, причем, чем выше класс напряжения, тем это ощутимее. Сокращение площади ПС

влечет за собой сокращение арендной платы за использование земли, уменьшение контрольных, силовых кабелей, объединяющих оборудование распределительного устройства, сокращение протяженности кабельных каналов, протяженности дорог в пределах ОРУ.

Необходимо также отметить, что наиболее эффективно использовать жесткую ошиновку совместно с современным высоковольтным оборудованием, в частности разъединителями пантографного типа вместо традиционных — горизонтально-поворотных. Такой вариант позволяет еще более сократить шаг ячейки и, как следствие, площадь ОРУ.

Увеличение диаметра токопроводящей жесткой шины по сравнению с гибким проводом позволяет снизить напряженность электрического поля на территории ПС, что снижает неблагоприятное воздействие на здоровье обслуживающего персонала (данное утверждение требует дополнительных сравнительных испытаний в условиях действующей ОРУ с гибкой и жесткой ошиновкой).

Еще одно преимущество — быстрый монтаж сборных шин. Это связано с тем, что жесткая ошиновка — заводское оборудование и поставляется комплектно вместе с металлоконструкциями и изоляцией в максимальном собранном виде.

Также ввиду того, что металлоконструкции для установки жестких сборных шин имеют значительно меньшие массогабаритные показатели по сравнению с ОРУ с гибкой ошиновкой, для монтажа требуется меньшее количество спецтехники.

**В. ГРЕХОВ:**

— Как я уже сказал, применение жесткой ошиновки экономит площадь подстанции. Этот эффект заметен уже на ПС 110-220 кВ, и становится еще более существенным для объектов 330-500 кВ. Жесткая ошиновка снижает затраты на эксплуатацию ПС, сокращается площадь ПС — снижаются и эксплуатационные затраты. Так что с годами экономический эффект от применения жесткой ошиновки только возрастает. В случае с гибкой ошиновкой весь монтаж (в том числе довольно сложные обжимные операции) ведется непосредственно на объекте, на высоте порядка 9 м. У жесткой ошиновки все элементы находятся в полной заводской готовности. Максимум, что необходимо на объекте — болтовое соединение, причем ошиновка находится гораздо ниже относительно уровня земли (4-6 м).

**А. ДОЛИН:**

— Применение жесткой ошиновки позволяет повысить технико-экономические показатели ОРУ. Если сравнить типовые проекты ОРУ 110 кВ института «Энергосетьпроект» с жесткой и гибкой ошиновкой, мы увидим, что с применением жесткой ошиновки занимаемая ОРУ площадь сократится на 18%, масса металлоконструкций — на 55%, объем сборного железобетона — на 10%. Стоимость оборудования вырастет на 17%, зато стоимость строительно-монтажных работ сократится на 26%, трудозатраты — на 15%. При этом с ростом номинального напряжения эти преимущества оказываются еще более выраженными.

К другим достоинствам жесткой ошиновки стоит отнести ее низкое расположение, снижение трудоемкости монтажных работ, возможность создания комплектных ПС и сокращение сроков сооружения ОРУ. На Западе особо подчеркивается эстетичность ОРУ с жесткой ошиновкой по сравнению с гибкой. Но здесь многое зависит от заводов-изготовителей ошиновки, монтажников и строителей. К сожалению, в России иногда возникают проблемы, связанные с нарушением требований к жесткой ошиновке и технологии сооружения РУ.

**Л. БЕЛАН:**

— Все производители жесткой ошиновки используют литые шинодержатели, которые обеспечивают



ОРУ с использованием жесткой ошиновки 500 кВ на ПС «Грибово» 750/500/220/110/10 кВ ОАО «ФСК ЕЭС»

возможность температурных изменений длины шины и небольшие отклонения фундаментов. Также применяются болтовые соединения при монтаже ошиновки, что повышает механическую прочность шин на участках со сварными швами. За счет этих факторов производители обеспечивают высокую степень заводской готовности ошиновки, что, в свою очередь, обеспечивает быстроту монтажа. К тому же, по сравнению с гибкой ошиновкой, снижается площадь под

размещение ОРУ на 10-15%, сокращаются объемы строительных материалов (например, железобетона) и общих трудозатрат.

**Н. БОБРОВА:**

— Применение жесткой ошиновки для ОРУ, в первую очередь, дает уменьшение территории застройки РУ, сроков монтажа, объемов строительных работ и количества необходимых материалов (металл и проводниковая продукция).

**— Какие сложности и ограничения связаны с применением жесткой ошиновки (при проектировании, монтаже, эксплуатации)? Как их можно решить?**

**Р. ЗАГОСКИН:**

— Жесткая ошиновка чувствительна к сейсмическим воздействиям, а также к просадкам и наклонам опорных конструкций, требует точной установки изоляционных опор, а, следовательно, высокого качества выполнения строительно-монтажных работ. Кроме того, жесткие шины подвержены ветровому резонансу.

**С. ОВСЯННИКОВ:**

— Основная проблема, на наш взгляд, — отсутствие типовых проектных решений по применению жесткой ошиновки в ОРУ. В связи с этим проектным институтам достаточно сложно выполнить проект без помощи завода-производителя.

Также есть определенные противоречия с нормативной базой. Для их устранения необходим пересмотр пункта 4.2.46 ПУЭ, запрещающий применение болтовых соединений на ответвлениях от сборных шин.

**В. ГРЕХОВ:**

— Несколько лет тому назад, когда было мало наработанных компоновок с жесткой ошиновкой, проектировать ПС с ее применением было достаточно сложно. Тогда проектировщики предпочитали использовать типовые проектные решения, разработанные 20-30 лет назад на гибкой ошиновке. На сегодняшний день производители выпустили альбомы, из которых можно взять готовые компоновочные



Монтаж жесткой ошиновки на ПС 220 кВ «НПС-14»

решения и вставить их в проект. Плюс в том, что за конструкцию ошиновки отвечает ее производитель. Проектировщику достаточно назвать климатический район, схему, показать компоновку, и производитель сам предложит решение, рассчитает пролеты.

Проблемы с фундаментами под жесткую ошиновку, «гулянием» в весенний и осенний периоды могут возникнуть только из-за неправильного проектирования или нарушения технологии строительства фундаментов, необоснованной экономии материалов.

#### А. ДОЛИН:

— Проблемы связаны с отсутствием (а, точнее, потерей) опыта проектирования, монтажа и строительства. Но опыт накапливается, и эта проблема больше психологическая. «Прохладно» к жестким шинам ОРУ в ряде случаев относятся и эксплуатационники, но и здесь скорее психологическая проблема.

Есть реальные сложности в строительной части, в частности, достаточно жесткие требования к фундаментам, отклонениям от проектных значений, к просадкам и наклонам стоек и т.п. Но эти требования успешно решаются за рубежом. У нас в стране также накоплен положительный опыт преодоления этих сложностей.

Следует отметить, что многие возникавшие совсем недавно проблемы с внедрением жесткой ошиновки сегодня успешно решены. Так, в ОАО «ФСК ЕЭС» приняты все необходимые стандарты для проектирования, расчета и испытаний этих конструкций. Ведется работа по созданию типовых проектов. Ведущие заводы-производители — «КТП-Урал» (ЗАО ГК «ЭнТерра»), ЗАО «ЗЭТО» и другие предлагают не только ошиновку, но и готовые конструктивные решения ОРУ практически для всех схем электрических соединений. Одно из ограничений в применении

жесткой ошиновки было связано с ее подверженностью ветровым резонансным колебаниям. Особенно остро вопрос стоял для длиннопролетных шин ОРУ 330 кВ и выше, где традиционные демпфирующие устройства, применяемые на 110-220 кВ, оказались неэффективными. Однако сейчас НТЦ «ЭДС» разработаны и внедрены динамические гасители вибраций, которые, как показали расчеты и испытания, успешно подавляют ветровые резонансные колебания шин 330-750 кВ, а кроме того обеспечивают повышение ветровой и электродинамической стойкости конструкций.

Один из серьезных сдерживающих факторов применения жесткой ошиновки в России — ограниченное использование современных литых узлов обжимного типа: шинодержателей, присоединений жестких шин к аппаратам, а также жестких и гибких ответвлений и т.п. Только такие узлы используются сегодня за рубежом. У нас на одно ОРУ с подобными узлами приходится около сотни ОРУ с узлами, разработанными еще в 60-70 годах XX века.

### В Евросоюзе и США вопрос выбора между ОРУ с гибкими или жесткими шинами почти всегда решается в пользу жесткой ошиновки

Количество типоразмеров современных узлов, выпускаемых в России, составляет (по оптимистическим оценкам) несколько десятков (реально единицы). Отсюда «корявые» конструктивные решения, сложности монтажа и ремонта, и, как следствие, справедливые нарекания эксплуатационников. Но и здесь намечилось быстрое решение — кооперация с зарубежными производителями таких узлов, например, с фирмой Arruti Subestaciones, S.A. (Испания), BC-ZIKS HARD (Сербия) и др. При широком применении современных шинодержателей и других узлов их производство станет рентабельным и в России.

#### Л. БЕЛАН:

— Проблем с применением жесткой ошиновки при проектировании не возникает. Встает вопрос о целесообразности применения жесткой ошиновки

Жесткая ошиновка была изобретена в 1930-е гг. в СССР для компенсации дефицита электрического провода. В 1970-80-е гг. было признано, что применение жесткой ошиновки позволяет добиться существенного экономического эффекта, тем не менее, опыт проектирования РУ с жесткими шинами в нашей стране постепенно был почти утрачен.

Сегодня жесткая ошиновка (за рубежом ее зовут «русской») успешно эксплуатируется в Великобритании, Германии, Японии, США, Канаде и других странах. Существуют РУ с жесткими шинами на напряжение 35-1150 кВ.

К сожалению, в нашей стране сейчас создается не так много проектов ОРУ с применением жесткой ошиновки, несмотря на все ее преимущества. Появление типовых проектных решений в этой области должно в корне изменить ситуацию.

в районах с пучинистыми грунтами, сильно загрязненной атмосферой или гололедообразованием.

Ограниченный пролет сборных шин, прогиб ошиновки, ветровые колебания, малый сортамент и отсутствие универсальности элементов крепления жесткой ошиновки — вопросы для доработки производителями, но производители, как правило, имеют свои конструкторские и проектные отделы, которые помогают при конкретном проектировании принимать правильные конструктивные и технико-экономические решения.

С какими-то ограничениями по применению жесткой ошиновки, связанными со стандартами организаций, мы не сталкивались.

**Н. БОБРОВА:**

— К недостаткам жесткой ошиновки можно отнести фактор высокой цены. По закону «сохранения материи»: если в чем-то удалось сэкономить (площадь, материалы, время монтажа), значит можно ожидать, что цена комплексного изделия (жесткой ошиновки) будет выше, чем у «гибкого» аналога.

Сложности в эксплуатации могут возникнуть после сезонных (весенних) «подвижек» на площадках подстанций. Элементы жесткой ошиновки более уязвимы при весенних «пучениях» грунтов, чем традиционные порталные конструкции с гибкой ошиновкой. Поэтому при некачественно выпол-

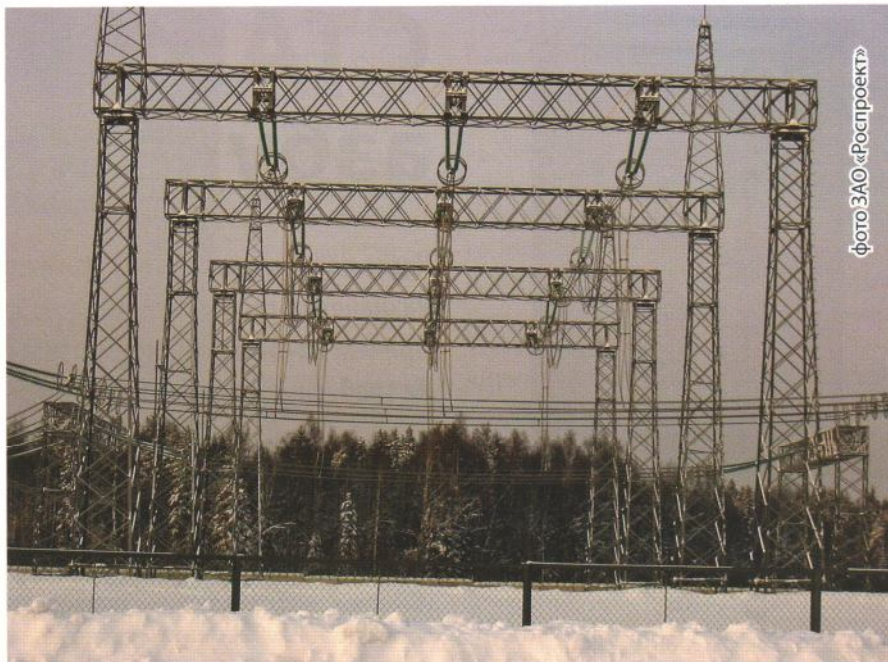


фото ЗАО «Роспроект»

Гибкая ошиновка на ОРУ 750 кВ на ПС Белозерская 750/500 кВ

ненных работах в период строительства и монтажа ущерб будет выражен ярче (могут быть изломы конструкций и потеря соосности).

Что касается сложности в эксплуатации, то они определяются, прежде всего, комплектностью конструкций. При выходе из строя любой комплектующей части сложнее (чем в случае с гибкой ошиновкой) выполнить ремонтные мероприятия на площадке силами персонала эксплуатации.

Ограничения «сверху» на применение жесткой ошиновки могут объясняться опять же вопросами высокой себестоимости данной продукции. Но для установки жесткой ошиновки бывают объективные причины (например, недостаток места на площадках реконструкции), которые нельзя игнорировать. 

Подготовила Екатерина ЗУБКОВА

Применение жесткой ошиновки на подстанции 110 кВ «Южно-Приобская»



фото ЗАО ПК «СинТерра»

С применением жесткой ошиновки занимаемая ОРУ площадь сокращается на 18%, масса металлоконструкций — на 55%, объем сборного железобетона — на 10%. Стоимость оборудования вырастет на 17%, зато стоимость строительно-монтажных работ сокращается на 26%, трудозатраты — на 15%