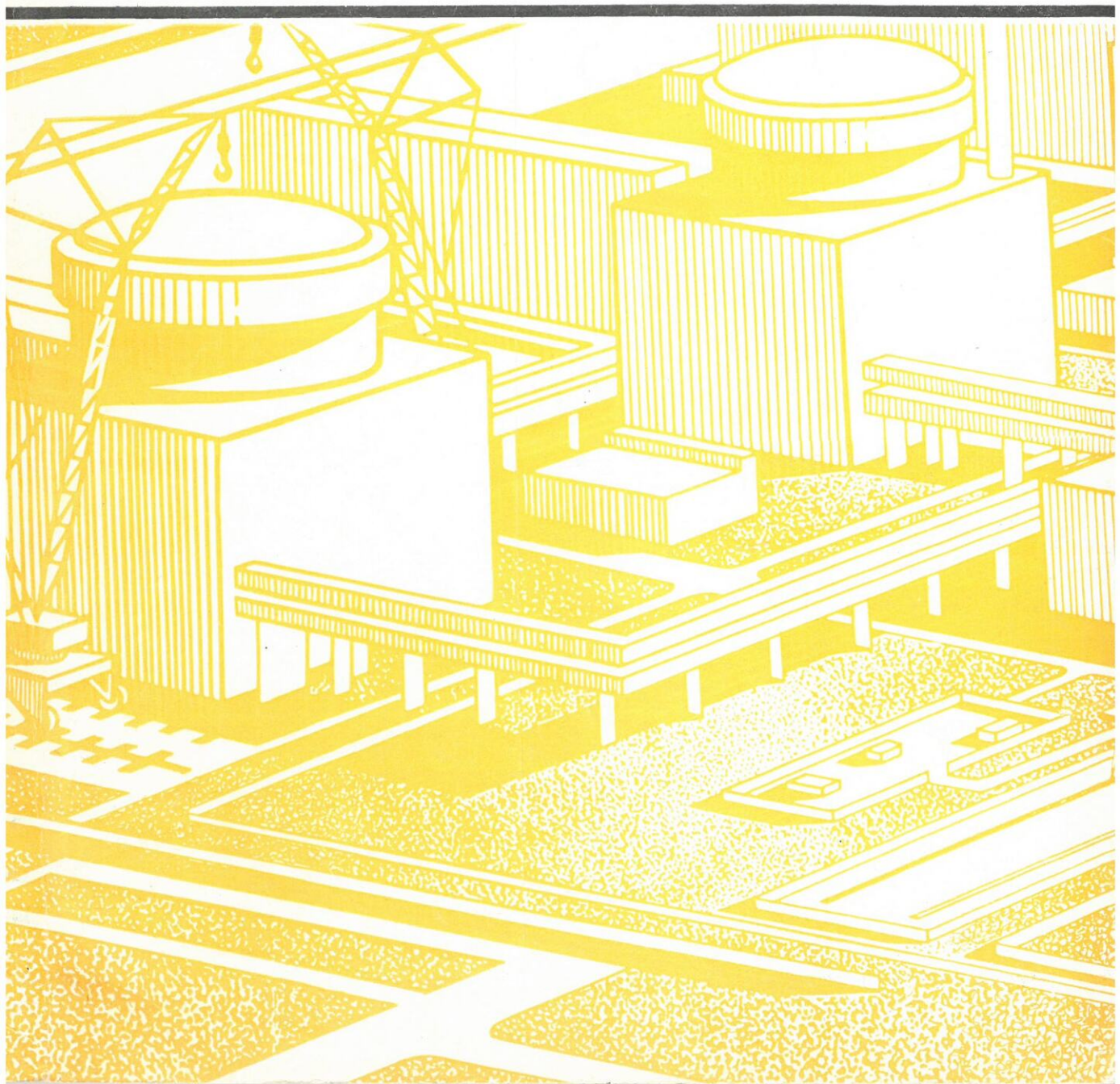


ISSN 0367-1161

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

10-1984



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Ежемесячный научно-практический сборник.  
ОРГАН МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Г. М. КРЖИЖАНОВСКОГО

10 Октябрь 1984

Издание основано в 1956 г.

## Содержание

### ЭКОНОМИКЕ БЫТЬ ЭКОНОМНОЙ

Арнольд В. В., Нечаев Б. М., Селезнев В. В.	Пути повышения качества и производительности труда при выполнении обмурочных и теплоизоляционных работ на тепловых электростанциях с энергоблоками 500—800 МВт	2
Жуков О. А., Нечаев Б. М., Селезнев В. В., Шленников И. П.	Поточный монтаж обмуровки и теплоизоляции трубопроводов и оборудования теплоэлектростанций мощностью 800 МВт	4
Пешехонов Н. Д., Горбунова Н. Н., Периточе- менная обмуровка повышенной температуростойкости	Белянин Е. И.	6
Промышленное вакуумное перлита для огнеупорных бетонов в кипящем слое твердого теплоносителя	Имбрицкий В. М.	8
Определение критической скорости сушки обмуровки котлов в период их первого разогрева	Аяхштедт И., Сапожников Ф. В., Мальков В. В., Цыжок К., Кочерга А. В., Бернат А., Павлов А. С., Шишкин В. В., Пецка М. В.	10
Пути снижения трудоемкости и продолжительности транспортно-монтажных работ при строительстве АЭС	Скворцов А. П.	11
Пути снижения трудозатрат при возведении дымовых труб и внешних газоходов	Тринкер Б. Д., Садакова В. Н., Кокки А. А., Павлинский С. П.	14
Проектирование и строительство двухслойной дымовой трубы	Смирнов Б. И.	18
Повышение напряженности электропередач — резерв экономии материальных и трудовых ресурсов	Солодовник В. Я., Сычев П. В., Солодовник Я. В.	21
Рациональные типы фундаментов под теплоэлектрические опоры ВЛ в вечноммерзлых грунтах	Петров Н. К., Миценко В. М., Филиатов А. М., Шимкович В. Г.	22
Применение анкеровых фундаментов на переходе через Зейское водохранилище ВЛ 220 кВ Тунда — Призейская		25

### Наука — экономике

Мельников П. И., Чжан Р. В., Кузьмин Г. П., Яковлев А. В.	Возведение грунтовых плотин способом гидромеханизации в условиях распространения многолетнемерзлых пород	27
Кузнецов Г. И., Кочубиевская Р. Л.	Возможности уменьшения глубины мерзлоты завеса при строительстве гидроузлов на мерзлом основании	29
Захаров М. Н.	Натурные исследования льдотермического режима намытых сооружений	30
Райгородский Л. Я., Вайнер Л. Н.	Облегченный каркас главного корпуса ТЭЦ-4 в Улан-Баторе	31
Жугуев Г. В.	Новый универсальная тепловая схема энергоблоков ТЭС	34
Буданов В. Г.	Заделка одностоечной железобетонной опоры с помощью блочного кирпича	35
Борзенкова Л. Г., Долин А. П., Мурашко Н. В.	Перспективы применения жесткой ошинокки ОРУ 110—750 кВ	38

### ПРОБЛЕМЫ И МНЕНИЯ

Хлопеев П. Р.	Повышение надежности водосбросов высоконапорных ГЭС многоступенчатой сработкой напора в затворном узле	43
Слиский С. М., Ордасов А. П., Пrawd- вцев Ю. П., Лактионова Э. А., Леванов А. В., Кузнецова Е. В., Наймарк Л. И., Гидравличе- ские исследования контрвзвешенного гасителя	Нестеренко В. Ф.	47
Реконструкция действующих подстанций	Вырмшев Г. И., Ивоини В. Л., Хомутов В. А.	50
О проектировании и строительстве сетей аварийных маслоотводов		51

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Романов Г. Я.	К вопросу нормирования задела в строительстве	52
Дукарский О. М., Капланский Л. В., Кар- наух А. Б., Мандрица Н. И., Хорт Л. П.	Применение многоаспектной автоматизированной информационной системы в задачах управления энергетическим строительством	54
Хидекел А. С.	О возмещении дополнительных расходов в подрядной организации	57
Накопичев Я. А., Верклова В. М.	Развитие социалистического соревнования в тресте Югэлектросетстрой	60

### ПРОЕКТНЫЕ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Пантелеев А. А., Бахрушин И. А.	Исследование динамики фундамента Крымской АЭС на маломасштабной модели с использованием микроЭВМ «Искра-1250»	61
Лавринович Е. В., Кюдаков В. Е., Гусев Ф. Ф., Фомина Л. В.	О контроле прочности бетонов из особо жестких маломодульных смесей	62
Александров Г. Н., Соловьев Э. П.	Альва-полимерных диэлектрических изоляторов	65
Горячко В. И., Соловьев Э. П., Петров Н. К., Ирхин В. И.	Монтаж оконечителей полимерных изоляторов	66
Балабаев Ю. М., Мелеитович Ф. Н.	К вопросу расчета каната переносных канатных установок	68
Передрай В. Д.	Анализ методики расчета прочности горизонтальных секций железобетонных дымовых труб	69

### ПИСЬМА, КОНСУЛЬТАЦИИ, ОТКЛИКИ И КОММЕНТАРИИ

Максаков А. И.	Комментарий к статье В. Д. Гольдманна, А. А. Лылова «Тепломонтажная база на строительстве Балаковской АЭС»	71
Мандриков В. И., Мельник В. С.	По поводу статьи В. Н. Плутника и А. Л. Кудрякова «К вопросу состава ПОС ВЛ для неслепых объектов»	72
Наша консультация		73
ИНФОРМАЦИЯ		74

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- А. А. БЕЛЯКОВ  
Ю. С. БЕРЕЖНОЙ  
В. Л. БОРУЛЯ (зам. главного редактора)  
В. С. ВАРВАРСКИЙ  
Л. М. ВОРОНИН  
С. П. ГОНЧАРОВ  
Б. П. ГОРОДЕЦКИЙ  
Г. А. ДЕНИСОВ (главный редактор)  
В. В. ЕРЕМЕНКО  
А. П. КИРИЛЛОВ  
А. Н. КРАВЦОВ  
В. Ф. КОЗЫРЕВ  
Ю. Н. КОРСУН  
В. Л. КУПЕРМАН  
Л. П. МИХАИЛОВ  
В. Г. НАЯНОВ  
В. Н. ОХОТИН  
В. Н. ПАНИЛОВ  
А. П. ПОДДУБСКИЙ  
Н. Н. РОМАНОВ  
Ф. В. САПОЖНИКОВ  
А. Н. СЕМЕНОВ  
Ю. Я. СЕМЕНОВ  
М. И. СЛАБОДЕЦКИЙ  
И. М. СМОРНОВ  
П. П. СМЫЦКОЙ  
П. П. ТРИАНДАФИЛИДИ  
М. С. ЦВИРКО

Редакторы: М. Г. Биянова, Т. Б. Жукова,  
А. А. Злотин, М. Г. Иванов-Холодный,  
В. С. Суботина  
Корректоры: Л. П. Атавина, С. Н. Волкова  
Технический редактор А. С. Давыдова

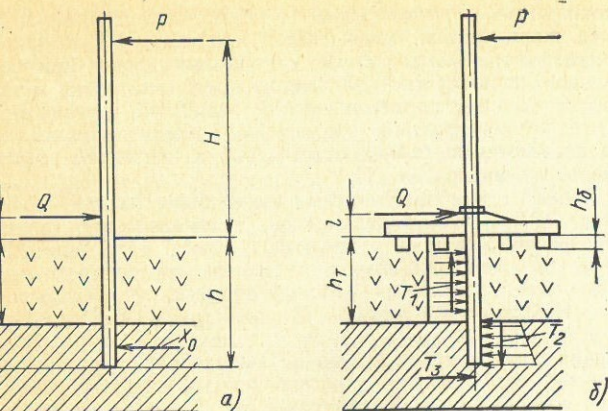


рис. 2. Схема расчета деформаций (а) и устойчивости (б)делки:

$T_2$  — силы трения по боковым поверхностям стойки, расположенные соответственно в торфяном и подстилающем слое;  $T_3$  — сила трения по нижнему торцу стойки;  $l$  — высота установки крепления троса к стойке

$e$  — расстояние в свету между балками;  $h_6$  — глубина заделки поперечных балок;  $\varphi$  — угол внутреннего трения грунта.

Значение предельного сопротивления сдвигу балочного ригеля  $Q_{пр}$  является суммой сопротивления трению по подошве балок  $Q_1$  и пассивного отпора грунта с учетом пространственной работы  $Q_2$  [2], т. е.  $Q_{пр} = Q_1 + Q_2$ . Сопротивление  $Q_{пр}$  реализуется при перемещении ригеля  $U$ . В том случае, если перемещение ригеля  $U < [U]$ , сопротивление сдвигу ригеля  $Q = Q_{пр} U / [U]$ . При  $U \geq [U]$  сопротивление  $Q = Q_{пр}$ . В расчетах  $[U]$  было принято равным 20 мм.

При  $U < [U]$  реактивную силу подстилающего грунта на перемещение  $U$  и угол поворота  $\beta$  стойки на уровне крепления хомута определяли путем решения системы из трех уравнений (одно уравнение деформации и два равновесия):

$$X_0 = \frac{H - e}{a + e} P; \quad (1)$$

$$\beta = \frac{(a + e) + (H - e)(\delta_{00}k + 1)}{k(a + 2e)(a + e)} P; \quad (2)$$

$$U = \frac{(a + e - e\delta_{00}k)(H - e)}{k(a + 2e)(a + e)} P, \quad (3)$$

где  $H$  — высота приложения горизонтальной нагрузки,  $P$ ;  $e = (h - h_\tau) / 2$ ;  $k = Q_{пр} / [U]$  — коэффициент, характеризующий податливость балочного ригеля (здесь  $h_\tau$  — толщина подошвы торфа);  $\delta_{00}$  — перемещение упругой среды (подстилающего грунта) от реактивной силы  $X_0 = 1$ .

Значения  $h\delta_{00} \cdot 10^3$ , определенные согласно [3], в зависимости от отношения толщины подстилающего грунта ко всей глубине заложения  $h$  стойки диаметром  $d$  при модуле деформации грунта основания  $E_{0шт} = 10$  МПа и коэффициенте поперечной деформации  $\mu = 0,3$  приведены в таблице.

$(h - h_\tau) / h$	Значения $h\delta_{00} \cdot 10^3$ , м/г, при $d/h$				
	0,125	0,15	0,175	0,2	0,225
0,15	8,916	8,316	7,849	7,476	6,591
0,2	7,485	6,967	6,562	6,238	5,472
0,25	6,552	6,086	5,726	5,435	4,75
0,3	5,883	5,46	5,13	4,864	4,239
0,35	5,377	4,985	4,68	4,434	3,856

Сравнение результатов расчета и эксперимента показало хорошую их сходимость. Так, отношение усилия, передаваемого на ригель, к горизонтальной нагрузке составило 7:1 (в эксперименте 6:1); расчетный момент, вызывающий наклон стойки на угол 0,01 рад, — 182 кН·м (170 кН·м); расчетные горизонтальные перемещения стойки на уровне поверхности грунта 13,4 мм (15 мм).

Таким образом, рассмотренная схема расчета и принятые допущения при определении деформации основания стойки с балочным ригелем на поверхности вполне могут быть использованы для практических расчетов закреплений этого типа. Большой схожести результатов можно достичь при уточнении расчетной схемы путем отдельного учета сил сопротивления балочного ригеля сдвигу. Для этого необходимо принимать во внимание различные значения перемещений, при которых реализуются предельные силы трения балок по грунту и пассивный отпор грунта. С этой целью может быть также установлена опытная зависимость, характеризующая перемещения ригеля от нагрузки.

При расчетах устойчивости основания также следует использовать схему работы заделки опоры согласно [1]. Однако в связи с наличием балочного ригеля в эту схему необходимо внести соответствующие коррективы (рис. 2, б). В частности, должно быть учтено изменение формы эпюры отпора грунта на глубине залегания торфа из-за того, что угол внутреннего трения торфа при его намочении практически равен нулю и сопротивление торфа обусловлено лишь силами сцепления [4].

Проведенные исследования показали достаточную работоспособность заделки железобетонной стойки на участках ВЛ при наличии вблизи поверхности слоя слабого грунта (торфа) с помощью балочного ригеля. Ожидаемый экономический эффект от внедрения такой конструкции заделки может составить до 3000 руб. на 1 км трассы ВЛ, проходящей через болотистые участки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарин Е. М., Габляя Ю. А., Левин Л. Э. Проектирование фундаментов опор линий электропередачи. М.: Энергия, 1971. 215 с.
2. Канаян А. С. Расчет свай, подверженных действию горизонтальных сил. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1968, № 2. с. 17—22.
3. Spiller W. R., Stoll R. D. Lateral response of piles. — Proceedings of ASCE, SM-6, vol. 9, 1964. p. 1—9.
4. Винокуров Ф. П. Строительные свойства торфяных грунтов. Минск: Изд-во АН БССР, 1962. 273 с.

УДК 621.316.37.027.850-213.1

## Перспективы применения жесткой ошиновки ОРУ 110—750 кВ

Инж. Л. Г. БОРЗЕНКОВА, канд. техн. наук А. П. ДОЛИН, инж. Н. В. МУРАШКО

В открытых распределительных устройствах напряжением 110 кВ и выше помимо гибкой ошиновки все чаще применяют жесткие шины. В настоящее время наметились три основные области использования жестких шин в электросетевом строительстве:

на подстанциях типа КТПБ напряжением 110 и 220 кВ, имеющих упрощенные схемы электрических соединений или схему «мостик» (изготовитель куйбышевский за-

вод «Электроштит», разработчики Одесский филиал Оргэнергостроя и институт Энергосетьпроект);

в распределительных устройствах на основе КРУБ 110 кВ для схем электрических соединений со сборными шинами (изготовитель КРУБ куйбышевский завод «Электроштит», разработчик Одесский филиал Оргэнергостроя);

в ОРУ (в сочетании с гибкими переходами) практически для любых схем электрических соединений на напря-

ниях 110—500 кВ (рис. 1) при одно-, двух- и трехрядном расположении выключателей (разработчик институт Энергосетьпроект).

Первоначально жесткую ошиновку изготавливали на объектах монтажа, а с 1980 г. повсеместно применяют комплекты изделий и узлы ошиновки заводского производства [1].

В настоящее время такая жесткая ошиновка внедрена в ОРУ напряжением 110, 220 и 500 кВ, в частности, на ПС 110 кВ Загородная и Филино, ПС 220/110 кВ Ан-на, ПС 110 кВ Кировская, ПС 500/220 кВ Агадырь. С целью накопления опыта и совершенствования конструкции ошиновку изготавливали на заводах ВПО Союзэлектросетьизводства по индивидуальным проектам, разработанным для каждой подстанции отделениями института Энергосетьпроект. Большинство подстанций сооружены трестом Энергостройподстанции.

На всех подстанциях жесткие шины выполнены в виде труб из алюминиевых сплавов 1915Т или АВТ1 (диаметр трубы 80—140, толщина стенки 4,5—10 мм). В качестве опор использованы опорные изоляторы напряжением 110 кВ, а также шинные опоры 3×ОНШ-35-2000 (ОРУ 110 кВ), 5×ОНШ-35-2000 и ШО-220 (ОРУ 220 кВ), ШО-500М (ОРУ 500 кВ). Внутрешейковые связи ОРУ предусмотрены гибкими, что позволяет применить унифицированные гибкости и обеспечило возможность цированные конструкции ячеек и обеспечило возможность развития ОРУ без демонтажа основного электрооборудования.

Опыт внедрения жесткой ошиновки показал, что она имеет ряд преимуществ по сравнению с гибкими шинами:

сокращаются трудозатраты на ее монтаж, снижается расход железобетона, уменьшается площадь ОРУ и др. [1]. Электромонтажные работы на сборных шинах при комплектной поставке жесткой ошиновки сводятся лишь к установке опорок жесткой ошиновки с высокой готовностью на новые шинные пролеты полной пролетов между собой опорные конструкции, соединенные с контактами высоко- и подключению гибких ответвлений к контактам высоковольтных аппаратов [2].

ОРУ с жесткими шинами имеет более низкий профиль, чем ОРУ с гибкой ошиновкой, и обеспечивает хорошую обзорность шин и аппаратов. Кроме того, применение жесткой ошиновки позволяет снизить трудоемкость регламентных и ремонтных работ и повысить их безопасность.

Необходимо отметить, что конструктивные изменения жесткой ошиновки (как и любого другого электрооборудования заводского изготовления) монтажными организациями без согласования с разработчиками недопустимы. Там, где изменения могут отрицательно сказаться на эксплуатационной надежности изоляторов и шин. Так, замена традиционной (шарнирного) опирания шины на обоих изоляторов пролета жестким закреплением одного из ее концов (например, сварным соединением шины с шиндержателем) может привести при коротком замыкании к увеличению нагрузки на некоторые опорные изоляторы примерно на 25%.

Внедрение жесткой ошиновки потребовало разработки новых методов расчетов изоляторов и шин, проведения экспериментальных исследований. В Московском энергетическом институте, например, разработана методика расчета электродинамической стойкости жесткой ошиновки

[3, 4]. В 1981 г. в Научно-исследовательском центре высоковольтной аппаратуры (НИЦ ВВА) при участии специалистов институтов МЭИ и Энергосетьпроект, а также треста Энергостройподстанции были проведены полномасштабные испытания рассчитанных по этой методике трехфазной трехпролетной шинной конструкции ОРУ напряжением 110 кВ с гибкими ответвлениями к аппаратам. Фазы конструкции составляла 9 м. Трубчатые шины были выполнены из алюминиевого сплава 1915Т и имели диаметр 90/80 мм. Одна из фаз экспериментальной конструкции была собрана на изоляторах ИОС-110-600, другая на шинных опорах 3×ОНШ-35-2000, третья на изоляторах КО-110-2000. Крепление шин к изоляторам осуществлялось литыми шиндержателями из алюминиевого сплава. Испытания проводили при двух- и трехфазных коротких замыканиях. Ударные значения тока двухфазного короткого замыкания достигали 95 кА (при действующем значении периодической составляющей 39 кА). Условия испытаний не позволили получить при трехфазном коротком замыкании столь большие токи. Было установлено, что действующее значение допустимого тока термической стойкости при продолжительности короткого замыкания до 3 с составляет более 35 кА.

Результаты испытаний шинных конструкций на электродинамическую стойкость показали, что наименьшей надежностью обладают изоляционные опоры 3×ОНШ-35-2000. Допустимое значение тока для ошиновки на этих опорах не превышает 75 кА, а на изоляторах ИОС-110-600 и КО-110-2000 — более 95 кА (при двухфазном коротком замыкании).

Анализ результатов испытаний подтвердил достаточно высокую точность предложенной методики расчета электродинамической стойкости шинных конструкций. Согласно теоретическим оценкам допустимые токи для жесткой ошиновки (напряжением 110 кВ и выше) при двух- и трехфазных коротких замыканиях практически одинаковы. Поэтому результаты испытаний ошиновки при двухфазных коротких замыканиях можно распространять и на трехфазные. В ходе исследований были выявлены высокие эксплуатационные качества жесткой ошиновки, конструкция которой рассчитана на современный уровень токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением 110 кВ.

Вместе с тем опыт проектирования, монтажа, эксплуатации, а также теоретические и экспериментальные исследования выявили некоторые конструктивные недостатки ОРУ с жесткой ошиновкой. Жесткая ошиновка чувствительна к просядам и наклону опорных конструкций, требует точной установки изоляционных опор, а следова-

тельно, высокого качества выполнения строительно-монтажных работ. На ОРУ с жесткими шинами устанавливается большое количество опорных изоляторов, поэтому затраты времени на очистку изоляторов выше, чем на ОРУ с гибкими шинами. Жесткие шины подвержены зольным вибрациям, борьба с которыми требует установки гасящих устройств или разработки специальных конструктивных решений.

Для повышения эффективности использования конструкций ОРУ с жесткими шинами институт Энергосетьпроект и другие проектные организации предложили ряд новых конструктивных решений, а специалисты МЭИ и НИЦ ВВА провели научные исследования с целью изучения поведения жесткой ошиновки в рабочих режимах и при коротких замыканиях.

На основе накопленного опыта строительства и эксплуатации ОРУ с жесткой ошиновкой заводского изготовления было предложено провести унификацию отдельных элементов и узлов жесткой ошиновки с учетом возможности повышения ее заводской готовности и устранения ряда указанных недостатков. Унификация изделий жесткой ошиновки позволит упростить технологию и снизить трудозатраты при изготовлении и монтаже ОРУ, начать серийное изготовление комплектов изделий, разработать типовые компоновки ОРУ с жесткой ошиновкой и перейти к массовому их внедрению.

В 1982 г. в Московском отделении СКТБ ВПО Союзэлектросетьизводства были разработаны рабочие чертежи унифицированных изделий и узлов жесткой ошиновки ОРУ 110 и 220 кВ с разъемными и неразъемными соединениями элементов (компенсаторов и шинных пролетов). Унифицированные изделия со сварным присоединением компенсаторов к пролетам сборных шин предназначены для районов, где сварка в процессе монтажа ОРУ не представляет сложности; болевое присоединение компенсаторов предусмотрено при сооружении ОРУ в районах со сложными природно-климатическими условиями. Узлы жесткой ошиновки новой конструкции частично компенсируют наклоны и просядки опорных конструкций, благодаря чему к точности установки опор под оборудование ОРУ предъявляются менее жесткие требования.

Опытное внедрение этих конструкций в ОРУ 110 кВ осуществлено в 1983 г. на ПС 110 кВ Молоковичи, а их промышленное производство и массовое применение начато в 1984 г.

Один из путей повышения эффективности ОРУ с жесткой ошиновкой — внедрение новых электрических аппаратов, например пантографных разъединителей. Пантографные разъединители по сравнению с двухколонковыми имеют ряд преимуществ: обеспечивают возможность проведения ремонта нижнего (подвижного) контакта пантографа и цепей ответвлений без снятия напряжения со сборных шин, а также создания более компактных (с хорошей обзорностью) ОРУ и др.

Технико-экономическое обоснование целесообразности применения в ОРУ 110 и 220 кВ пантографных разъединителей выполнено в Северо-Западном отделении института Энергосетьпроект еще в 1979 г. В частности, были рассмотрены компоновки ОРУ с пантографными разъединителями и электрическими соединениями, выполненными по схеме «две системы сборных шин с обходной». При технико-экономических расчетах за основу были приняты показатели пантографных разъединителей фирмы ELIN (Австрия).

Технико-экономическое сравнение пантографных и двухколонковых разъединителей выполняли применительно к типовым проектам ОРУ 110 и 220 кВ с гибкой и жесткой ошиновкой. В результате расчетов было установлено, что замена двухколонковых разъединителей пантографными в ОРУ 110 кВ не дает экономического эффекта, а в ОРУ 220 кВ (рис. 2) позволяет сократить его площадь на 18% и снизить стоимость строительно-монтажных работ на 8%. Применение пантографных разъединителей позволяет не только выполнить компактное ОРУ 220 кВ с жесткой ошиновкой, но и сократить расход дефицитных алюминиевых труб за счет уменьшения шага ОРУ на 1,4 м.

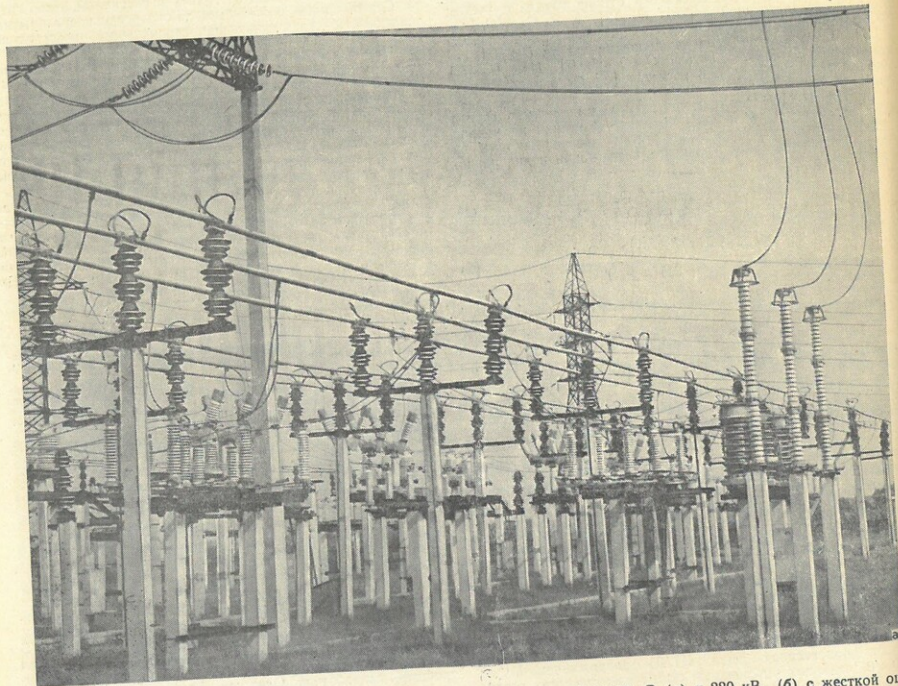
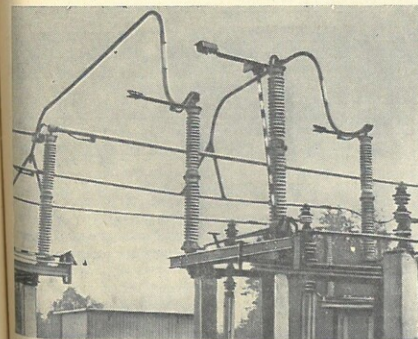


Рис. 1. ОРУ 110 кВ (а) и 220 кВ (б) с жесткой ошиновкой



новой на ПС 220/110 кВ Андреаполь

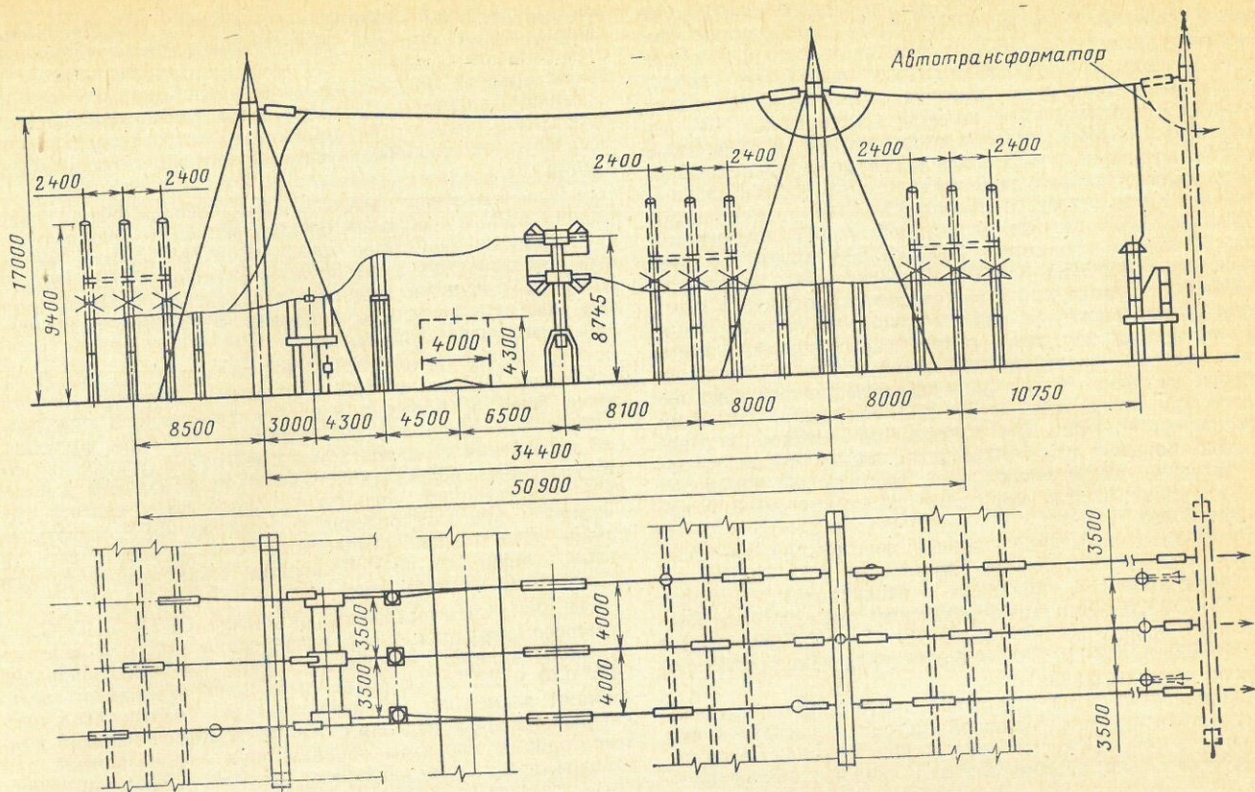


Рис. 2. ОРУ 220 кВ с жесткой ошиновкой с пантографными разъединителями

В соответствии со стандартом МЭК «Разъединители и заземлители переменного тока» площадь зон контактирования (отключения) неподвижных контактов, установленных на жестких шинах, в 2—3 раза меньше, чем при установке их на гибких шинах (см. таблицу). Это дает

**Номинальные контактные зоны для неподвижных контактов пантографных разъединителей**

Номинальное напряжение, кВ	Отклонение контакта, м		Общая амплитуда продольного движения контакта по отношению к поддерживающему проводнику, м
	по горизонтали	по вертикали	
123	0,35/0,1	0,2/0,1	0,25/0,1
245	0,5/0,15	0,25/0,15	0,3/0,2
525	0,6/0,2	0,4/0,2	0,5/0,25
765	0,7/0,25	0,5/0,25	0,6/0,3

Примечание. В числителе приведены данные для ОРУ с гибкой ошиновкой, в знаменателе — с жесткой.

возможность упростить конструкцию разъединителя, отказавшись от специальных уловителей подвижного контакта, необходимого для надежного срабатывания пантографа при гибкой ошиновке.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что внедрение пантографных разъединителей, разработка которых в настоящее время начата в организациях Минэлектротехпрома СССР, наиболее целесообразно в ОРУ с жесткой ошиновкой.

Среди новых разработок можно выделить комплекты строительных конструкций в виде блок-пакетов, разработанные Северо-Западным отделением института Энергосетьпроект, для ОРУ с блочной установкой электрооборудования [5]. Эти конструкции допускают применение как заглубленных, так и поверхностных фундаментов. Внедрение блок-пакетов в сочетании с жесткой ошиновкой обеспечивает уменьшение транспортной массы блок-пакетов на 12% и снижение трудозатрат на строительномонтажные работы на 6% по сравнению с вариантами компоновок, приведенных в [5].

Следует отметить, что жесткая ошиновка, разработан-

ная в институте Энергосетьпроект (в том числе ошиновка **распределительных устройств с блочными конструкциями**), в отличие от ошиновки КРУБ расположена в одной плоскости. При прочих равных условиях (одинаковых типах изоляторов, марках и сечениях шин, длинах пролетов, расстояниях между фазами и др.) такое расположение шин дает возможность значительно повысить электродинамическую стойкость и, следовательно, надежность шинных конструкций.

Для дальнейшего успешного внедрения жесткой ошиновки в ОРУ напряжением 110 кВ и выше, улучшения технико-экономических показателей распределительных устройств и повышения надежности работы конструкции с жесткими шинами институтам Энергосетьпроект и МЭИ, ВПО Союзэлектросетьизоляция, НИЦ ВВА необходимо решить следующие задачи:

на основе опыта строительства и эксплуатации и результатов экспериментальных исследований жестких шин уточнить области применения гибкой и жесткой ошиновки а также жесткой ошиновки в различном конструктивном исполнении (КТПБ, КРУБ, ошиновки, разработанной в институте Энергосетьпроект в обычном исполнении и в сочетании с блочной установкой энергооборудования); исследовать термическую и электродинамическую стойкость жесткой ошиновки ОРУ напряжением 220 и 500 кВ; обосновать допустимые значения токов короткого замыкания;

определить влияние различных климатических и других факторов на допустимые рабочие токи шин; изучить колебания шин под действием ветра и разработать эффективные меры борьбы с эоловыми вибрациями закончить переход на унифицированные изделия, в том числе и для ОРУ 500 кВ;

подготовить технико-экономические обоснования и начать опытное внедрение жесткой ошиновки в ОРУ напряжением 750 кВ;

продолжить разработку САПР подстанций с учетом накопленного опыта проектирования ОРУ с жесткими шинами и новых методов расчета ошиновки для условий эксплуатации в рабочих режимах и при коротких замыканиях.

