

## РЕКОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ ТИПА РВС-220

И. И. КАЛЯЦКИЙ, П. Г. КОВЧАВЦЕВ, Н. М. ТОРБИН

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института  
высоких напряжений и кафедры техники высоких напряжений)

Существующая типовая конструкция разрядников РВС-110 и РВС-220 для сетей с заземленной нейтралью предусматривает установку отдельных разрядников типа РВС-30 в одной колонке.

Как показала практика эксплуатации разрядников РВС-110 и РВС-220, в системе «Кузбассэнерго» имелись случаи аварий на подстанциях вследствие выхода из строя указанных разрядников. Так, в ноябре 1960 г. на одной подстанции при резких порывах ветра произошло падение трех верхних элементов разрядников РВС-220 (элементы, расположенные выше растяжек).

Аналогичный случай падения 3 верхних элементов РВС-220 произошел в июне месяце 1961 г. на одной из станций системы при ураганном ветре. Причиной аварий является поломка фарфора кожухов разрядника из-за его недостаточной механической прочности и появления в процессе эксплуатации кольцевых трещин в фарфоре у армировки или под армировкой фланцев. Опыт эксплуатации реконструированных разрядников типа РВС-110 в системе «Кузбассэнерго» в течение 4-х лет показал отсутствие падения разрядников, несмотря на то, что ежегодно выявляются дефектные элементы с кольцевыми трещинами у фланцев [1].

В «Кузбассэнерго» предложены новые способы установки разрядников типа РВС-220 для усиления механической прочности.

1. Из восьми элементов РВС-30, где два первых элемента от земли устанавливаются в колонку на своем основании, четыре последующих элемента подвешиваются по спирали между тремя колоннами из шести опорных изоляторов КО-400, два последующих элемента устанавливаются на верхней раме трех опорных колонн.

2. Из восьми элементов РВС-30, где два первых элемента от земли устанавливаются в колонку на своем основании, четыре элемента подвешиваются зигзагообразно между двумя опорными колоннами из шести изоляторов КО-400, два последующих элемента устанавливаются на верхней раме опорных колонн (рис. 1).

3. Восемь элементов РВС-30 разносятся по два элемента, при этом первые два разрядника укрепляются на своем основании на фундаменте, последующие два на трех опорных изоляторах КО-400, пятый и шестой элементы на трех изоляторах КО-400, седьмой и восьмой на четырех изоляторах КО-400 (рис. 2).

Сравнительные размеры полной конструкции для рассмотренных вариантов представлены в табл. 1.

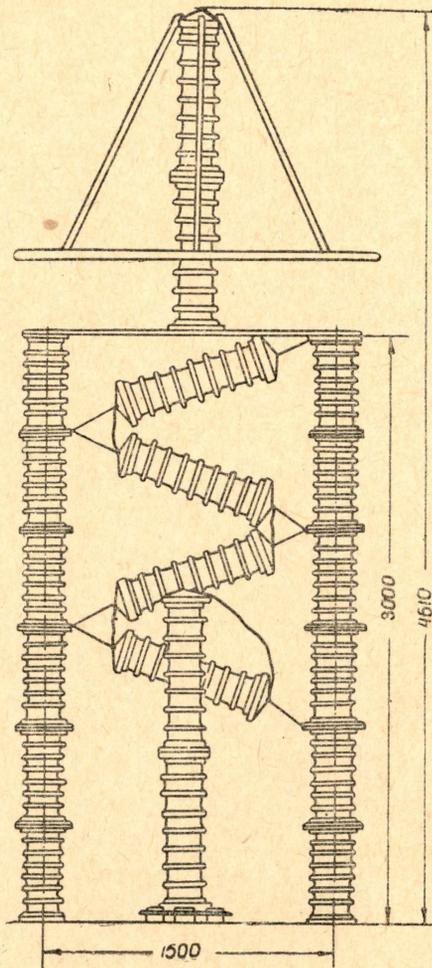


Рис. 1. Разрядник РВС-220 в исполнении на двух опорных колоннах из изоляторов КО — 400 (вариант 2).

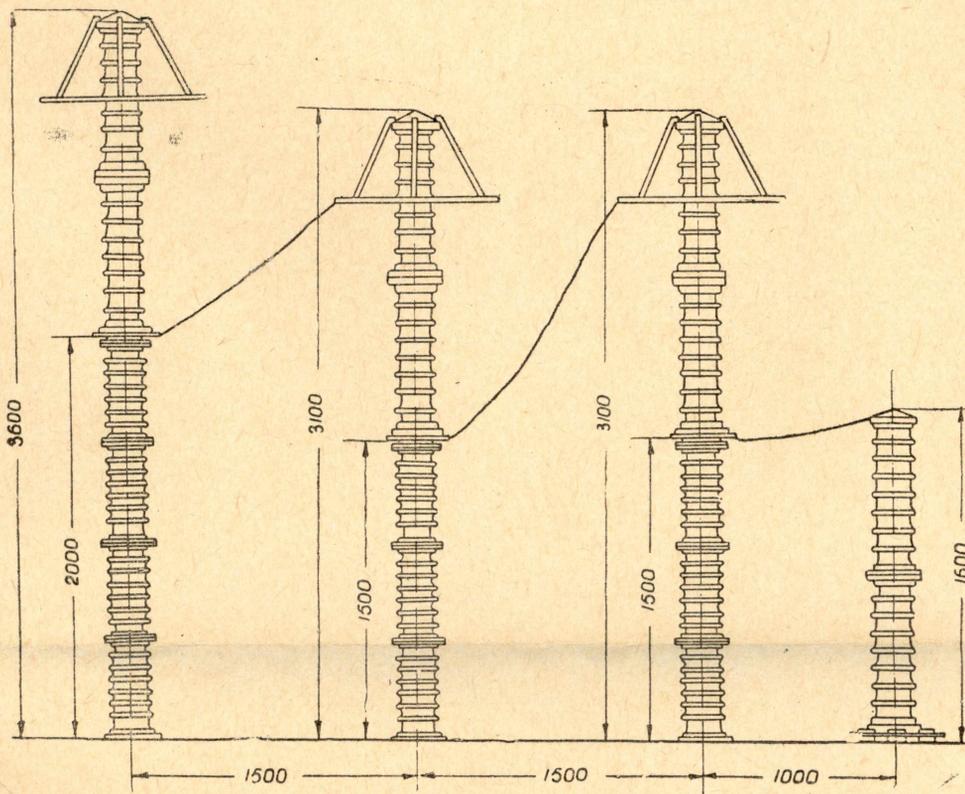


Рис. 2. Разрядник РВС-220 в исполнении из 4-х колонн (вариант 3).

Расчет механической прочности конструкции установки разрядников по второму варианту (на двух колонках по 6 элементов изоляторов КО-400) показал, что момент сил, создаваемый ветром со скоростью

Таблица 1

№ пп	Исполнение	Высота мм	Основание		Количество дополнительных изоляторов на одну фазу
			диаметр мм	длина мм	
1	Нормальное исполнение	6350	4070	—	6×СП—110
2	Вариант 1	4610	2000	—	18×КО—400
3	Вариант 2	4610	2000	—	12×КО—400
4	Вариант 3	4100	—	4000	10×КО—400

40 м/сек и направленный перпендикулярно к плоскости установки разрядников, составляет 150,3 кгм, а допустимый момент для изоляторов КО-400 равен 300 кгм. Таким образом, коэффициент запаса составляет

$$K_3 = \frac{300}{150,3} = 2.$$

Так как в предложенных вариантах видоизмененных конструкций разрядников РВС-220 частичные емкости элементов конструкций отличаются от емкостей элементов в заводском исполнении, в высоковольтной лаборатории Томского политехнического института были проведены исследования электрических характеристик видоизмененных конструкций разрядников РВС-220 [3] по следующей программе:

1. Определение вольтсекундных характеристик разрядника при воздействии стандартной импульсной волны 1,5/40 мксек.
2. Определение напряжения срабатывания разрядника при воздействии импульсной волны с длиной фронта от 3 до 15 мксек.
3. Определение напряжения срабатывания разрядника при одновременном воздействии импульсного напряжения и напряжения промышленной частоты номинального фазового и наибольшего допустимого.
4. Определение распределения напряжения по элементам разрядника при номинальном фазовом и наибольшем допустимом напряжении 50 гц.
5. Испытание разрядника наибольшим допустимым напряжением 50 гц в течение 2-х минут.
6. Исследование влияния размеров экранирующих колец на импульсные характеристики разрядника.

Указанные виды испытаний были выполнены для разрядника РВС-220 в заводской установке (без распорных оттяжек) и в исполнениях, предложенных «Кузбассэнерго» варианты 2 и 3.

Вариант 1 был отвергнут вследствие более сложного конструктивного исполнения в сравнении с другими вариантами, несмотря на его большую механическую устойчивость.

Исследование импульсных характеристик разрядников производилось с помощью генератора импульсных напряжений на 3 млн вольт с емкостью в ударе 7200 пкф.

Измерение напряжения осуществлялось с помощью емкостного делителя напряжений и осциллографа ОК-19М, имеющего дополнительные диапазоны временных разверток до 100 мксек.

Распределение напряжения по элементам разрядника производилось с помощью шарового разрядника с шарами диаметром 120 мм.

## Результаты испытаний

Импульсные испытания разрядников РВС-220 в соответствии с программой, представленной выше, были выполнены для заводской установки и для видоизмененных конструкций по вариантам 2 и 3.

Перед испытаниями разрядника РВС-220 каждый из восьми элементов разрядника был испытан в отдельности.

Напряжение срабатывания у всех разрядников РВС-30 оказалось удовлетворительным и имело величину 110—120 кВ.

На рис. 3 представлены вольтсекундные характеристики разрядника РВС-220 в заводском исполнении при различной глубине посадки экранного кольца. Из рис. 3 видно, что уменьшение глубины посадки экранного кольца от 1200 мм (нормальное исполнение) до 900 мм значительно снижает разрядные напряжения при временах разряда менее 1 мксек (кривая 2).

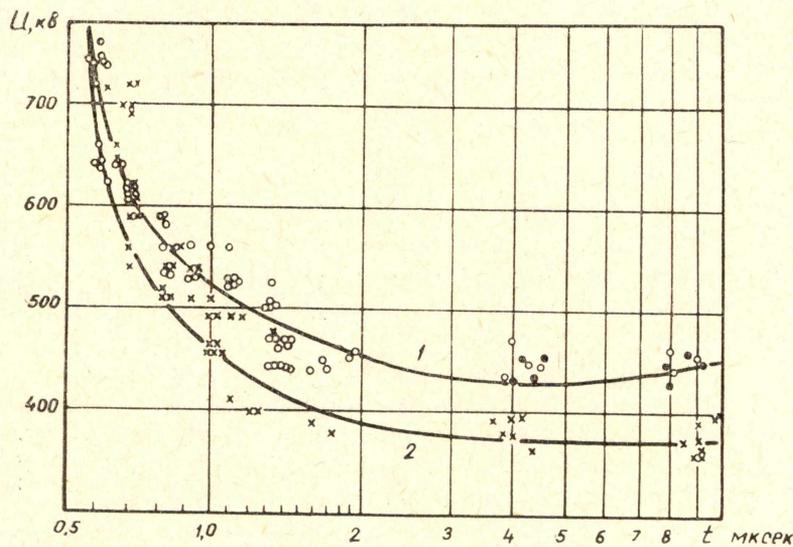


Рис. 3. Вольтсекундные характеристики разрядника РВС-220 в заводском исполнении:  
1 — экранное кольцо  $D = 1880$  мм с глубиной посадки 1200 мм; 2 — то же с глубиной посадки 900 мм.  $\times\times$  — отрицательный импульс напряжения,  $oo$  — положительный импульс напряжения.

На рис. 4 представлены вольтсекундные характеристики для варианта 2 и на рис. 5 для варианта 3.

Изменение глубины посадки экранного кольца в тех же пределах (с 1200 мм до 900 мм) в случае варианта 2 приводит к еще большему снижению разрядного напряжения (рис. 4, кривая 2) и разрядные напряжения снижаются ниже допустимых величин. Вольтсекундные характеристики для 3 варианта с экранными кольцами от разрядников РВС-110 при временах воздействия напряжения меньше 1 мксек снижаются до 300 кВ и находятся значительно ниже допустимых величин. Снижение разрядных напряжений с менее глубокой посадкой экранного кольца объясняется более неравномерным распределением напряжения по элементам разрядника, так как напряжение в начальный момент при малых временах воздействия напряжения распределяется по емкостям разрядника [2].

Вариант 3 в этом отношении является наиболее неблагоприятным, так как пробивное напряжение разрядника определяется в основном

величиной напряжения на первых элементах, а наличие экранного кольца с малой глубиной посадки не обеспечивает достаточного снижения напряжения на первом элементе. Полярность импульса напряжения в пределах ошибок измерения на величину разрядного напряжения разрядников влияния не оказывает.

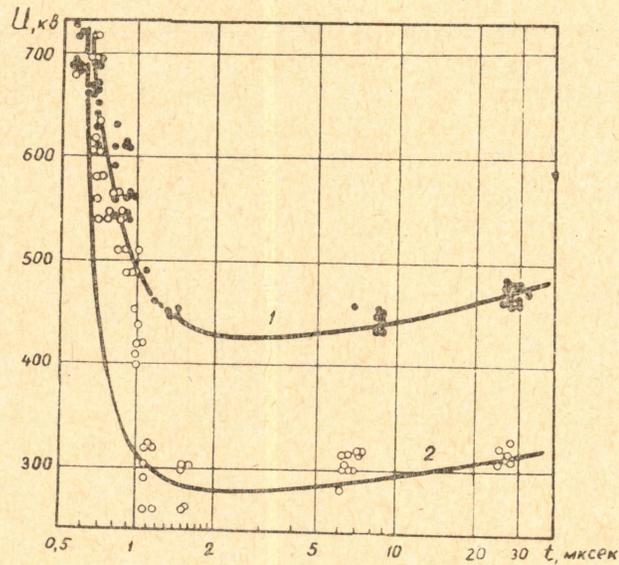


Рис. 4. Вольтсекундные характеристики РВС-220 в варианте 2:  
1 — нормальное кольцо  $D = 1880$  мм,  
глубина посадки 1200 мм;  
2 — то же с глубиной посадки 900 мм.

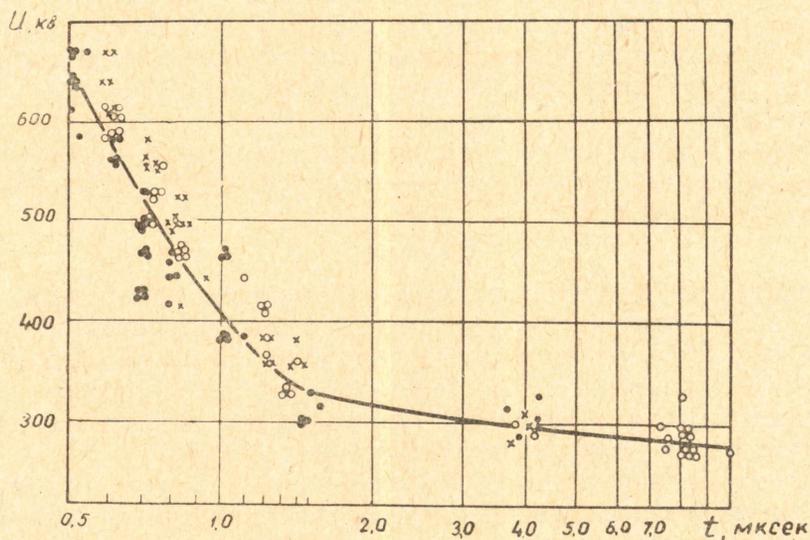


Рис. 5. Вольтсекундная характеристика разрядника РВС-220 в исполнении по варианту 3.

Напряжение срабатывания разрядника при воздействии напряжения промышленной частоты и импульсного напряжения положительной и отрицательной полярности как при совпадении полярности, так и при противоположных полярностях полуволны напряжения и импульсной волны определяется импульсным разрядным напряжением и соответ-

вует напряжению срабатывания разрядника при воздействии только импульсного напряжения.

В табл. 2 представлены результаты измерения распределения напряжения по элементам разрядника при нормальном экранном кольце и с экранном кольцом при меньшей глубине посадки для варианта 2.

Таблица 2

Порядковый номер элемента со стороны высокого напряжения	1	2	3	4	5	6	7	8
Напряжение на элементе РВС-30.								
Кольцо нормальное								
при $U_{\phi}=127$ кв. эфф.	23	21,6	20	17,8	15,2	12,7	9	7,6
в %	18	17	16	14	12	10	7	6
$U$ доп.=192 кв. эфф.	30	30	27	26	24	21	17	15
в %	16	16	14	14	13	11	9	8
Кольцо укороченное								
при: $U=127$ кв. эфф.	25	24	20	27	14	10,5	9,5	7
в %	20	18,5	16	13,5	11	8	7,5	5,5
доп.=192 кв. эфф.	37	34	28	26	21	17	15	11,5
в %	19	18	15	14	11	9	8	6

Как видно из табл. 2, при нормальном экранном кольце на каждый элемент РВС-30 при приложении номинального фазного напряжения  $U_{\phi} = 127$  кв эфф приходится напряжение, не превышающее максимально допустимое 24 кв эфф, при наибольшем допустимом напряжении равном 192 кв эфф, на первом и втором элементах напряжение составляет 30 кв эфф, что значительно меньше пробивного напряжения промежутков разрядника РВС-30 при промышленной частоте, которое равно 56 кв эфф.

Разрядник РВС-220 в исполнении по варианту 2, нормально выдержал также двухминутное испытание наибольшим допустимым напряжением 192 кв эфф.

#### Выводы

1. Проведенные исследования видоизмененных конструкций разрядников РВС-220 показали, что при конструктивном исполнении разрядника в форме двух опорных колонок (вариант 2) разрядник по своим электрическим характеристикам удовлетворяет необходимым требованиям и может быть установлен для опытной эксплуатации на действующих открытых распределительных устройствах 220 кв.

2. Видоизмененная конструкция разрядника обладает лучшими механическими свойствами и более удобна в эксплуатации при проведении профилактических осмотров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П. Г. Ковчавцев, В. А. Кострыгин, К. С. Сторожук. Реконструкция вентильных разрядников типа РВС-110, электрические станции 2, 1959.
2. А. М. Залесский. Изоляция аппаратов высокого напряжения Госэнергоиздат, 1960.
3. И. И. Каляцкий, Н. М. Торбин. Исследование характеристик вентильных разрядников в видоизмененных конструкциях, уд. о регистрации в Госкомитете по делам изобретений и открытий СССР № 41204 от 6 декабря 1963.