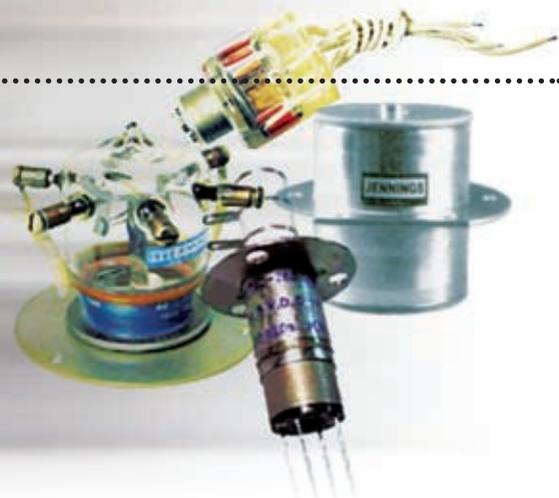


СИЛОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ И РЕЛЕ JENNINGS



А. Головин
a-golovin@mail.ru

Компания Jennings Technology – всемирно известный лидер в производстве вакуумных и газонаполненных силовых компонентов – выпускает широкий спектр изделий, включая конденсаторы и реле, прерыватели и контакторы, вакуумные коаксиальные реле, переключающие матрицы. Обычно высоковольтными (мощными) называются электронные компоненты, которые применяются в цепях с напряжением выше 1000 В и током выше 5 А.

ВАКУУМНЫЕ И ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

Вакуумный конденсатор состоит из двух коаксиальных цилиндрических электродов, помещенных в стеклянный или керамический баллон, в котором создается высокий вакуум, что позволяет повысить рабочее напряжение. Наименьшими потерями эти конденсаторы обладают в диапазоне частот 1–2 МГц, где добротность конденсатора достигает 10000.

Фирма Jennings выпускает в широком стандартном ассортименте конденсаторы постоянной емкости: вакуумные до 2500 пФ (рис.1,2, табл.1,2), газонаполненные – до 1000 пФ и проходные – до 25 пФ.

Основные особенности конденсаторов Jennings – долгий срок службы (три-десять или более лет, в зависимости от режимов эксплуатации); высокая надежность; высокие номинальные значения напряжения и тока; самовосстановление; компактные размеры; малая масса; неограниченный



Рис. 1. Вакуумные конденсаторы постоянной емкости

срок хранения (компания Jennings рекомендует один раз в год проводить тестирование конденсаторов на соответствие значениям вакуума и напряжения); диапазон температур хранения – 13–30°C; диапазон рабочих температур – от -38 до 50°C, максимальная рабочая температура 125°C (при обязательном конвекционном охлаждении); гарантийный срок – три года с момента поступления изделия заказчику.

В качестве диэлектрика в газонаполненных конденсаторах используется воздух, сжатый газ (азот, фреон и др.), вакуум. Газообразные диэлектрики имеют малое значение тангенса угла диэлектрических потерь (до 10–5) и высокую стабильность электрических параметров. Поэтому основной областью их применения является высоковольтная и высокочастотная аппаратура. Воздушные конденсаторы постоянной емкости применяются в измерительной технике в основном как образцовые конденсаторы, преимущественно при напряжениях менее 1000 В. В электрических цепях высокого напряжения – свыше 1000 В – применяют газонаполненные и вакуумные конденсаторы.

В радиоэлектронной аппаратуре из конденсаторов с газообразным диэлектриком наибольшее распространение получили вакуумные. По сравнению с воздушными они имеют большую удельную емкость, меньшие потери в широком диапазоне частот, более высокую электрическую прочность и стабильность параметров при изменении условий окружающей среды. По сравнению с газонаполненными, требующими периодической подкачки газа из-за его утечки, вакуумные конденсаторы обладают более простой и легкой конструкцией, характеризуются меньшими потерями и лучшей температурной стабильностью. Они более устойчивы к вибрациям, допускают более высокое значение реактивной мощности. Вакуумные конденсаторы имеют малый температурный коэффициент емкости, их рабочее напряжение – от 5 до 45 кВ. Наиболее целесообразно вакуумные конденсаторы использовать при работе в диапазоне частот от 1 до 10 МГц.

Значение пробивного напряжения вакуумных конденсаторов не зависит от атмосферного давления, поэтому они широко применяются в авиационной аппаратуре. Вы-

**Таблица 1. Вакуумные конденсаторы постоянной емкости 1–2500 пФ**

Модель, марка	Емкость, пФ	Напряжение, кВ макс.		Ток, А	Номинальные размеры, мм	
		тестовое	рабочее		длина	диаметр
C/ММНС-450-50S	450	55	33	320	210	153
CF1-100-0015	100	15	9	80	62,3	44,5
CF1-150-0010	150	10	6	75	62,3	44,5
CF1-210-0009	210	9	54	76	62,3	44,5
CFCD-500-5S	500	5	3	100	65,02	61,96
CFDP-1500-10S	1500	10	6	170	83,82	142,75
CFDP-1500-7,5S	1500	7,5	4,5	150	83,82	142,75
CFDP-2000-15S	2000	15	9	200	83,8	142,8
CFDS-1000-0007	1000	7,5	4,5	85	117,35	96,5
CFDS-1000-0012	1000	12	7,2	95	117,35	96,5
CFED-1000-25S	1000	25	15	180	96,77	115,82
CFED-150-0030	150	30	20	90	163,6	67,6
CFED-150-30S	150	30	150	135	88,14	61,96
CFED-300-25S	300	25	15	130	91,95	87,38
CFED-500-20S	500	20	12	150	96,77	115,82
CFED-75-30S	75	30	18	100	88,1	62
CFED-750-10S	750	10	6	145	96,77	115,82
CFED-750-25S	750	25	15	170	96,77	115,82
CFEP-2000-0015	2000	15	9	200	110,49	150,37
CFEP-2000-0020	2000	20	12	225	110,49	150,37
CFFM-2500-0030	2500	30	18	400	147	208,3
CFFP-1500-35S	1500	35	21	350	146,8	208,3
CFHD-100-50S	100	50	30	135	130,1	87,38
CFHD-100-60S	100	60	36	145	130,1	87,38
CFHD-12-50S	12	50	30	95	131,60	62,00
CFHD-12-60S	12	60	36	95	131,60	62,00
CFHD-18-50S	18	50	30	110	131,60	62,00
CFHD-20-60D2762	20	60	36	120	133,30	71,40
CFHD-200-60S	200	60	36	280	136,65	115,82
CFHD-25-45S	25	45	27	100	131,60	62,00
CFHD-300-50S	300	50	30	230	136,65	115,82
CFHD-40-50D2757	40	50	27	110	133,30	71,40
CFHD-50-60S	50	60	36	140	131,60	62,00
CFHD-75-60S	75	60	36	145	130,1	87,38
CFHP-1000-50S	1000	50	30	350	157,48	182,88
CFHP-450-55S	450	55	33	300	139,7	142,75
CFHP-750-0050	750	50	30	135	130,10	87,38
CKT-200-0030	200	30	20	95	165,1	67,5
CKT-250-0030	250	30	20	100	165,1	67,5
CKTI-100-0025	100	25	15	75	114,0	68,0
CKTI-75-0025	75	25	15	65	114,0	68,0
CWHF-1000-0050	1000	50	30	550	164,1	182,9

Таблица 2. Вакуумные проходные конденсаторы постоянной емкости 25 пФ

Модель, марка	Напряжение, кВ макс.		Ток, А	Номинальные размеры, мм	
	тестовое	рабочее		длина	диаметр
CFT-25-0015	15	10	23	41,4	44,45
CFT-25-0020	20	13	24	41,40	44,45
CFT-25-0025	25	18	27	41,40	44,45



Рис.2. Вакуумный проходной конденсатор постоянной емкости



Рис.3. Вакуумные реле типа SPST

сокая надежность вакуумных конденсаторов обусловила их применение в контурах современных мощных передающих устройств ДВ-, СВ- и КВ- диапазонов на частотах до 30–80 МГц в качестве контурных, блокировочных, фильтровых и разделительных конденсаторов. Используются также в качестве накопителей в импульсных искусственных линиях формирования и различного рода мощных высоковольтных высокочастотных установках.

Развитие атомной энергетики и освоение космоса выдвигает требование высокой устойчивости комплектующих элементов (в том числе и конденсаторов) к воздействию ионизирующих излучений, глубокого вакуума и сверхнизких температур. Наиболее устойчивы к воздействию ионизирующих излучений и электрических эксплуатационных нагрузок защищенные керамические конденсаторы.

ВАКУУМНЫЕ И ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ РЕЛЕ

В электронике и электротехнике реле используют в основном для управления большими токами. В цепях с небольшими токами для управления чаще всего применяются транзисторы или тиристоры. При работе со сверхбольшими токами (десятки-сотни ампер, например, при очистке металла методом электролиза) для исключения возможности пробоя контакты управляемой цепи имеют большую кон-

Таблица 3. Вакуумные реле 4–33 кВ типа SPST (один разомкнутый или один замкнутый контакт)

Модель, марка	Максимальное тестовое напряжение, кВ	Номинальное действующее значение напряжения, кВ				Непрерывно коммутируемый ток (среднеквадратичное значение), А				Время срабатывания, мс	Время отпущения, мс
		ток пост. или 60 Гц	2,5 МГц	16 МГц	32 МГц	ток пост. или 60 Гц	2,5 МГц	16 МГц	32 МГц		
RF41-26S	4	3,6	3,6	3,2	2,5	12	10	7,5	5	10	10
RF44-26S	6	3,6	3,6	3,2	2,5	12	10	6	5	4	н/д
RF5A-26S	8	7,5	7,5	7	5	12	10	5	2	8	8
RF43-26S	9	7	7	6	4	12	10	6	5	10	10
RF45-26S	9	5	9	6	4	12	10	9	6,5	4	4
RF4A-26S	10	8	7	6	5	30	25	15	10	18	18
RF47-26S	10	8	8	6	5	35	35	18	12	4	н/д
RF56-12S	12	10	7	6	4	12	10	6	5	10	10
RF51-26S	12	10	7	6	4	12	10	6	5	15	15
RF73-26S	14	50	10	9	7	55	35	25	15	4	4
RF53-26S	17,5	12	12	9	7	15	12	6	4	15	15
RF71-12S	17,5	12	12	9	7	15	12	6	4	8	3
RJ10A-26S	33	28	25	12	10	110	60	40	30	18	8

Таблица 4. Вакуумные реле 4–30 кВ типа SPDT (один переключающий контакт)

Модель, марка	Максимальное тестовое напряжение, кВ	Номинальное действующее значение напряжения, кВ				Непрерывно коммутируемый ток (среднеквадратичное значение), А				Время срабатывания, мс	Время отпущения, мс
		ток пост. или 60 Гц	2,5 МГц	16 МГц	32 МГц	ток пост. или 60 Гц	2,5 МГц	16 МГц	32 МГц		
RF1E-26S	4	2	2	2	2	8	6	4	2	10	10
RF1D-26S	4	2	2	2	2	8	6	4	2	10	10
RF60-26S	4	3,6	3,6	3,2	2,5	12	10	6	5	10	10
RJ1A-26S	5	3,5	2,5	2,0	1,5	18	14	9	7	8	8
RF62-26S	9	7	7	6	4	10	10	6	5	10	10
RF3A-26S	10	8	7	6	5	30	25	15	10	18	18
RF3D-26S	10	8	7	6	5	30	25	15	10	18	18
RJ2B-26S	15	12	10	8	6	50	30	17	10	18	9
RJ2C-26S	15	12	10	8	6	50	30	17	10	18	9
RJ4B-26S	18	15	12	10	6	50	30	17,5	10	18	9
RF10B-26S	20	15	13	10	8	75	22	15	12	30	10



Рис.4. Вакуумные реле типа SPDT

тактную площадь и погружаются в масло (так называемую "масляную ячейку"), газовую среду или вакуум.

Первые мощные реле Jennings были разработаны для аэрокосмического применения, где требуются приборы как можно меньшего размера, имеющие малые радиочастотные потери, обладающие превосходными диэлектрическими свойствами на высоких напряжениях и способные работать на больших высотах в жестких климатических условиях. Также широкое применение реле Jennings находят в медицинском оборудовании и промышленности.

Вакуумные и газонаполненные реле имеют повышенную электрическую прочность, так как диэлектрическая проницаемость некоторых газов и вакуума в несколько раз больше, чем воздуха. В вакууме также не происходит

окисления, что дает возможность применять медные контакты с меньшим сопротивлением, которые способны выдерживать большие токи, что было бы невозможно при использовании контактов в воздушной среде.

Особенности эксплуатации реле Jennings: долгий срок службы; высокая надежность; низкое сопротивление контактов; устойчивость к высоким напряжениям и токам; большие частоты перезарядки и пропускания; компактные размеры; малый вес; обслуживание не требует наличия квалифицированного персонала.

Высоковольтные реле Jennings обеспечивают коммутацию рабочей нагрузки в момент прохождения тока через коммутирующие контакты.

Вакуумные реле имеют следующие конструкции и предельные номиналы коммутируемых напряжений: однополюсные с переключением на одно направление с одним нормально замкнутым или одним нормально разомкнутым контактом (SPST – single pole single throw) – до 33 кВ (рис.3, табл. 3); однополюсные с переключением на два направления (SPDT – single pole double throw) – до 30 кВ (рис.4, табл. 4); поляризованные с переключением на два направления (DPDT – double pole double throw) – напряжение до 22 кВ, ток – до 20 А (рис.5); газонаполненные – до 70 кВ (рис.6, табл. 5). Компания Jennings является пер-

Таблица 5. Газонаполненные вакуумные реле

Модель, марка	Максимальное тестовое напряжение, кВ	Номинальное действующее значение напряжения, кВ ток пост. или 60 Гц	Непрерывно коммутируемый ток (среднеквадратичное значение), А ток пост. или 60 Гц	Время срабатывания, мс	Время отпущения, мс
RGH3-4D2524	70	70	15	20	15
RGH5-26S	50	40	10	20	15
RGD11-2C02	30	25	30	н/д	н/д



Рис.5. Вакуумные реле 20 кВ типа DTD



Рис.6. Газонаполненные вакуумные реле

вым в мире разработчиком и производителем вакуумных реле и немногим позже – реле с мембранными контактами. Она всегда была мировым лидером в развитии разработок и производства вакуумных электронных комплектующих компонентов. Вакуумные реле, произведенные Jennings, имеют высшее качество и стандарты надежности, многие полностью соответствуют военным стандартам. Большинство моделей вакуумных реле гарантированно обеспечивают многомиллионные циклы срабатывания.

Газонаполненные реле идеальны при больших бросках и разрядах емкостных нагрузок, которые обычно имеют место при работе аппаратуры тестирования на электростатический пробой или работе оборудования для проверки кабелей и кардиодефибриляторов. Газонаполненные реле также обеспечивают очень низкий ток утечки через группы разомкнутых контактов в течение длительного периода времени.

Практически все типы вакуумных конденсаторов постоянной емкости и реле имеются на складе производителя и могут быть поставлены в кратчайшие сроки. Авторизованным партнером компании Jennings Technology по специальным проектам в России и странах СНГ является группа компаний "Техника и Технология", работающая на российском рынке с 1994 года. Головное предприятие ЗАО "Техника и Технология" (www.ttplus.ru) и компания ЗАО "ЭКБ Комплекс" (поставки комплектующих с приемкой 5), входящие в состав группы компаний, поставляют электронные комплектующие компоненты производителей из России, стран СНГ и Дальнего Зарубежья. Ведущая компания ЗАО "Технология и Телекоммуникация" (www.tt-telecom.ru) предоставляет решения и оборудование в области телекоммуникаций и связи.

