

**КАМЕРА ДУГОГАСИТЕЛЬНАЯ ВАКУУМНАЯ**  
**ТИПА КДВ2-35**  
**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО**  
**ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
**ИМПБ.686485.009 РЭ**

## Содержание

Техническое описание	
1 Введение	3
2 Назначение камеры	3
3 Технические данные	4
4 Устройство и работа камеры	5
5 Маркирование	7
6 Упаковка	7
Инструкция по эксплуатации	
7 Введение	8
8 Указания мер безопасности	8
9 Порядок установки	8
10 Техническое обслуживание	11
11 Правила хранения и транспортирования	11
12 Гарантийные обязательства	11
13 Рекламации	11
Приложение: Схема измерения электрической прочности изоляции испытательным одноминутным переменным напряжением	12

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

### 1 ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание предназначено для ознакомления с принципом работы камеры типа КДВ2-35 (далее камеры) и ее конструкцией.

Для полного знакомства с характеристиками камер следует пользоваться техническими условиями ИМПБ.686485.009 ТУ.

### 2 НАЗНАЧЕНИЕ КАМЕРЫ

2.1 Камеры предназначены для работы в вакуумных выключателях переменного тока частотой (50-60) Гц, номинальным напряжением 35 кВ, а также в выключателях на 110 кВ (при последовательном соединении камер).

2.2 Эксплуатация камер должна производиться только при дополнительном усилении внешней изоляции. Внешняя изоляция камер определяется конструкцией выключателя.

2.3 Расшифровка условного обозначения камеры:

<u>К</u>	<u>Д</u>	<u>В</u>	<u>2-</u>	<u>35-</u>	<u>25/</u>	<u>1600</u>	<u>УХЛ2.1</u>	<u>-</u>	<input type="checkbox"/>	
										Камера
										Дугогасительная
										Вакуумная
										Номер разработки
										Номинальное напряжение
										в киловольтах
										Номинальный ток отключения в
										килоамперах
										Номинальный ток в амперах
										Климатическое исполнение и категория
										размещения по ГОСТ 15150
										Дополнительное конструктивное
										исполнение (цифра 1)

Пример условного обозначения камеры при заказе и в технической документации другой продукции:

Камера дугогасительная вакуумная КДВ2-35-25/1600 УХЛ2.1-1  
ИМПБ.686485.009 ТУ.

2.4 Камеры выпускаются двух типоразмеров (двух конструктивных вариантов), перечень типоразмеров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень типоразмеров

Обозначение типоразмера камеры	Конструкция стержня токо- вывода	Обозначение КД
КДВ2-35-25/1600 УХЛ2.1	Цилиндрическая	ИМПБ.686485.009
КДВ2-35-25/1600 УХЛ2.1-1	Коническая	ИМПБ.686485.009-01

### 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1 Диапазон предельных температур от минус 60°C до плюс 55°C, рабочее значение влажности – 80% при 20°C.

3.2 Камера выдерживает вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц при амплитуде ускорения до 1g и механические удары одиночного действия при пиковом ударном ускорении до 3g.

3.3 Основные параметры камеры и основные технические требования приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование параметров, технические требования, единицы измерения	Норма
1	Номинальное напряжение линейное, кВ	35
2	Наибольшее рабочее напряжение линейное, кВ	40,5
3	Испытательное напряжение, кВ 1) одноминутное частотой 50 Гц 2) полный грозовой импульс	95*** 190
4	Номинальный ток, А	1600
5	Номинальный ток отключения, кА	25
6	Коммутационная способность: 1) номинальный ток отключения, кА 2) нормированное процентное содержание апериодической составляющей тока отключения, не более 3) время дуги, с, не более 4) ток включения, кА: наибольший пик начальное действующее значение периодической составляющей	25  30 0,025  63 25
7	Стойкость при сквозных токах короткого замыкания: 1) предельный трехсекундный ток термической стойкости, кА 2) наибольший пик, кА	25 63
8	Электрическое сопротивление постоянному току, мкОм, не более	30
9	Средняя величина тока среза, А, не более	5
10	Давление остаточного газа в камере, Па (мм рт.ст.), не более	$1,2 \cdot 10^{-3}$ ( $1 \cdot 10^{-5}$ )
11	Коммутационная износостойкость 1) при номинальном токе, циклы «ВО»  2) при номинальном токе отключения 6 кА (величина расчетная), циклы «ВО» 3) при номинальном токе отключения 12 кА (величина расчетная), циклы «ВО» 4) при номинальном токе отключения, циклы «ВО» и операций «0»	25000 (60000 при 1250 А)  2000  500 30 70
12	Механическая износостойкость, циклы «ВО»	25000 (60000)*
13	Ход подвижного контакта, мм 1) после изготовления  2) после выработки ресурса по коммутационной стойкости	16,5±0,5 (13,5±0,5)* не более 18 (15,5±0,5)*

14	Средняя скорость подвижного контакта камеры при отключении на расстоянии 11 мм от замкнутого положения, м/с	от 1,0 до 1,5**
15	Средняя скорость подвижного контакта камеры при отключении на расстоянии 9 мм от замкнутого положения, м/с	от 0,9 до 1,3*,**
16	Средняя скорость подвижного контакта камеры при включении на последних 4 мм перед смыканием контактов, м/с	(0,4÷0,8)**
17	Дополнительное контактное нажатие, Н	(1600+600)
18	Износ контактов после выработки коммутационного ресурса, мм, не более	3
19	Максимальная мощность дозы рентгеновского излучения, мкР/с, (на расстоянии 4 м от незаэкранированной камеры при испытании изоляции)	5
20	Время дребезга контактов, с, не более	0,002
21	Выбег подвижного контакта камеры при отключении, мм	не более 1,5**
22	Возврат подвижного контакта при отключении, мм	не более 1,5**

\* - Норма относится к камерам, применяемым в выключателях на 110 кВ при последовательном соединении камер и в выключателях для электротермических установок (при дополнительном согласовании с разработчиком камеры).

\*\* - Требование обеспечивается выключателем.

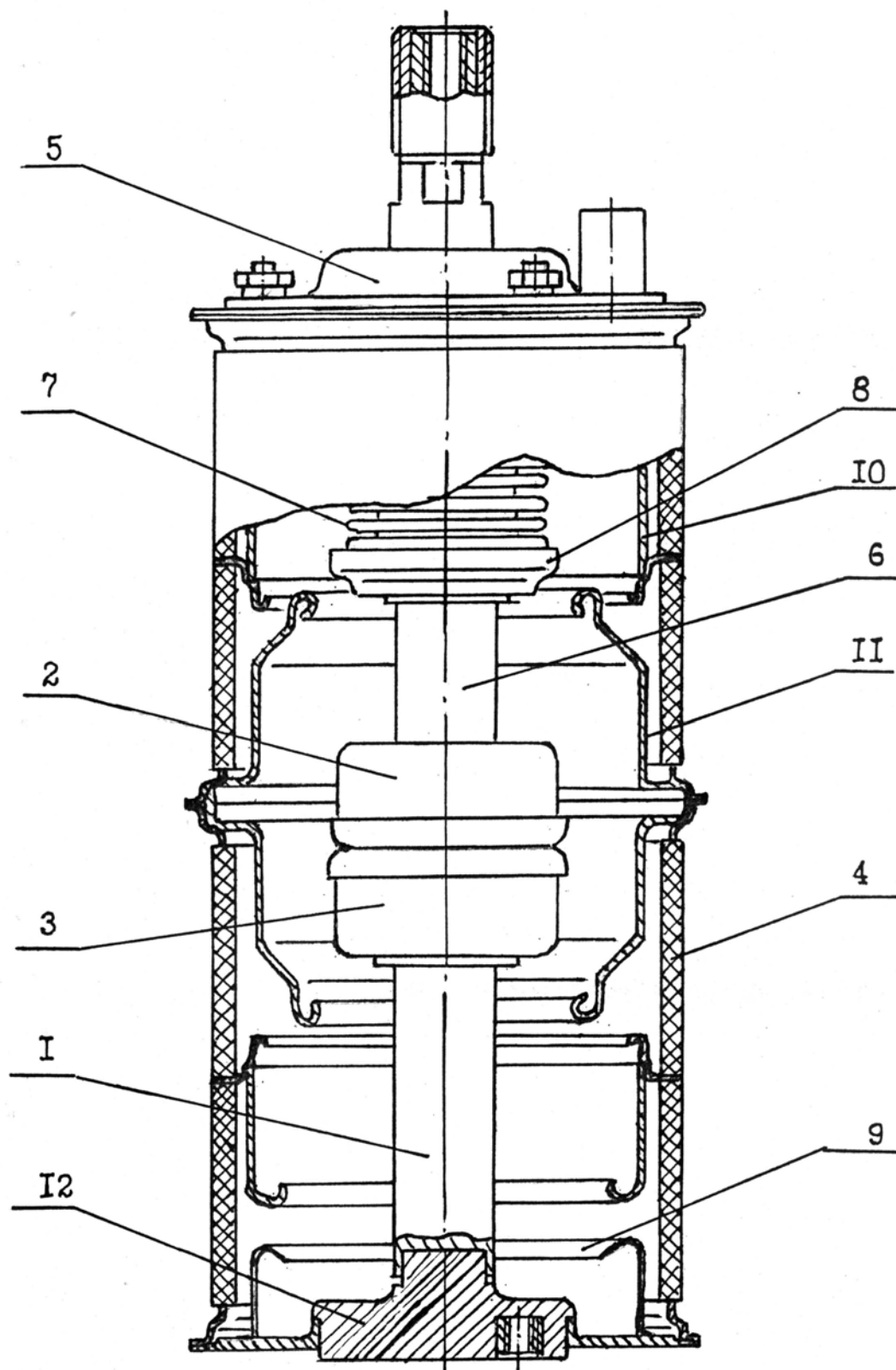
\*\*\* - В процессе эксплуатации норма на испытательное напряжение – 50 кВ.

#### 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА КАМЕРЫ

4.1 Устройство камеры приведено на рисунке 1. Подвижный 2 и неподвижный 3 контакты камеры находятся в вакуумно-плотном корпусе 4 из керамики и металла. В корпусе в течение всего периода эксплуатации сохраняется высокий вакуум (давление не более  $1,2 \cdot 10^{-3}$  Па) за счет его полной герметичности и соответствующей вакуумно-технологической обработки камеры в процессе изготовления. Контакты припаяны к токоподводам 1 и 6, подвижность одного из контактов обеспечивается сильфоном 7. Система экранов 8-11 предохраняет стенку корпуса от запыления продуктами эрозии контактов и от прожигания сильфона дугой. Для обеспечения соосности перемещения подвижного контакта служит втулка 5. Присоединение камеры к электрической цепи осуществляется через фланец 12 и с помощью гибкого токосъема, присоединяемого к токоподводу 6.

Крепление камеры в аппаратуре осуществляется за фланец 12, где для этой цели предусмотрены 4 отверстия с резьбой М10 и глубиной 13 мм. Для соединения подвижного токоподвода 6 с тягой привода служит резьбовое отверстие М12.

Принцип действия камеры основан на гашении электрической дуги переменного тока контактами, размыкаемыми в вакууме: давление окружающего контакты газа не превышает  $1,2 \cdot 10^{-3}$  Па. Дуга горит в парах материала контактов и гаснет, как правило, при первом переходе тока через нулевое значение. Размыкание контактов в вакууме исключает их электрохимическое разрушение, в результате чего достигается высшая эрозийная стойкость контактной пары и соответственно максимальный коммутационный ресурс вакуумных дугогазительных камер и выключателей на их основе в сравнении с выключателями других типов. Отпадает необходимость в уходе за контактами в течение всего срока эксплуатации камеры. Работа контактов в вакууме делает невозможным какое-либо загрязнение окружающей среды, процесс отключения становится бесшумным и пожаробезопасным. Высокие изоляционные свойства вакуумного межконтактного промежутка дают возможность уменьшить ход подвижного контакта и его скорость при размыкании, что облегчает работу привода.



1,6 – тоководводы;  
 2 – подвижный контакт;  
 3 – неподвижный контакт;  
 4 – корпус;

5 – втулка (направляющая);  
 7 – сильфон;  
 8-11 – экраны;  
 12 – фланец.

## 5 МАРКИРОВАНИЕ

5.1 Камера должна иметь маркировку с указанием:

- а) обозначения камеры;
- б) заводского номера;
- в) месяца и года изготовления.

Маркировка должна быть нанесена несмываемой водой и нерастворимой в масле краской в соответствии с указанием на чертежах.

При поставке на экспорт должна быть дополнительная маркировка «Экспорт. Россия».

## 6 УПАКОВКА

6.1 Для упаковываания камеры применяется внутренняя упаковка и транспортная тара.

6.2 Конструкция упаковки должна допускать возможность переупаковывания камеры. Упаковка должна исключать возможность механических повреждений камер, а также обеспечивать защиту их от воздействия среды в процессе транспортирования.

6.3 Конструкция упаковки не должна допускать перемещения камеры внутри упаковки (за исключением перемещений, обусловленных конструкцией амортизаторов).

6.4 На внутренней упаковке должно быть указано:

- а) обозначение камеры и индивидуальный номер;
- б) месяц и год изготовления;
- в) клеймо упаковщика;
- г) клеймо ОТК.

6.5 Маркировка упаковки по ГОСТ 14192-77. На транспортную тару должны быть нанесены следующие маркировка и манипуляционные знаки:

- 1) знак, имеющий наименование «Хрупкое. Осторожно»;
- 2) знак, имеющий наименование «Беречь от влаги»;
- 3) знак, имеющий наименование «Верх»;
- 4) знак, имеющий наименование «Открывать здесь»;
- 5) товарный знак предприятия-изготовителя;
- 6) обозначение камеры;
- 7) надпись: «Распаковывание по инструкции. Инструкция под крышкой»;
- 8) штамп-номер упаковщика;
- 9) клеймо ОТК.

6.6 При упаковывании камер в несколько единиц транспортной тары, поставляемых в один адрес, транспортную тару нумеруют дробным числом: в числителе указывают порядковый номер тары, в знаменателе – общее число единиц тары.

6.7 К упакованной камере должна быть приложена этикетка.

6.8 В тару со стороны крышки должна быть вложена инструкция по упаковыванию и распаковыванию и этикетка.

6.9 Тара с упакованной камерой должна быть опечатана или опломбирована предприятием-изготовителем.

6.10 При поставке на экспорт на транспортную тару должны быть нанесены дополнительная маркировка и надписи по ГОСТ 14192-77.

## **ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **7 ВВЕДЕНИЕ**

Инструкция устанавливает сведения, необходимые для правильной эксплуатации камеры.

### **8 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

8.1 Эксплуатация камер, а также их испытание на соответствие техническим требованиям должны соответствовать «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденным Госэнергонадзором.

8.2 Корпус камеры хрупок и сжат силой в сотни килограммов атмосферным давлением. Поэтому при работе с камерой следует оберегать её от ударов и больших усилий, так как в противном случае керамическая оболочка корпуса может расколоться и осколки могут поранить персонал.

8.3 При испытании изоляции камеры напряжением свыше 35 кВ, она становится источником мягкого рентгеновского излучения. Защита персонала от излучения, а также требования и нормы к производственным помещениям, где производятся испытания, должны соответствовать «Санитарным правилам работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения», «Нормам радиационной безопасности НРБ-76/87 и основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87», а также требованиям раздела 3 ГОСТ 12.2.007.0-75. Для испытаний изоляции камера устанавливается на огражденном испытательном поле испытательной установки, удовлетворяющей «Правилам устройства электроустановок», «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» и принятой в эксплуатацию, как установка с неиспользуемым рентгеновским излучением. При испытании изоляции камера экранируется экраном, не входящим в состав изделия. Экран изготавливается из листового свинца толщиной не менее 6 мм или другого материала с эквивалентным ослаблением излучения. Экран располагается вокруг испытываемой камеры на расстоянии не менее 0,5 м. Мощность дозы на расстоянии 5 см за пределами экрана должна быть не более 0,1 мбэр/ч (0,03 мкР/с). В условиях эксплуатации камера источником рентгеновского излучения не является, поэтому дополнительного её экранирования не требуется.

8.4 Запрещается работа людей на участке схемы, отключенной лишь вакуумным выключателем, так как возможен случайный пробой камер. Обязательно дополнительное отключение участка схемы разъединителем с видимым разрывом электрической цепи или заземление этого участка.

8.5 После испытания изоляции камеры необходимо разрядить защитной заземленной штангой потенциальный фланец камеры и, при их доступности, выводы экранов 10 и 11 (см. рисунок), так как последние находятся под свободным потенциалом и на них может скапливаться электрический заряд.

### **9 ПОРЯДОК УСТАНОВКИ**

9.1 Допускается любое положение камеры в выключателе.  
Предпочтительное положение – вертикальное, сильфоном вверх.

9.2 Крепление камеры в аппаратуре должно осуществляться со стороны неподвижного вывода. Для крепления камеры служат 4 отверстия с резьбой М10 на фланце 12 (см. рисунок 1). Запрещается крепление камеры за фланец подвижного контакта.

9.3 Подвод тока к подвижному выводу 6 должен осуществляться гибким соединением, снабженным зажимом с резьбой М30х2. Запрещается подвод тока к фланцу подвижного контакта. Не допускается внешний электрический контакт токоподвода с фланцем подвижного контакта.



9.4 Для соединения подвижного токоподвода камеры с приводом служит резьбовое отверстие М12 в торце подвижного вывода 6.

9.5 Для предупреждения передачи скручивающего усилия на сильфон при монтаже гибкого соединения на подвижный токоподвод камеры, последний удерживается от проворачивания гаечным ключом 27 мм. Корпус камеры при этом должен иметь свободу перемещения и поворота. Не допускается вытягивание подвижного токоподвода камеры более 18 мм.

9.6 При сопряжении камеры с приводом обращать внимание на соосность подвижного токоподвода с тягой привода. Привод должен иметь демпфирующее устройство, предупреждающее замыкание контактов со скоростью, превышающей указанную в п. 16 табл.1. Масса подвижных частей привода, жестко соединенных с подвижным токоподводом камеры, не должна превышать 1,0 кг.

9.7 Не допускаются какие-либо операции над камерой на металлоперерабатывающих станках.

9.8 Запрещается приваривание и припаивание к камере каких-либо деталей.

9.9 Толщина стенок и сварных швов камеры в некоторых местах составляет около 1 мм. Поэтому, во избежание разгерметизации камеры, корпус следует оберегать от ударов. Желательно, чтобы монтажный стол, на котором производится работа с камерами, был покрыт резиновым ковриком толщиной (3-6 мм).

9.10 Перед введением в эксплуатацию камеры должны быть подвергнуты проверке высоким напряжением в соответствии с 3.

Таблица 3

Наименование видов проверок. Методы проверки	Технические требования
1 Внешний вид камеры, маркировка и другие требования, проверяемые визуально	Соответствие ИМПБ.686485.009 ГЧ и ИМПБ.686485.009 ТУ
2 Электрическая прочность изоляции камер при воздействии испытательным переменным напряжением Проверка выполняется на входном контроле у потребителя испытательным напряжением 95 кВ и в процессе эксплуатации в случае, предусмотренном п.10.4. – 50 кВ. Проверку проводят по схеме, приведенной в приложении. Испытательная установка должна иметь: 1) токоограничительный резистор R1, сопротивление которого $(100 \pm 10)$ кОм, включенный последовательно с испытываемой камерой; 2) включенную параллельно камере цепь демпфирования высокочастотных колебаний R2C1, с параметрами: R2=20 кОм $\pm 10\%$ , C1= (500-2000) пФ;	
3) защиту, отключающую испытательную установку при протекании через камеру тока не менее $(100 \pm 5)$ мА в течение $(1 \pm 0,1)$ с; 4) вольтметр, подключенный к первичной цепи высоковольтного трансформатора, отградуированный при изъятости из установки камере. (бестоковый режим) Подвижный контакт вытягивают на расстояние в соответствии с п.13 таблицы 1 и фиксируют в этом положении с помощью специального приспособления. Ход измеряется	

мерительным инструментом по разности длин при замкнутом и разомкнутом положениях контактов.

Запрещается во избежание поломки сильфона вытягивать контакт более чем на 18 мм.

На контакты камеры подают переменное напряжение частотой 50 Гц, экраны камеры при этом остаются под «плавающим потенциалом».

Подъем напряжения до 17 кВ производить произвольно. После выдержки при этом значении напряжения в течение (2-3) мин. необходимо постепенно повышать напряжение до 50\*кВ (при отсутствии разрядов). При возникновении разрядов, не приводящих к отключению защиты, необходимо выдерживать при этом значении напряжения (2-3) мин, после прекращения разрядов подъем напряжения продолжить.

Время при каждом значении напряжения определяется по интенсивности разрядов. Если при повышении напряжения имеют место сильные разряды, то напряжение необходимо снизить до прекращения разрядов, сделать выдержку и продолжить подъем.

Разряды фиксируются осциллографированием тока или напряжения на камере, или по пробой вспомогательного искрового промежутка с пробивным напряжением (4-5) кВ, подключенного к 0,1 части резистора, сопротивлением 100 кОм. Камеру считают выдержавшей проверку, если:

- 1) в течение 10 мин. напряжение удастся поднять до 50\*кВ;
- 2) во время выдержки в течение 1 мин при напряжении 50\*кВ не произошло отключения испытательной установки защитой.

Допускается повторить приложение напряжения, если произошло отключение испытательной установки защитой.

\* На входном контроле – 95 кВ. Допускается в случае отсутствия соответствующего испытательного оборудования проверку проводить напряжением не менее 50 кВ, но не более 95 кВ.

### **ВНИМАНИЕ!**

При проверке изоляции появляется рентгеновское излучение. См. раздел 8.

9.11 Установка, в которой эксплуатируется вакуумный выключатель с камерами, должна содержать элементы, ограничивающие коммутационные и другие перенапряжения до амплитуды не более 180 кВ.

## **10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

10.1 Персонал, обслуживающий вакуумные выключатели, в состав которых входят камеры типа КДВ2-35, должен быть ознакомлен с настоящим техническим описанием и инструкцией по эксплуатации и иметь достаточную квалификацию.

10.2 Во время проведения профилактического осмотра выключателя с поверхности камер удаляется пыль и проверяется плотность болтовых соединений на камере. При этом надо помнить о недопустимости приложения существенных усилий к сильфону и керамике камеры. Проверяется и, в случае необходимости, регулируется величина хода подвижного контакта и сила его дополнительного поджатия пружиной.

10.3 При выработке любого из ресурсов камеры (механического, коммутационного при номинальном токе или при номинальном токе отключения), она должна быть заменена на новую.

10.4 В случае возникновения сбоев в работе камеры (пробои, перекрытия), она должна быть проверена высоким напряжением в соответствии с п.2 таблицы 3.

10.5 При перегреве камеры в выключателе, проверить силу дополнительного нажатия контактов. Если нажатие соответствует 1600Н, а повышенный нагрев камеры сохраняется, следует заменить камеру на новую.

10.6 Все работы с камерами должны быть зафиксированы в соответствующих документах (журналах) подстанции, эксплуатирующей вакуумный выключатель.

## **11 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

11.1 Условия транспортирования камеры – по группе С ГОСТ 23216-78, в закрытом транспорте любого вида, кроме морского пути, в части воздействия климатических факторов – по условию хранения 5 ГОСТ 15150-69.

11.2 Камеры потребителю транспортируются в таре, предохраняющей их от повреждений.

11.3 При транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах ящик с камерой запрещается кантовать и подвергать ударам.

11.4 Состояние транспортной тары и внутренней упаковки потребителю необходимо оформить актом.

## **12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

12.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие камеры требованиям ИМПБ.686485.009 ТУ при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования, хранения и монтажа.

Гарантийный срок эксплуатации устанавливается 2 года и исчисляется со дня ввода камеры в эксплуатацию.

Гарантийный срок хранения – 1 год (исчисляется с даты изготовления, а в случае перепроверки – с даты перепроверки).

## **13 РЕКЛАМАЦИИ**

13.1 Входной контроль и рекламации на камеру осуществлять в соответствии с действующими положениями и инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

13.2 Перед предъявлением рекламации потребитель обязан тщательно проверить режимы эксплуатации, зафиксировать в рабочем журнале и зафиксировать обстоятельства выхода камеры из строя.

Если при проверке не выявлено каких-либо неисправностей установки и нарушений режима работы, то потребитель составляет рекламационный акт. В акте должны быть указаны:

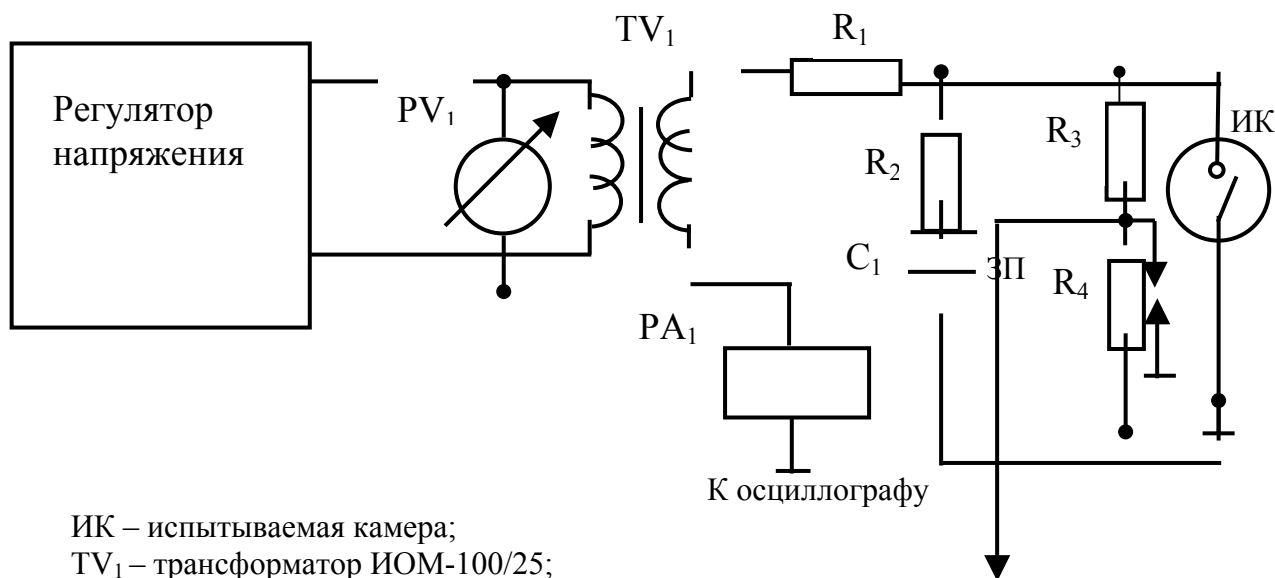
- 1) наименование потребителя и его адрес;
- 2) номер камеры;

- 3) даты установки и выхода камеры из строя;
- 4) тип выключателя, в котором эксплуатировалась камера;
- 5) номинальное напряжение (линейное) и номинальный ток сети, в которую включался выключатель, ориентировочное значение тока короткого замыкания;
- 6) характер нагрузки (трансформатор и т.д.);
- 7) предполагаемая причина выхода камеры из строя (при этом должно быть дано описание способа, с помощью которого установлен тот или иной дефект камеры);
- 8) ход подвижного контакта, мм;
- 9) число отключений, тыс.;
- 10) по каким параметрам или требованиям забракована камера.

К рекламационному акту должен быть приложен акт первичного обследования камеры при поступлении на объект, в котором отмечается отсутствие механических повреждений камеры, наличие маркировки, состояние упаковки, наличие документации на камеру, дата изготовления камеры.

### Приложение

#### Схема измерения электрической прочности изоляции испытательным одноминутным переменным напряжением



ИК – испытываемая камера;

TV<sub>1</sub> – трансформатор ИОМ-100/25;

PV<sub>1</sub> – вольтметр Э365, (0-250) В, кл. 1,5;

PA<sub>1</sub> – реле тока РТ-40/0,2;

R<sub>1</sub> – резистор токоограничивающий (100 ± 10) кОм;

R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> – делитель напряжения для наблюдения формы напряжения;

R<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> – цепь демпфирования, R<sub>2</sub> = 20 кОм ± 10 %, C<sub>1</sub> = (500 – 2000) пФ;

ЗП – защитный промежуток на 0,5 кВ.

Примечание – Допускается применение других элементов, позволяющих производить измерения с не худшей точностью.