

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Тема 2. Расчёт электрического поля и электрического сопротивления конструкций**

**Задание 2-01.** Опишите свойства меди и области применения меди в энергетике и электротехнике. Используя значения необходимых свойств, решите задачу: В точку на поверхности расплавленной меди вводится ток силой 10 кА. Если измерять разность потенциалов между точками, радиально отстоящими от места ввода тока на расстоянии 10 и 20 см, что покажет микровольтметр?

**Задание 2-02.** Опишите полиэтилены. Найдите минимальное значение сопротивления изоляции из полиэтилена (ПЭВД кабельный) у одножильного кабеля с диаметром токоведущей жилы 1 мм и диаметром экрана 10 мм при длине кабеля 1 км.

**Задание 2-03.** Опишите алюминий (физические, электрические свойства, область применения). Решите задачу: Между двумя коаксиальными кольцами наливается расплавленный алюминий. Как нужно изменить толщину слоя застывшего алюминия, чтобы сопротивление между кольцами не изменилось?

**Задание 2-04.** Разрабатывается новый электротехнический материал, путём смешивания измельченной слюды (мусковит) с полиуретаном. Опишите физические, электрические свойства и область применения указанных материалов. Предскажите значения удельного сопротивления нового материала при содержании в нём слюды (с минимальным удельным сопротивлением) 20% и 80% по объёму.

**Задание 2-05.** Опишите алюминий как электропроводящий материал и укажите, как влияют добавки на электрические характеристики отожжённого алюминия. Покажите это на следующем примере: Одна проволока сделана из алюминия с добавлением 0,25% меди. Другая - из чистого алюминия. Во сколько раз длина одной проволоки больше другой, если их сопротивление и сечение одинаковы?

**Задание 2-06.** Опишите высоконагревостойкое стеклоэмалевое покрытие для провода марки ПЭЖБ и оцените сопротивление изоляции этого провода в нормальном состоянии и после выдержки в 100% влажности в течение 250 часов. Диаметр провода - 0,4 мм, толщина изоляции - 20 мкм, а длина провода - 100 м.

**Задание 2-07.** Опишите поликристаллический графит - свойства (физические, электрические), область применения. Выполните расчет: К концам двух коаксиальных цилиндров из поликристаллического графита с наружными диаметрами 5 см и 10 см, толщиной стенки 1 см и длиной 1 м приложено напряжение 1 В. Определите токи, протекающие в одном и другом цилиндрах.

**Задание 2-08.** Опишите физические и электрические свойства растворов поваренной соли различной концентрации. Какую разность потенциалов следует приложить к двум полушаровым электродам диаметром 1 мм, погруженным с поверхности в 10% раствор поваренной соли на значительном расстоянии от стенок сосуда и друг от друга, чтобы между этими электродами потек ток силой 1 А?

**Задание 2-09.** Опишите физические и электрические свойства композиционных материалов, применяемых для сильноточных контактов. Рассчитайте сопротивление контакта в следующем примере: При замыкании контактов, выполненных из контактной композиции КМК-Б25, они коснулись друг друга лишь площадками диаметром 0,1 мм.

**Задание 2-10.** Фторопласт - свойства (физические, электрические), область применения. Найти погонное значение сопротивления изоляции из фторопласта типа 2М у одножильного экранированного провода с сечением жилы  $0,5 \text{ мм}^2$  и толщиной изоляции 1 мм.

**Задание 2-11.** Изучите класс карбоцепных полимеров. Разберите пример. Минимальный ток утечки через изоляцию из хлорированного полиэтилена составляет 2 мкА. Подберите и опишите материал из того же класса, при котором в той же конструкции минимальный ток утечки через изоляцию понизился бы до 0,02 мкА.

**Задание 2-12.** Опишите электроизоляционные неорганические плёнки. Разберите следующий пример: Электролитический конденсатор, анодом которого служит алюминиевая фольга, изолированная от второго электрода оксидной пленкой, имеет емкость 1 мкФ. Какой должна быть технология нанесения оксидной пленки, чтобы получить наибольшее сопротивление изоляции конденсатора? Рассчитайте значение этого сопротивления.

**Задание 2-13.** Опишите физические и электрические свойства оловянно-свинцовых припоев, области применения. Решите с использованием найденных параметров задачу: Медный провод сечением  $1 \text{ мм}^2$  запаивается припоем ПОС-10 в цилиндрическую втулку с внутренним диаметром 2 мм на длину 5 мм. Найти сопротивление между проводом и втулкой.

**Задание 2-14.** Дайте описание поливинилхлорида. Определите, во сколько раз и в какую сторону изменится сопротивление изоляции кабеля из этого материала, если от протекающего тока он нагреется до  $140 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Задание 2-15.** Опишите физические и электрические свойства композиционных материалов для сильноточных контактов. Определите марку контактной композиции в следующем примере: Композиционный материал для сильноточных контактов состоит из медной матрицы (97% по массе) и углеродистого наполнителя (поликристаллический графит, 3% по массе). Рассчитайте и сравните расчетное значение удельного сопротивления этой композиции со справочным.

**Задание 2-16.** Опишите электрические свойства растворов соляной кислоты и латунь, как электропроводящий материал. Сравните эти свойства, используя следующий пример: Полиэтиленовая труба с внутренним диаметром 0,5 м, заполненная 10% соляной кислотой, служит проводником электрического тока. Определите сечение проводника из латуни марки Л68, при котором сопротивление латунного провода равно сопротивлению электролита в трубе.

**Задание 2-17.** Опишите физические и электрические свойства, область применения нихромовой проволоки из сплава Х20Н80. Определите максимальную массу этой проволоки диаметром 0,6 мм, необходимую для создания резистора с сопротивлением 2,5 кОм. Резистор работает при температуре, оптимальной для этой марки.

**Задание 2-18.** Ознакомьтесь с полиэфирами и эпоксидными смолами. Разберите пример: Изоляционная деталь выполнена из полиформальдегида и имеет сопротивление изоляции 32 МОм. Подберите и опишите эпоксидную смолу с отвердителем, из которой можно было бы изготовить такую же деталь, но с сопротивлением не менее 3000 МОм.

**Задание 2-19.** Опишите физические и электрические свойства, область применения нихрома и стали. Пользуясь найденными параметрами, определите как могут отличаться длины проволок из нихрома марки Х15Н60 и стали марки НЖ, если у этих проволок одинаковое сечение и сопротивление.

**Задание 2-20.** Опишите алюминий как материал для проводов линий электропередачи. Пользуясь найденными параметрами, решите задачу: Электрический ток передаётся по однопроводной линии электропередачи, выполненной из алюминиевого провода марки АТ, на расстояние 94,5 км и возвращается к источнику через землю. Ток вводится и выводится из земли при помощи двух полушаровых электродов радиусом 1 м, вдавленных с поверхности в грунт с удельным сопротивлением 70 Ом·м в начале и в конце электропередачи. Какое сечение алюминиевого провода соответствует условию равенства сопротивлений указанных путей тока?

**Задание 2-21.** Опишите физические, электрические свойства и область применения стального (марка “сталь 10”), алюминиевого (марки АМ) и медного (марки ММ) проводов и определите соотношение их сечений при одинаковых сопротивлении и длине.

**Задание 2-22.** Опишите электроизоляционный покрывной лак марки ХС-9105 и оцените максимально возможное значение сопротивления изоляции провода, покрытого таким лаком, если диаметр проводника - 1 мм, толщина пленки - 0,03 мм, а длина провода - 1 м. Как изменится это сопротивление, если провод выдержать 4 суток при влажности 95% и температуре 40 °С?

**Задание 2-23.** Опишите алюминий и сталь как материалы для проводов линий электропередачи. Пользуясь найденными параметрами решите следующую задачу: Провод линии электропередачи марки АС 120/19 имеет стальной сердечник из 7-ми стальных проволок диаметром 1,85 мм (марка стали НЖ и навив из 26 алюминиевых проволок марки АПТ диаметром 2,4 мм). Каково соотношение значений постоянного тока текущего по стали и алюминию?

**Задание 2-24.** Изучите клеящие лаки. Подберите и опишите такой тип лака, чтобы сопротивление изоляции между пластинами было бы не менее 1 ГОм. Условие: Две металлические пластины площадью 1 м<sup>2</sup> склеиваются лаком таким образом, что толщина пленки лака между пластинами составляет 0,2 мм.

**Задание 2-25.** Опишите физические и электрические свойства стали и хлорированного полиэтилена, область их применения. Решите с использованием найденных параметров задание: Провод длиной 10 км имеет стальную жилу диаметром 0,5 мм (сталь марки “сталь 10”) и изоляцию из хлорированного полиэтилена ХПЭ толщиной 1 мм. Во сколько раз сопротивление изоляции больше сопротивления жилы провода?

**Задание 2-26.** Опишите слюдяные электроизоляционные материалы. Определите сопротивление изоляции между контактными пластинами коллектора электрической машины с изоляцией из миканита во влажном состоянии, если в сухом состоянии оно равно 1 МОм.

**Задание 2-27.** В точку на поверхности расплавленной меди вводится ток, растекающийся в расплаве. На расстояниях 5 и 15 см от точки ввода тока измеряется разность потенциалов, составляющая 100 мкВ. Опишите физические и электрические свойства меди, область применения и определите, какой ток вводится в расплав?

**Задание 2-28.** Изучите электроизоляционные бумаги из синтетических волокон. Оцените максимально возможное сопротивление изоляции между обкладками конденсатора ёмкостью 1 мкФ. Изоляция конденсатора выполнена из бумаги типа КМ-60.

**Задание 2-29.** Полагая, что структура контактного композиционного материала для сильноточных контактов марки КМК-Б45 является статистической смесью, рассчитайте ожидаемое значение удельного сопротивления этого материала, описав предварительно входящие в него компоненты и необходимые для расчета значения параметров. Компонентом с малым процентным содержанием можно пренебречь. Учесть, что в справочнике содержание компонентов указано в долях массы.

**Задание 2-30.** Опишите физические и электрические свойства, область применения молибдена и вольфрама. Определите, во сколько раз отличаются массы отожженных проволок из вольфрама и молибдена, если у них одинаковое сечение и сопротивление?

**Задание 2-31.** Опишите полиэтилен и определите минимальное значение тока утечки через полиэтиленовую изоляцию кабеля при напряжении на жиле 70 кВ. Одножильный кабель имеет длину 1 км, диаметр жилы 10 мм и толщину изоляции – 15 мм.

**Задание 2-32.** Опишите влияние добавок на удельное сопротивление бронзы и алюминия. Рассчитайте сопротивление постоянному току катушки из медной проволоки в случае, если в меди содержится 0,06 % железа. Диаметр проволоки 0,5 мм, длина - 100 м. Меньше это сопротивление или больше, чем у проволоки тех же размеров из алюминия с тем же содержанием железа?

**Задание 2-33.** Изучите дисилицид молибдена, как жаростойкий материал для резисторов - свойства (физические, электрические), область применения. Пользуясь найденными значениями необходимых параметров, решите задачу: К двум коаксиальным цилиндрам из дисилицида молибдена с наружными диаметрами 5 и 10 мм, толщиной стенки 1 мм и длиной 1 м приложено по концам напряжение 1 В. Определите значения токов в том и другом цилиндре.

**Задание 2-34.** Опишите конденсаторные керамические материалы с линейной поляризацией и выберите из них такой, конденсатор из которого с емкостью 1 пФ, будет иметь наименьшее сопротивление изоляции. Рассчитайте это сопротивление.

**Задание 2-35.** Опишите физические и электрические свойства композиционных материалов, применяемых для высокоточных контактов. При замыкании контактов, выполненных из контактной композиции КМК-А32, они коснулись друг друга площадками с радиусом 0,1 мм. Оцените значение сопротивления такого контакта.

**Задание 2-36.** Опишите физические и электрические свойства электролитов. Определите потенциал электрода, погруженного в раствор хлористого калия и его изменение при увеличении концентрации соли от 5% до 20%. Начальные условия: Полушаровый электрод диаметром 1 см погружен с поверхности в 5% раствор хлористого калия и с него стекает ток 0,1 А.

**Задание 2-37.** Поликристаллический графит - свойства (физические, электрические), область применения. На поверхности земли, удельное сопротивление которой 50 Ом·м вертикально стоит полый цилиндр из поликристаллического графита высотой 1 м, наружным диаметром 10 см и толщиной стенки 1 см. К верхнему его концу подводится ток 1 А. Оцените разность потенциалов между верхним концом цилиндра и точкой на поверхности грунта, отстоящей от оси цилиндра на 1 м.

**Задание 2-38.** Опишите гетинакс и текстолит и выберите такие марки этих листовых материалов, чтобы сопротивление изоляции из них оказалось одинаковым.

**Задание 2-39.** Опишите медь и бронзу как электропроводящие материалы и укажите, как влияют добавки на электрические характеристики материалов. Решите пример: Одна проволока сечением 1 мм<sup>2</sup> сделана из бронзы, содержащей 0,1% алюминия. Другая - из чистой меди. Во сколько раз длина одной проволоки больше другой, если сопротивление их одинаково?

**Задание 2-40.** Опишите физические и электрические свойства электролитов. Для соляной кислоты рассмотрите следующий пример: Между двумя полушаровыми электродами диаметром 1 мм, погруженными с поверхности в 5% раствор соляной кислоты, протекает ток 1 А. Оцените напряжение, приложенное к этим электродам. Как изменится это напряжение при повышении концентрации кислоты до 40%?

**Задание 2-41.** Опишите физические и электрические характеристики меди, область применения. Определите длину и сопротивление медной проволоки марки МТ диаметром 0,9 мм, если ее масса на катушке составляет 10 кг.

**Задание 2-42.** Изучите материалы на основе асбеста. С использованием этих материалов необходимо выполнить изделие, состоящее из двух металлических пластин и двухслойной изоляции из асбестовых материалов между этими пластинами. Подберите и опишите такие материалы, которые бы создавали напряженность постоянного электрического поля у одной пластины в 1000 раз большую, чем у другой.

**Задание 2-43.** Опишите физические и электрические свойства, область применения алюминия. Обратите внимание на свойства расплава алюминия и разберите следующий пример. Между двумя коаксиальными кольцами находится слой затвердевшего алюминия А5. Определите, как следует изменить толщину этого слоя в расплавленном состоянии, чтобы сопротивление между кольцами не изменилось?

**Задание 2-44.** Опишите алюминий как материал для проводов линий электропередачи. Пользуясь найденными параметрами, решите задачу: Электрический ток передается по алюминиевому проводу марки А из проволоки марки АТ сечением  $16 \text{ мм}^2$  на расстояние 10 км и возвращается через землю с удельным сопротивлением  $50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Для ввода тока в землю и вывода из нее используются полушаровые электроды. Определить диаметр этих электродов при условии равенства сопротивлений “земляного” провода и провода из алюминия.

**Задание 2-45.** Рассмотрите составы и свойства компаундов, обратив особое внимание на заливочные компаунды. Разберите пример: При изготовлении трансформатора тока его изоляция была выполнена из заливочного компаунда типа КФ-4, при этом сопротивление изоляции при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  составило  $60 \text{ МОм}$ . Подберите и опишите такой заливочный компаунд, сопротивление изоляции из которого в тех же условиях можно повысить до  $5,5 \text{ ГОм}$  и более.

**Задание 2-46.** Опишите физические и электрические свойства, область применения сплавов на никелевой основе (хромель и алюмель) и определите соотношение длин проволок из этих сплавов при одинаковых сечении и сопротивлении.

**Задание 2-47.** Опишите кабельные изоляционные резины. Найдите погонное сопротивление изоляции коаксиального двухслойного кабеля, состоящего из резины РТСИ-2 и РТИ-0, толщиной 1 мм каждый слой при радиусе жилы 3 мм. Ближе к жиле находится резина с большей электрической прочностью ( $E_{пр}$ ).

**Задание 2-48.** Опишите сталь и медь как материал для проводов и определите сопротивление 1 км военно-полевого провода для телефонной связи. Военно-полевой провод состоит из 7 стальных жил из стали марки 10 диаметром 0,1 мм и одной медной жилы из меди марки МТ того же диаметра.

**Задание 2-49.** Опишите физические и электрические свойства, область применения меди и кабельной резины РТИ-1. Пользуясь найденными параметрами, решите задачу: Медный провод марки МТ сечением  $0,75 \text{ мм}^2$  и длиной 1 км имеет изоляцию из кабельной резины типа РТИ-1 толщиной 1 мм и находится во влажной среде при нормальной температуре. Во сколько раз сопротивление изоляции больше сопротивления жилы провода?

**Задание 2-50.** Ознакомьтесь со свойствами кабельных электроизоляционных резин. Одножильный кабель с изоляцией из резины должен эксплуатироваться в воде. Выберите и опишите резину, которая обеспечивала бы сопротивление изоляции в этих условиях не менее  $70 \text{ кОм/км}$  при радиусе жилы 2 мм и толщине изоляции - 3 мм.

**Задание 2-51.** При изготовлении композиционного материала для сильноточных контактов марки КМК-А25 в него не добавили никель. Опишите точный состав и свойства этого материала и сравните расчетное значение удельного сопротивления полученного материала без никеля со справочным для этой марки. При расчетах можно принять, что матрицей в этой композиции служит вольфрам, и учесть, что в справочнике содержание компонентов указано в долях массы.

**Задание 2-52.** Ознакомьтесь с высокочастотными керамическими материалами. Выберите и опишите такую марку керамики, при которой сопротивление изоляции керамического конденсатора было бы наибольшим. Керамический конденсатор имеет емкость 0,01 мкФ, выполнен с применением керамики на основе диоксида титана и работает в интервале частот 0,5-5 МГц. Рассчитайте его сопротивление.

**Задание 2-53.** Опишите физические, электрические свойства и область применения полиуретана и слюды. Рассчитайте параметры нового электротехнического материала, состоящего из измельченной слюды (мусковита) и полиуретана, значение диэлектрической проницаемости которого минимальное из возможных. Зная, что относительная диэлектрическая проницаемость слюды равна 7, предскажите значения диэлектрических проницаемостей нового материала при содержании в нём слюды 30% и 70% по объему.

**Задание 2-54.** Изучите пропиточные составы высокой нагревостойкости. Изоляция, выполненная путем пропитки нагревостойким составом марки СПВ-914, при нагревании до 850 °С имеет сопротивление 2 МОм. Подберите и опишите такие пропиточные составы для изоляции того же устройства, чтобы сопротивление изоляции в тех же условиях повысилось, по крайней мере, до 25 МОм.

**Задание 2-55.** Разберите электроизоляционные покрытия высокой нагревостойкости. Разберите пример: Деталь изолирована высоконагревостойким органосиликатным покрытием марки ОС-92-18 и имеет сопротивление изоляции 32 МОм при температуре 700 °С. Подберите и опишите такое покрытие, которое у аналогичной детали обеспечило бы сопротивление в тех же условиях не менее 85 МОм.

**Задание 2-56.** Опишите поливинилхлорид и алюминий. Рассчитайте длину алюминиевого проводника марки АМ, сечением  $1,5 \text{ мм}^2$  в поливинилхлоридной изоляции (с минимальным значением удельного сопротивления) толщиной  $1 \text{ мм}$ , при которой сопротивление проводника постоянному току будет в  $10^9$  раз меньше сопротивления его изоляции.

**Задание 2-57.** Опишите мрамор как минеральный диэлектрик и рассчитайте двумя способами диапазоны сопротивления устройства следующей конструкции: Между двумя металлическими пластинами с площадью  $1 \text{ м}^2$  находится мраморная доска толщиной  $1 \text{ см}$ . При первом способе задаются значения диэлектрической проницаемости и удельного сопротивления, при втором - только удельное сопротивление.

**Задание 2-58.** Опишите медь и полиэтилен. Разберите пример: Дан коаксиальный кабель, радиус медной жилы которого  $1 \text{ мм}$ , а радиус оплетки -  $5 \text{ мм}$ . Изоляция кабеля выполнена из полиэтилена. Найти длину, при которой сопротивление изоляции будет в  $10^{10}$  раз больше продольного сопротивления медной жилы из меди марки ММ.

**Задание 2-59.** Изучите электроизоляционные картоны. Разберите пример. Барьерная изоляция масляного трансформатора выполнена из картона марки А максимальной нормированной толщины. Рассчитайте с какого значения до какого изменится полное сопротивление  $1 \text{ м}^2$  барьерной изоляции при изменении влагосодержания от  $1 \%$  до  $6 \%$  (частота  $50 \text{ Гц}$ ).

**Задание 2-60.** Опишите композиционный электроизоляционный материал изофлекс и рассчитайте его диэлектрическую проницаемость, воспользовавшись моделью статистической смеси. Перед этим ознакомьтесь также с изделиями из стеклянных волокон. Значения диэлектрической проницаемости компонентов примите минимальными, а объемную долю неорганического компонента -  $0,1$ .