

чем миллионными «тиражами». Традиционная японская кухня предпочитает варить, парить и тушить, а не жарить. Румяная корочка (содержащая, между прочим, канцерогенные продукты термоллиза низкосортных жиров) – не ее цель. Так вот, СВЧ-печи как раз и делают нечто похожее на варку, парку и тушение, поскольку электромагнитная волна сверхвысокой частоты поглощается всем объемом сразу. А в печи, предназначенные для Запада (для японцев это – Восток), для «подрумянивания» специально встраивают инфракрасные лампы.

Возможно, магнетрон – это и последний массовый ЭВП СВЧ. Дело в том, что такие приборы применяются преимущественно в области высоких частот и мощностей, а там много одинаковых приборов не надо. Когда данная область частот и мощностей осваивается, то лампы успевают продвинуться дальше, а к этой области уже подбираются полупроводниковые приборы. Лампы – десант электроники, штучная работа. Полупроводники идут следом и толпой.

Пора, наконец, сказать, что такое магнетрон. Это – исторически первый представитель ЭВП СВЧ со «скрещенными полями». А именно – с магнитным и электрическим полями, перпендикулярными друг другу. Как видите, определение простое. Сложны следствия из него.

Электрон в скрещенных полях

Заметим, прежде всего, что магнитное поле в ЭВП СВЧ нам уже встречалось. Во многих лампах бегущей волны и клистронах оно было направлено вдоль электронного пучка и удерживало электроны от разбегания в стороны. Действительно – пока скорость электрона направлена параллельно полю, на электрон со стороны поля силы не действуют. Но как только боковая скорость возникает, возникает и сила Лоренца, перпендикулярная полю и скорости. Электроны начинают двигаться по спиралям, «навиваясь» на линии магнитного поля. А что произойдет, если электрон начнет двигаться в скрещенных – магнитном и электрическом – полях, т.е. в условиях, когда $\vec{V} \perp \vec{E}$?

Пусть электрон вылетает из катода с очень маленькой (практически

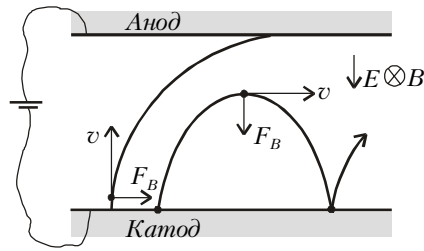


Рис.1. Движение электрона в скрещенных полях, когда электроды плоские

нулевой) скоростью и начинает двигаться к аноду (рис.1). Магнитное поле перпендикулярно плоскости рисунка. Пока электрон пролетел мало и скорость его v мала (сила, действующая на электрон со стороны электрического поля постоянна и равна eE , где e – заряд электрона, а E – напряженность поля), сила F_B , действующая со стороны магнитного поля, тоже мала, и электрон летит почти по прямой. По мере «падения» на анод скорость электрона растет, сила Лоренца, равная evB , увеличивается, траектория изгибается. При малой индукции магнитного поля электрон отклоняется от прямой, но анода все же достигает. При большой индукции поля траектория электрона анода не достигает. Когда скорость станет горизонтальной, электрон начнет возвращаться к катоду. Теперь он движется против электрического поля, и скорость его уменьшается. Наконец, подлетев к катоду, электрон уменьшает свою скорость до нуля. И все повторяется сначала.

В ЭВП СВЧ со скрещенными полями применяется и другое расположение электродов – коаксиальные катод и анод (рис.2). В этом случае также при малых B ток в цепи катод

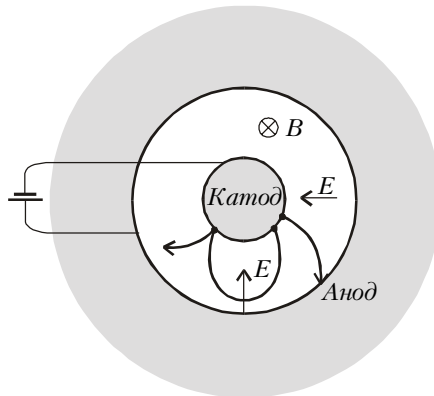


Рис.2. Движение электрона в скрещенных полях, когда электроды коаксиальные

– анод идет, при больших B – нет.

На качественном уровне с движением электрона в скрещенных полях все ясно. Пока неясно, зачем это нужно и как при этом усиливаются или генерируются электромагнитные колебания. Заметим, что работают ЭВП со скрещенными полями как раз при таких магнитных полях, при которых электроны не должны долетать до анода. Но если ток не течет, то прибор не потребляет мощности от источника питания и ему нечего преобразовывать в энергию электромагнитного поля. Так что электроны должны долетать до анода и должны отдавать энергию, возбуждая колебания электромагнитного поля. Вещи эти связанные (внимание, это ключевое место!): если электрон отдает энергию, например в точке & на

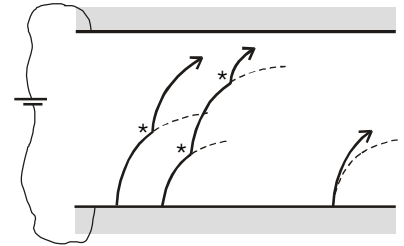


Рис.3. Отдача энергии электроном в точке & или вдоль всей траектории

рисунке 3, то он... успешно падает на анод – ведь в точке & он как бы начинает двигаться заново, с нулевой скоростью, как только что вышедший из катода. Но в ЭВП электроны не отдают энергию в какой-то одной точке, а делают это понемногу все время. Поэтому траектория состоит не из кусков, как на рисунке 3 слева, а просто имеет меньшую кривизну, как на рисунке 3 справа.

Перед тем как перейти к вопросу об усилении и генерации электромагнитных колебаний, заметим еще одну вещь. Движение электронов в системе электродов, показанных на рисунках 1 и 2, можно с пользой применить и без генерации. Видно, что если плоский катод на рисунке 1 длинный, то в пространстве между ним и анодом собирается много электронов. Такую систему можно использовать в качестве электронной пушки в любом ЭВП, в котором нужен плотный электронный поток. Так же можно использовать и коаксиальную электродную систему на рисунке 2. Катод и анод делают не совсем цилиндрическими, а слегка конусными. Электро-