**Наносекундный поверхностный скользящий разряд в сверхзвуковом потоке с косым скачком уплотнения**

В ходе экспериментов регистрировались эмиссионные спектры скользящего поверхностного разряда. В неподвижном воздухе при высоких давлениях и в потоке присутствует непрерывная часть спектра в области от 200 – 850 нм, характеризующаяся сходным характером огибающей с максимумом в области 410-450 нм. В данной области на континуум накладываются полосы второй положительной системы азота и интенсивные линии атомов.

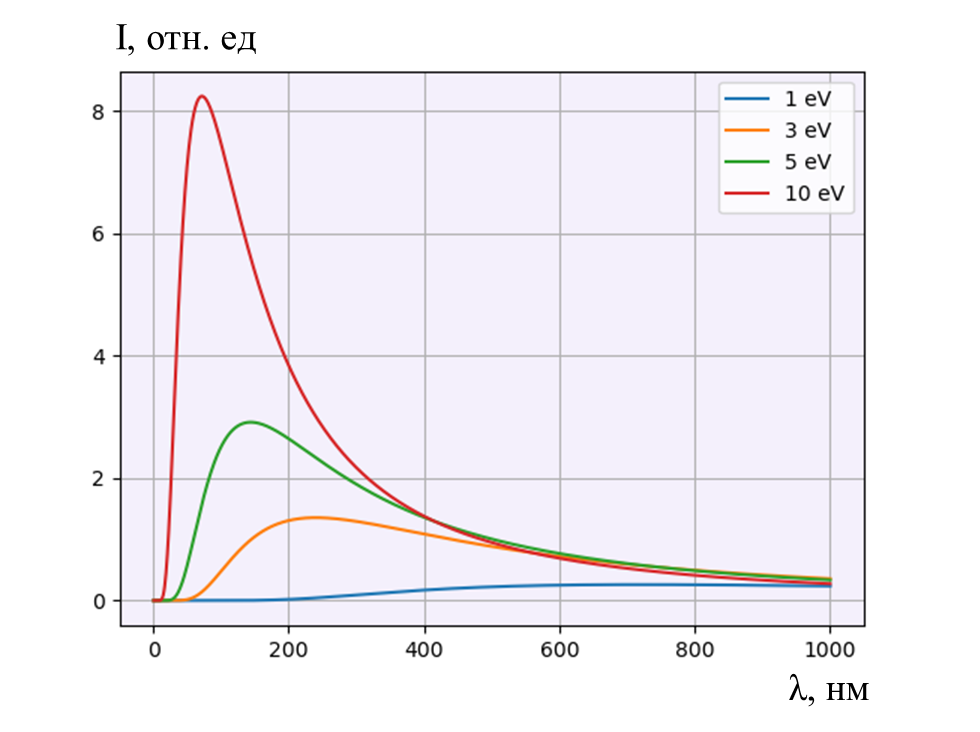
В системе электрон и положительный ион возможны три типа перехода: свободно-свободные, связно-свободные и связно-связные. Переходы сверху вниз сопровождаются излучением кванта энергии. Свободно-свободные и связно-свободные переходы дают непрерывный спектр, из-за расположения одного из состояний в непрерывном энергетическом спектре.

Свободно-свободные переходы обусловлены тормозным излучением и тормозным поглощением при столкновении электронов с ионами в кулоновском поле. Связно-свободные переходы в поле нейтральных частиц представляют собой рекомбинационное излучение (фотоприлипание, фотоотрыв).

Учитывая, что рекомбинационное излучение имеет пилообразную форму, для нашего случая форма континуума схожа с тормозным излучением. Для расчета спектральной излучательной способности тормозного излучения использовалась следующая формула:

где – константа, - концентрации электронов и положительных ионов, и – константы Планка и Больцмана, *с* – скорость света, – температура электронов.

В основном излучают кванты с энергией . Для значений от 3 – 10 эВ максимум лежит в диапазоне 70 – 250 нм. Визуальное представление зависимости интенсивности от длины волны для разных энергий электронов, основанное на теоретической формуле (1) представлено на Рис. 1. При увеличении энергии электронов максимум спектра смещается в ультрафиолетовую сторону.

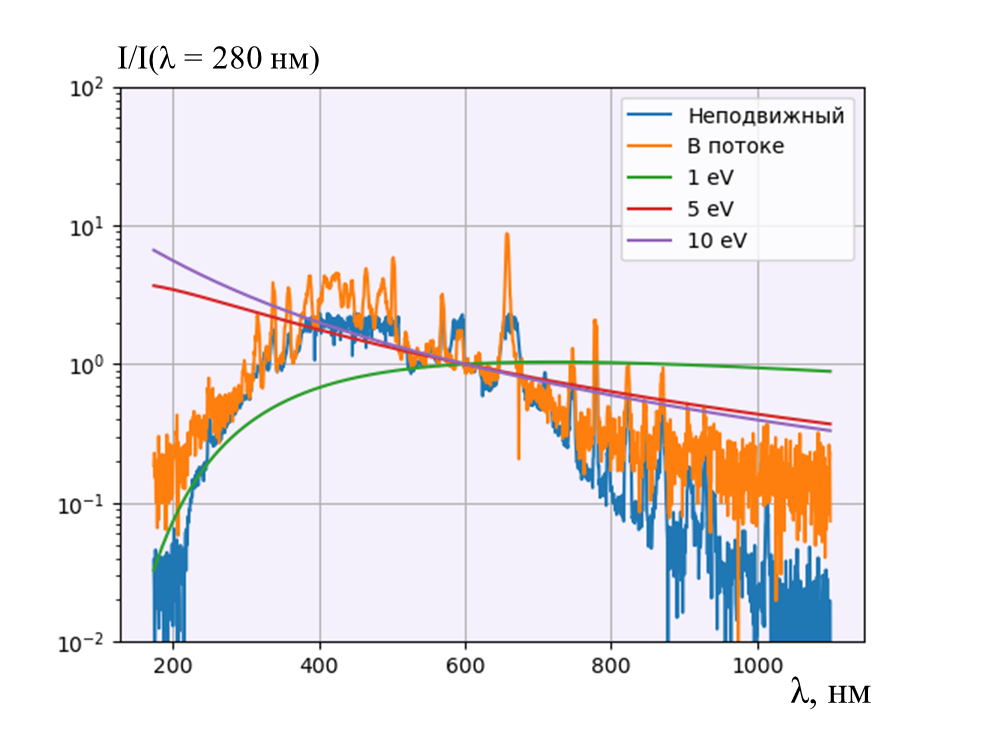


**Рис 1** Спектр тормозного излучения для разных энергий электронов.

Используя теоретические спектры, построенные для разных энергий электронов можно оценить её для экспериментальных спектров. Для того, чтобы константы не влияли на результат, строился отнесенный спектр на интенсивность на определенной длине волны. Экспериментальная установка имеет широкую длинноволновую область от 150 – 1100 нм, так что в первой серии экспериментов использовалась длина волны в середине диапазона ≈ 600 нм.

Для с равнения строились несколько теоретических спектров для значений энергий электронов 1 еВ, 3 еВ, 10 Ев и экспериментальный спектр в неподвижном воздухе при высоком давлении и в потоке (Рис. 2). Для энергий выше 3 еВ в области континуума профили спектров слабо различимы и меняются на уровне шума от наложенных линий атомов. Для длин волн от 510 – 645 нм наблюдается наилучшее соответствие теоретической зависимости и экспериментальных данных.

Однако это достаточно узкая полоса, чтобы достоверно говорить о сходимости теоретического профиля с экспериментальным. Для общей области от 200 – 850 нм, полученная полоса соответствия составляет лишь 20%.

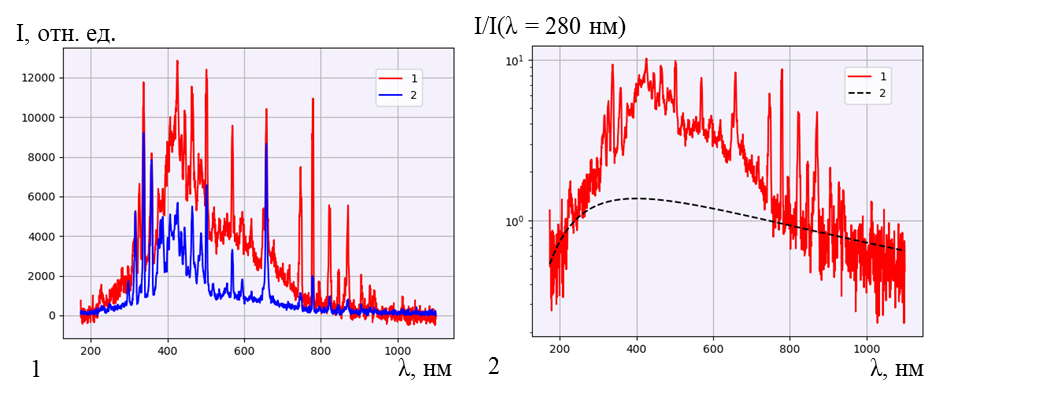


**Рис. 2** Спектры неподвижного воздуха и в потоке с нанесенными теоретическими зависимостями.

Также была проведены цифровая обработка, при которой интенсивности нормировались на длину волны, в области которой континуум меньше всего перекрывается полосами (Рис. 2.2). Теоретический спектр был построен при энергии электронов в 1,8 еВ. При 280 нм, на экспериментальном спектре отмечается лишь возрастающая часть континуума (Рис. 2.1).

На спектре видно, что экспериментальные данных хорошо сходятся в области от 200 – 300 нм и от 750 – 1100 нм. Учитывая, что в области от 300 – 500 нм на континуум накладывается вторая положительная система азота и линии атомов, профиль теоретического спектра хорошо согласуется с экспериментом. Однако, максимум теоретической огибающей смещен левее максимум экспериментального спектра.

В результате цифровой обработки спектров, были получены значения для энергии электронов от 1,8 – 2,2 эВ. Результаты обработки, при которой нормировка спектров была на середину длинноволнового диапазона, не были учтены, так как схождение было в узком диапазоне 510 – 645 нм. Так как из-за сильного наложения полос в области максимума невозможно однозначно установить огибающую необходимо ориентироваться на соответствие в области «хвостов».



**Рис. 3**Эмиссионные спектры в потоке (1.1) и неподвижном воздухе (1.2); сравнение нормированных спектров теоретической зависимости при Te = 18000 K (2.1) и экспериментальных данных (2.2).

Из сравнительного анализа можно сделать следующие выводы: профиль континуальной части эмиссионного спектра для неподвижного воздуха и в случае сверхзвукового потока сходится, для разных давлений и чисел Маха, пик непрерывной части лежит в области от 410 – 450 нм, однако из-за сильного наложения линий второй положительной системы азота и полос атомов конкретизировать расположение максимума не представляется возможным, оценочные значения энергий электронов сходятся и лежат в области от 1,8 – 2,2 эВ. Стоит отметить, что характер поведения схож для различного значения плотности газа.