

**«Исследование влияния
внешних магнитных полей на
энергетические характеристики
искрового пробоя в газах
высокого давления»**

Выполнил: Ибрагимов Х.
И.

Руководитель: Омарова
Н. О.

Актуальность темы диссертации. Электрические разряды в газах высокого давления привлекает внимание исследователей в связи с многочисленными техническими приложениями. Достаточно указать такие области науки и техники, как квантовая электроника, фотохимия, скоростная фотография, проблема коммутации импульсных токов, и т.д., в которых находят применение электрические разряды.

Процесс формирования разряда в газах высокого давления (порядка атмосферного и выше) имеет ряд особенностей. Прежде всего, это такие нелинейные процессы: зарождение и распространение ионизационных фронтов на предпробойных стадиях разряда; взрывные процессы, образующие искровой канал, распространение и взаимодействие ударных волн со слабоионизованной плазмой; различные ионно-молекулярные и плазмохимические реакции, присущие для высоких давлений газа и т.д.

Поэтому целью работы является: экспериментальное исследование развития и формирования искровых разрядов в газах высокого давления во внешнем магнитном поле.

В диссертации решались следующие задачи:

- развитие методов комплексного экспериментального и теоретического исследования процессов в газовых разрядах с высоким пространственно-временным разрешением;
- выяснение основных закономерностей формирования искрового канала в различных типах разрядов (стримерном, таунсендовском, и объемном), в инертных газах (гелий, аргон) высокого давления;
- исследование влияния сильного продольного магнитного поля на динамику развития и спектральные характеристики стадий разряда.

- **Научная новизна:**

- На основе выполненных экспериментов электрических, оптических и спектральных характеристик импульсного сильноточного разряда в инертных газах высокого давления (Ar, He) во внешнем сильном продольном магнитном поле, выявлены следующие стадии: распространение лавино-плазменных стримеров — диффузное свечение (тлеющий объемный разряд); образование катодного пятна с дрейфом электронного пучка в усиленном электрическом поле с последующим образованием узкого искрового канала ($r \sim 0,1$ мм); расширение искрового канала с переходом в квазистационарную дугу (с $r > 1$ мм); деионизация плазмы.
- Исследовано влияние внешнего продольного магнитного поля на динамику плазмы формирующегося катодного пятна и расширяющегося искрового канала. Показано, что степень влияния на поперечный перенос энергии ионизации плазмы искрового канала определяется градиентом магнитного давления на границе плазма – нейтральный газ.

- **На защиту выносятся следующие основные положения:**

- 1. Результаты экспериментального исследования энергетических характеристик искрового разряда во внешнем магнитном поле.
- 2. Концентрация электронов, скорость прорастания и расширения искрового канала зависят от напряженности внешнего магнитного поля.
- 3. Максимум спектральной плотности постоянного излучения помещается в область коротких длин волн, что влияет на рост температуры плазмы искрового канала во внешнем магнитном поле.

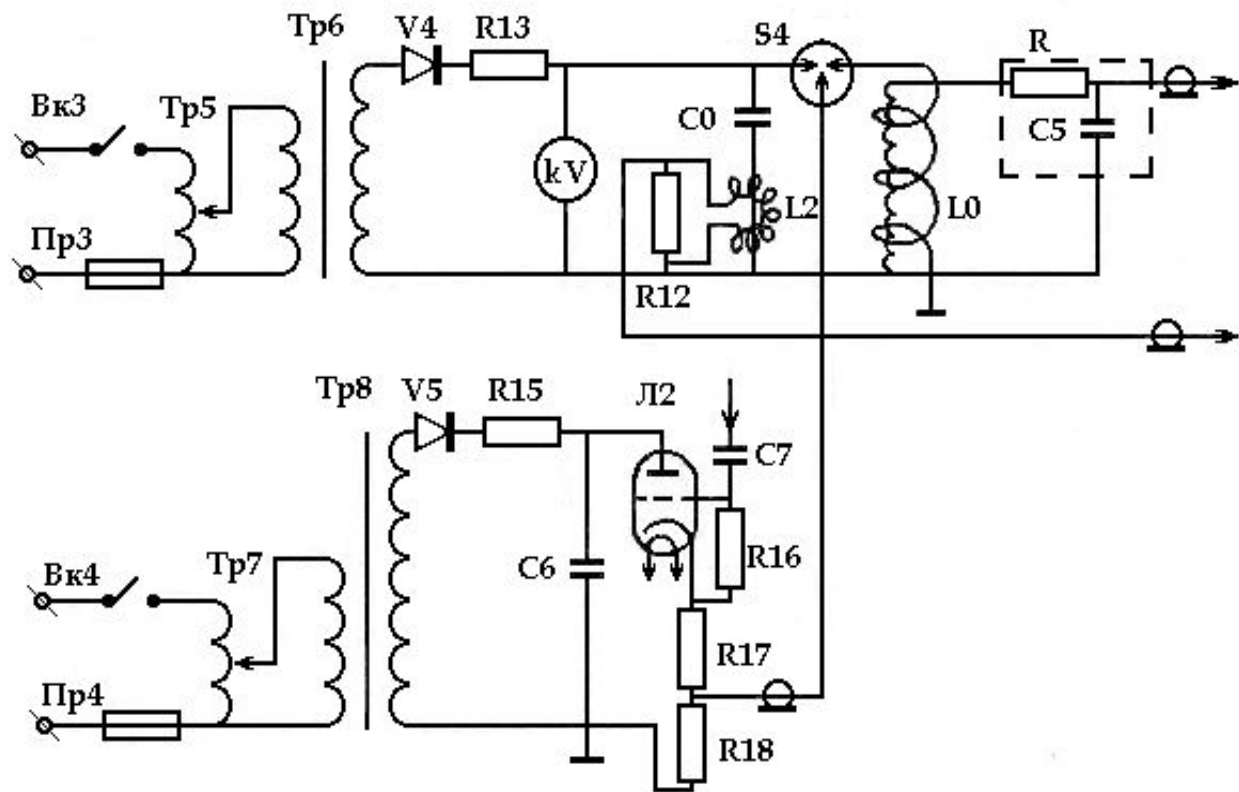


Рис.1. Генератор импульсных токов для питания соленоида

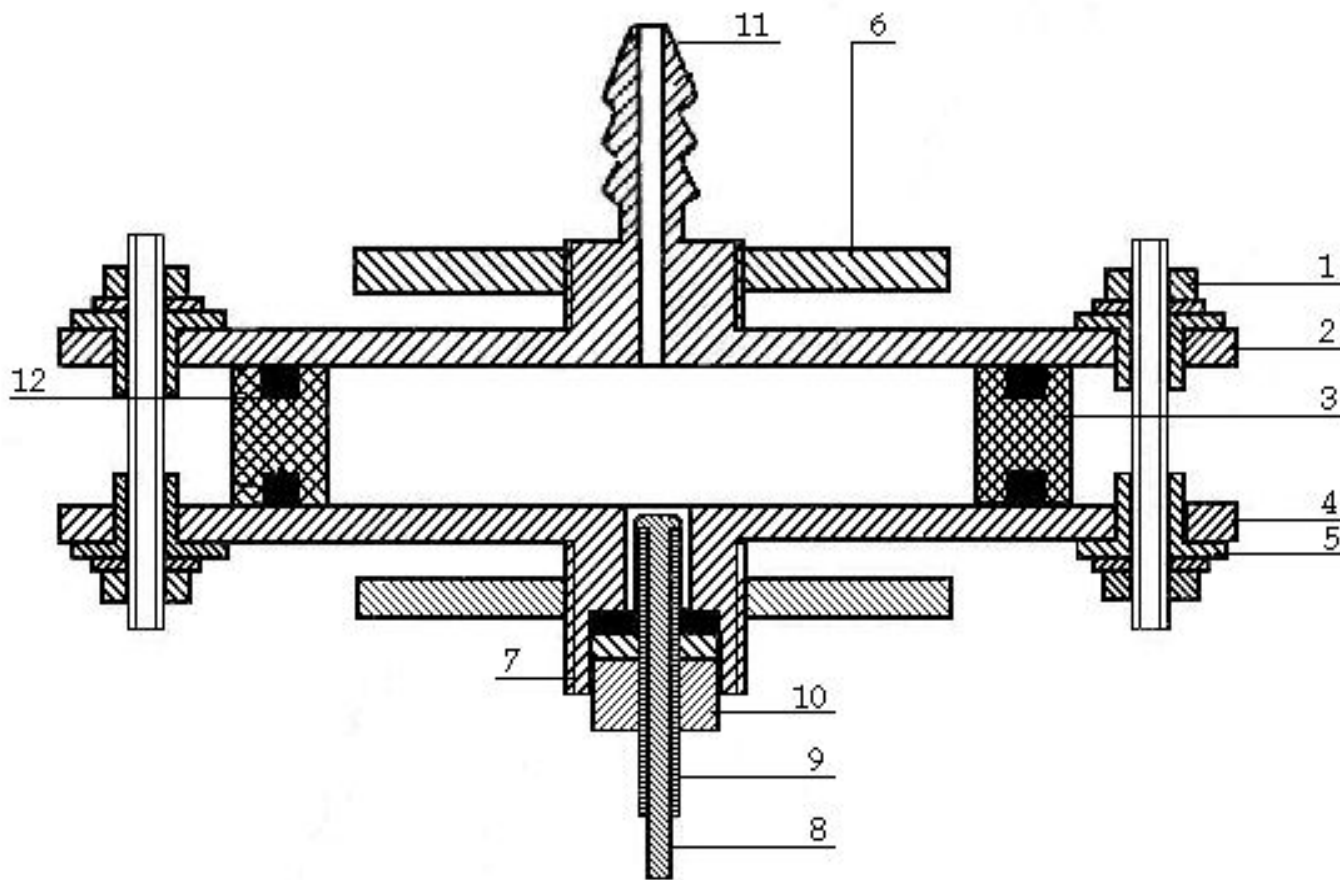


Рис.2.Вакуумный коммутирующий разрядник

1 – стягивающие болты, 2,4 – электроды, 3 – изолирующее кольцо, 5 – текстолитовые втулки, 6 – прижимные гайки, 7 – резиновая прокладка, 8 – поджигающий электрод, 9 – фарфоровая трубка, 10 – уплотнительная гайка, 11 – штуцер, 12 - прокладка

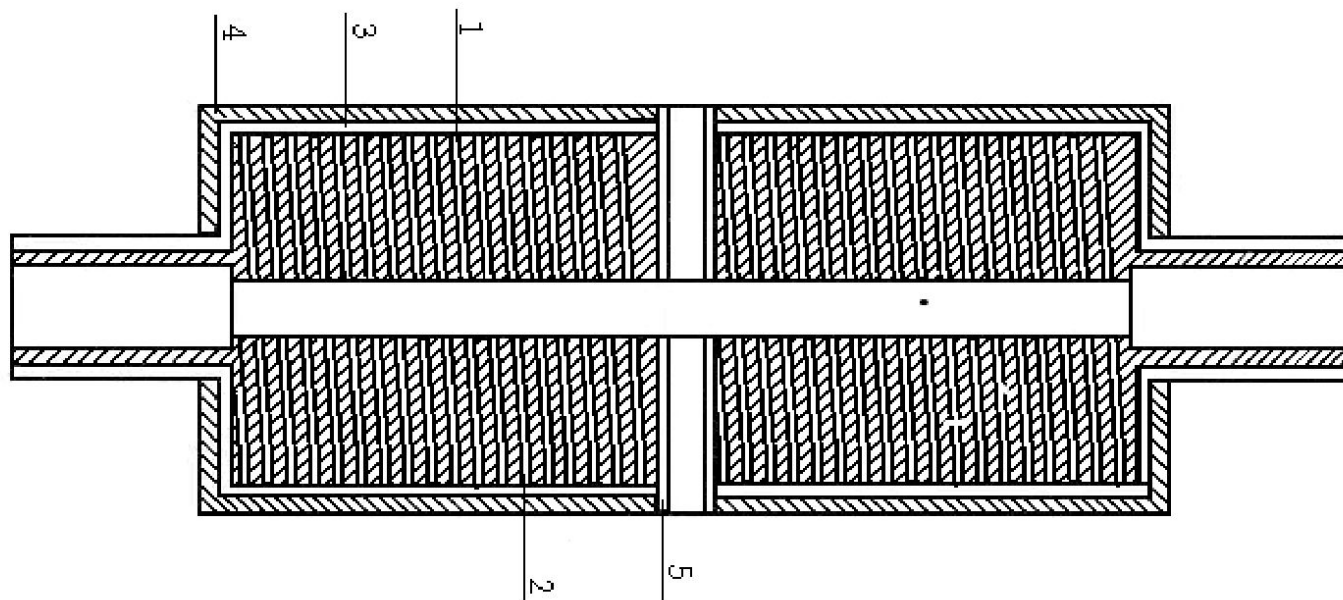


Рис.2.4. Соленоид

1 – витки, 2 – изолирующая текстолитовая прокладка, 3- изолятор, 4 – стальной корпус, 5 – боковые отверстия

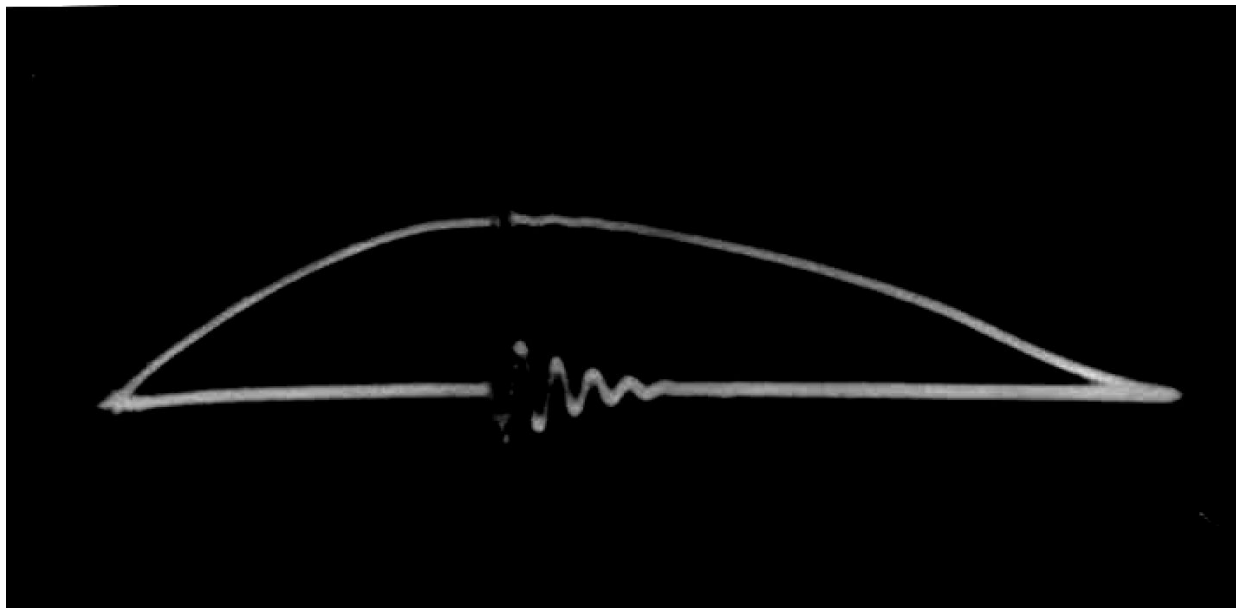


Рис.2.5. Осциллограмма импульса магнитного поля с меткой соответствующей пробойному импульсу

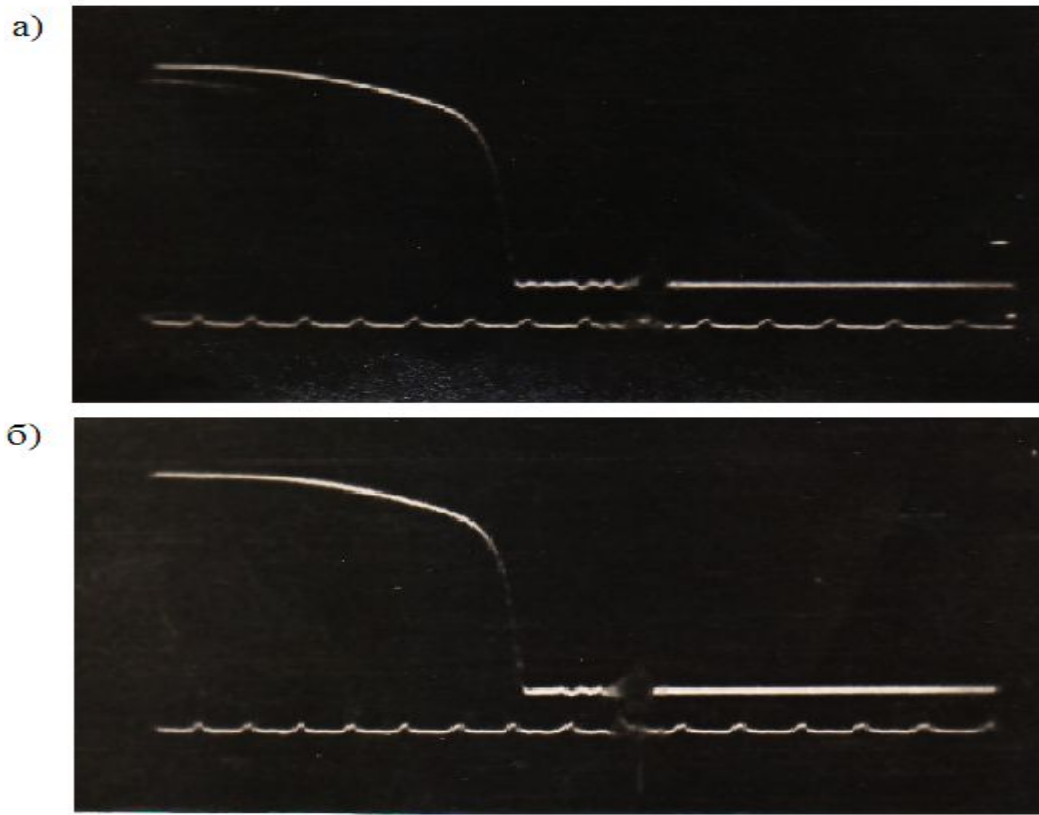


Рис. 3.1. Осциллограммы пробоя аргона при давлении $p = 760$ Торр, $d = 0,1$ см, $E/p = 13,1$ В/см Торр, $W = 10\%$. Частота меток $f = 10$ мГц: а) $H = 0$, $\tau = 270$ нс; б) $H = 120$ кЭ, $\tau = 220$ нс.

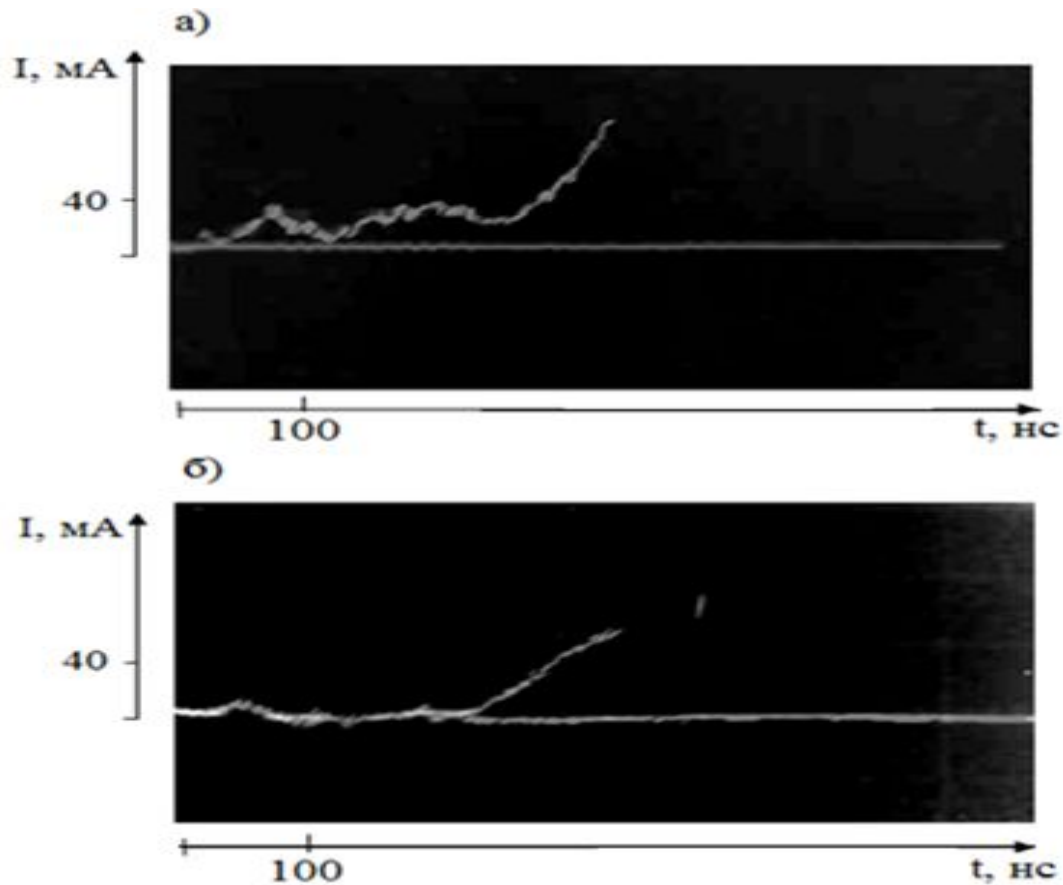
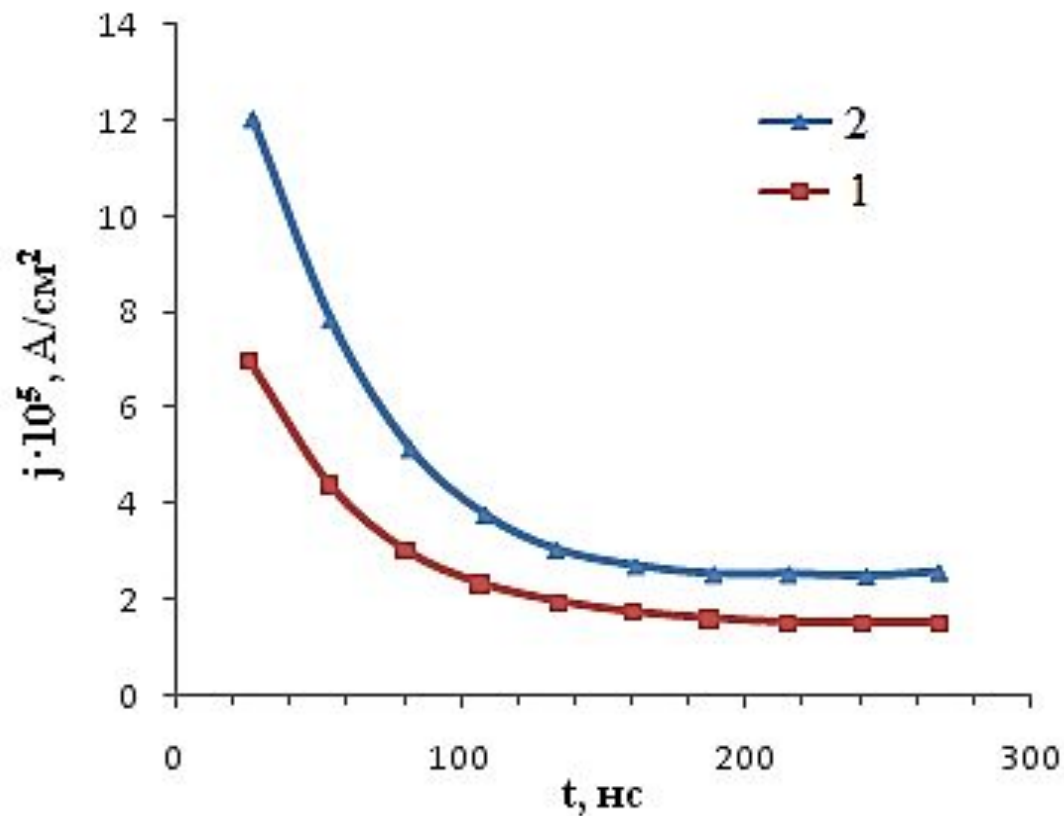


Рис. 3.2. Осциллограммы предпробойных токов Ar, $p=760$ Торр, $d=1$ см для $U_{пр}=7,4$ кВ- таунсендовский разряд (а) и $U_{пр}=9$ кВ- стримерный разряд (б).



**Рис. 3.3. Зависимость плотности тока в разряде от времени (E/P=10 В/см Торр):
1) H=0; 2) H=200 кЭ.**

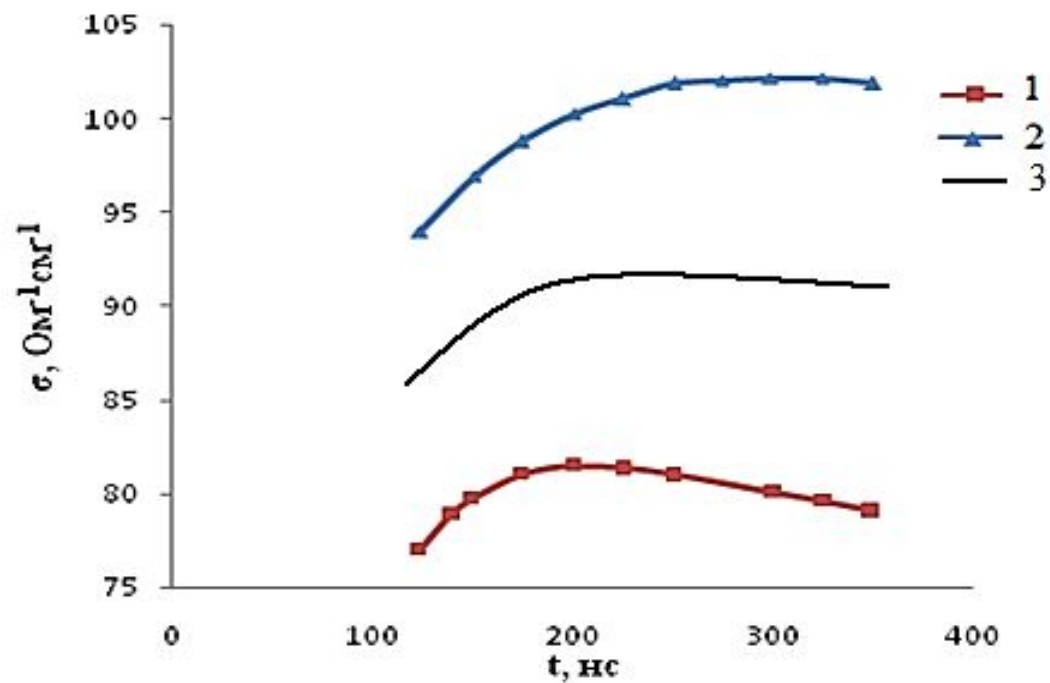


Рис. 3.4. Зависимость проводимости плазмы искрового канала Агот времени ($E/p=10$ В/см Торр): 1) $H=0$; 2) $H=140$ кЭ; 3) $H=90$ кЭ.

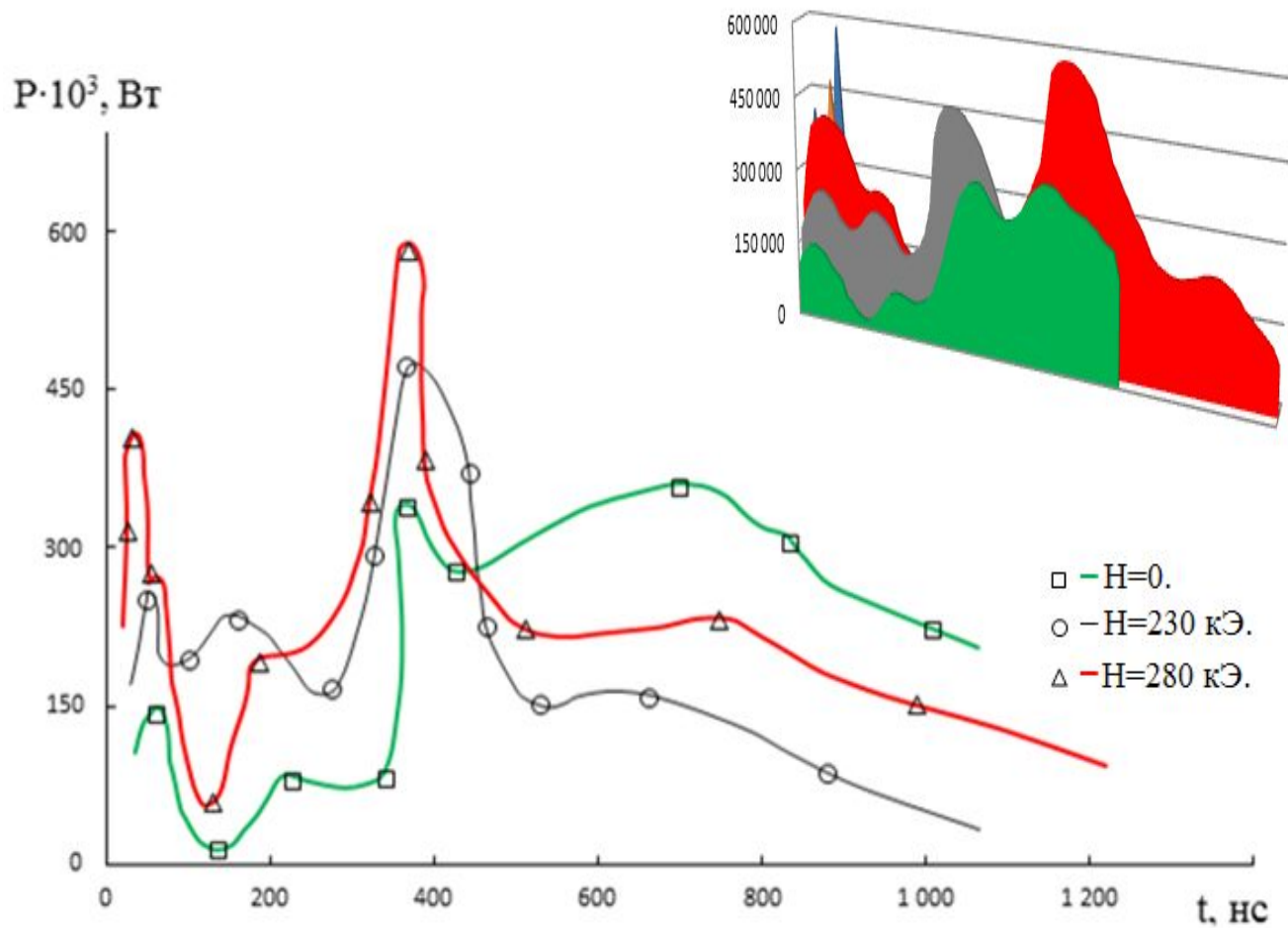


Рис. 3.6. Зависимость мощности, выделяемой при пробое Ar, от времени ($d=0,3$ см, $p= 2280$ Торр, $U_{пр}=7$ кВ, $W=55\%$) при: 1) $H=0$; 2) $H=230$ кЭ; 3) $H=280$ кЭ.

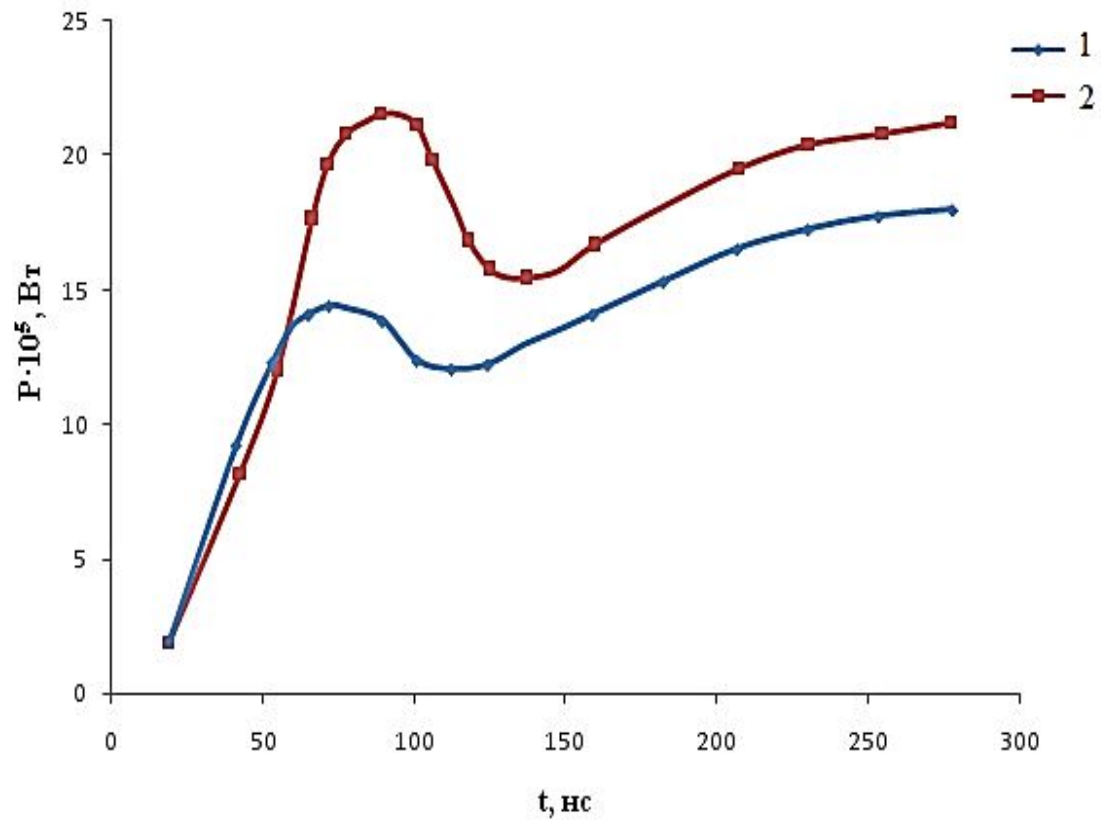


Рис. 3.7. Зависимость мощности разряда от времени ($E/p=10$ В/см Торр):
1) $N=0$; 2) $N=200$ кЭ.

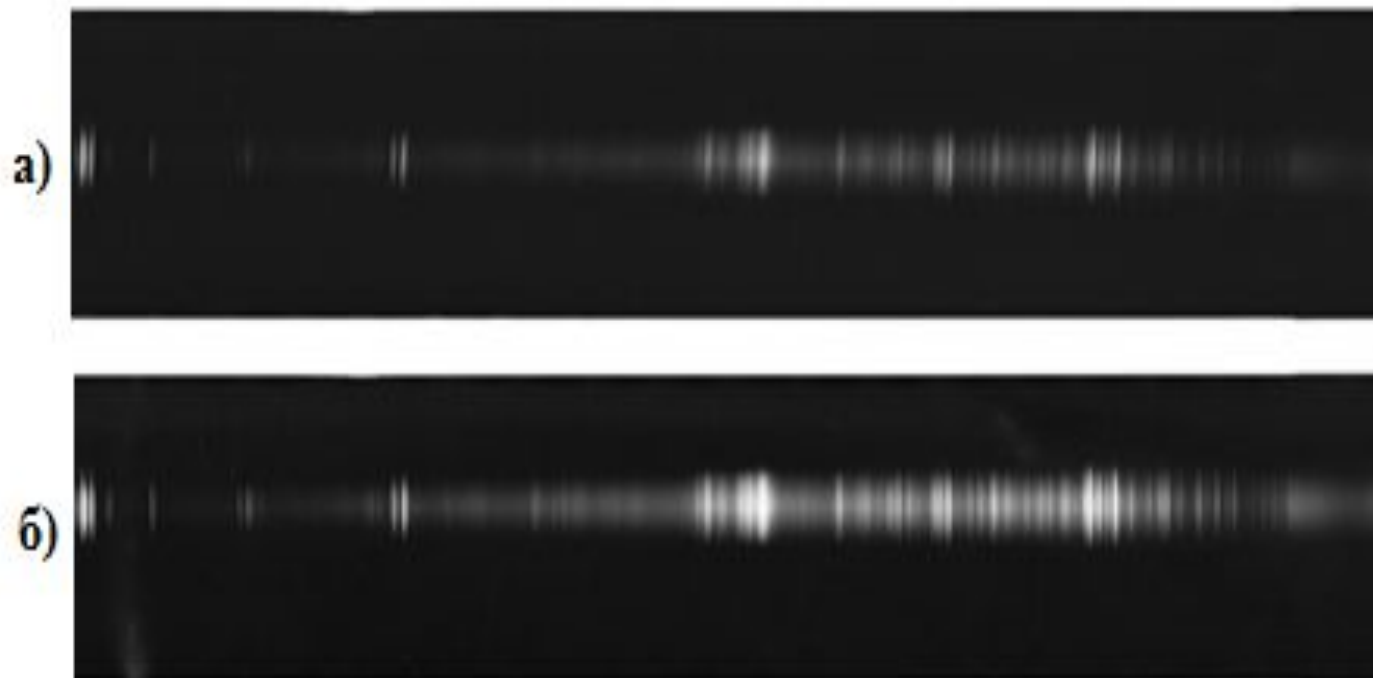


Рис. (3.8) Спектры интегрального излучения разряда в Ar вдоль силовых линий сильного продольного магнитного поля: а — $H=0$; б — $H=400$ кЭ, $p=2280$ Торр, $d=0,3$ см; $U_{пр}=6$ кВ; $U_{стат}=4,7$ кВ.

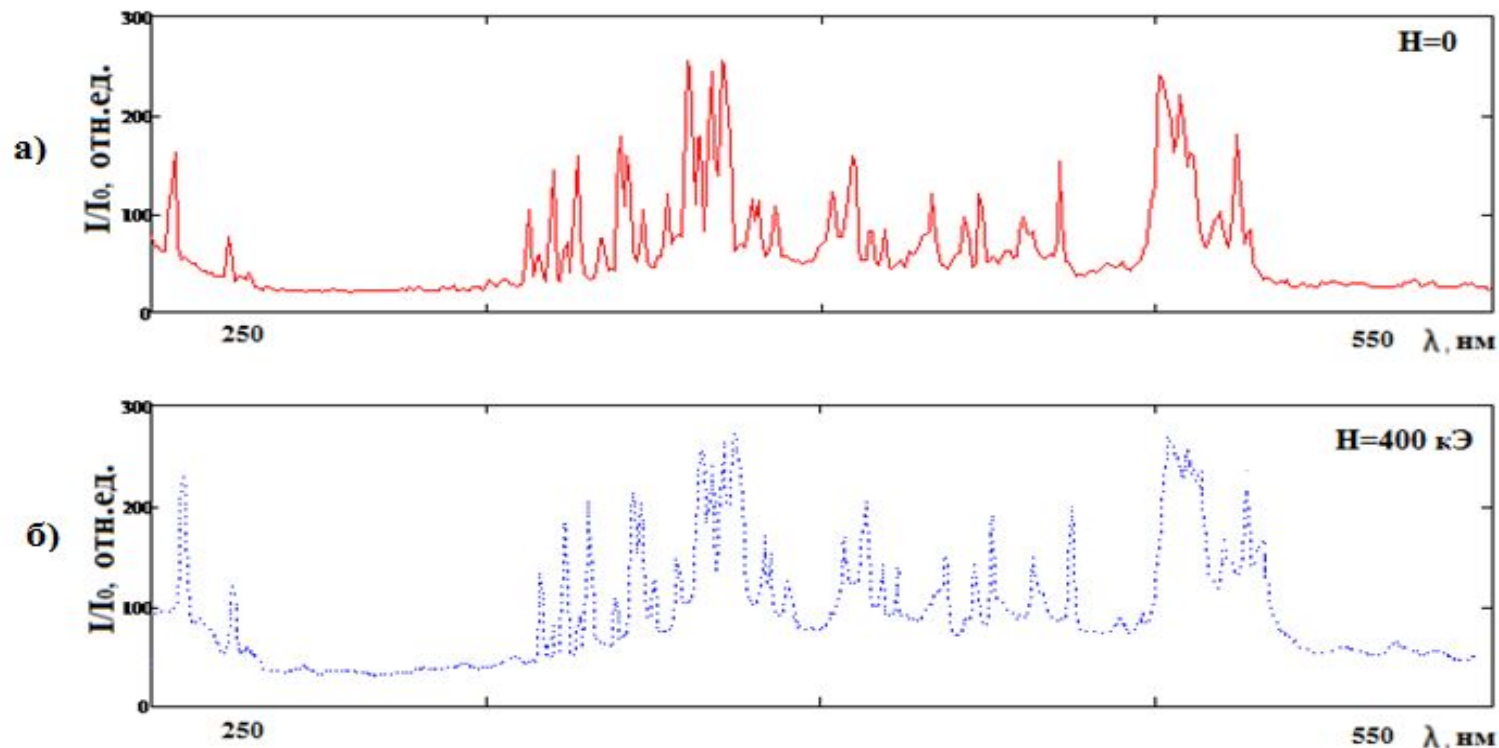


Рис. (3.9) Интегральные спектры излучения разряда в Агвдоль силовых линий внешнего продольного магнитного поля: а — $H=0$; б — $H=400$ кЭ, $p=2280$ Торр, $d=0,3$ см; $U_{пр}=6$ кВ; $U_{стат}=4,7$ кВ.

Выводы

Подводя итоги представленной работы можно сделать следующие выводы:

Скорость прорастания искрового канала определяется плотностью тока в нем.

С ростом плотности тока - скорость растет.

Продольное магнитное поле приводит к увеличению плотности тока канала, проводимости плазмы и удельного энерговклада в разряд.

.характерное время установления единой температуры и равновесной ионизации в плазме искрового канала составляет $< 10^{-8}$ с;

плазма канала характеризуется стопроцентной ионизацией.

скорость расширения канала, определяется скоростью ввода энергии в этот канал и растет с ростом давления и перенапряжения.

Внешнее продольное магнитное поле уменьшает скорость расширения канала.

Спасибо за внимание!