

Сильноточный импульсный ускоритель электронов

Е. А. АБРАМЯН, С. Б. ВАССЕРМАН

УДК 621.384:621.386.2

Ускорение электронных пучков в сотни ампер до энергий несколько мегаэлектронвольт в импульсах длительностью $10^{-9} - 10^{-5}$ сек может весьма эффективно проводиться на установках, в которых в качестве источника высокого напряжения используется трансформатор Тесла.

Характеристики ускорителей этого типа резко улучшаются при существенном увеличении коэффи-

циента связи между обмотками трансформатора, введении управления током инжектора и пр. На рис. 1 приведена электрическая схема ускорителя ЭЛИТ-1 и основные кривые, характеризующие работу установки, на рис. 2 — схема конструкции. Коэффициент связи между обмотками трансформатора $k = 0,6$ обеспечивает практически полную перекачку энергии, запасенной в конденсаторе C , во вторичный контур уже

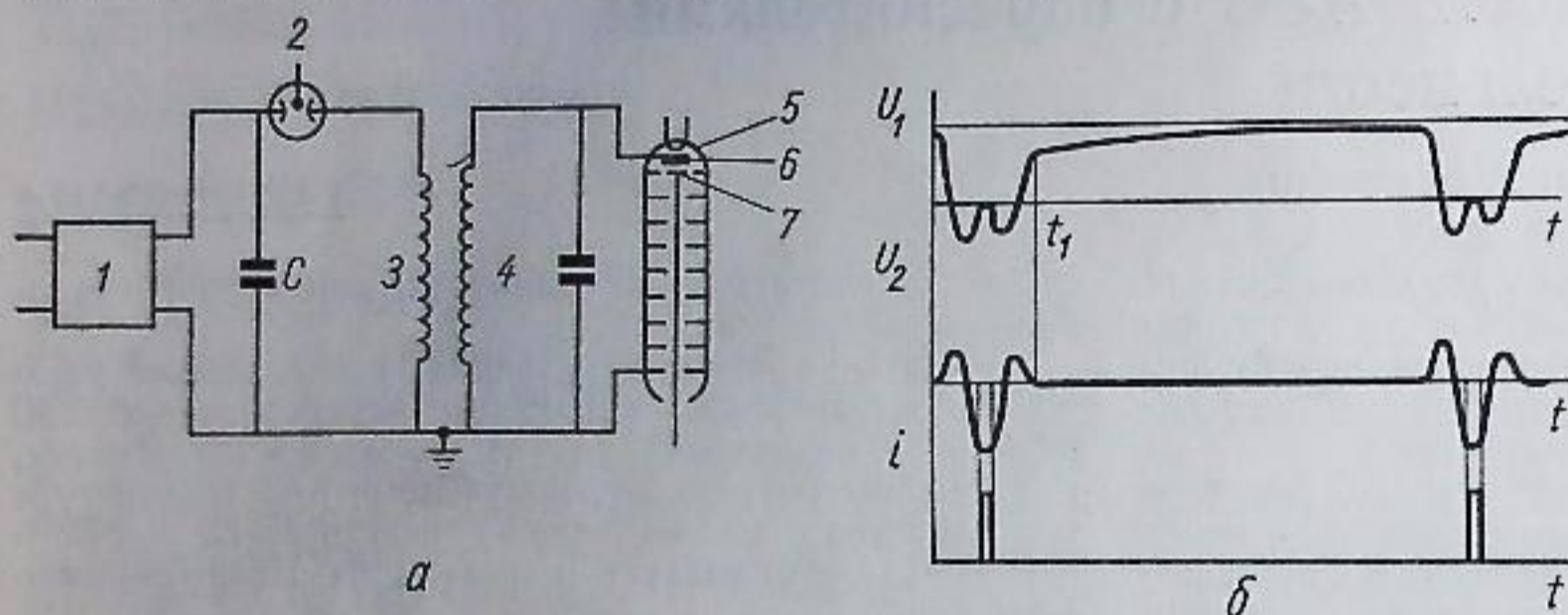


Рис. 1. Электрическая схема ускорителя (а) и основные кривые (б):

1 — блок электропитания (зарядное устройство); 2 — коммутатор; 3 — первичная обмотка трансформатора; 4 — вторичная обмотка; 5 — ускорительная трубка; 6 — катод инжектора; 7 — управляющая сетка; U_1 — напряжение на первичной обмотке; U_2 — напряжение на вторичной обмотке (трубке); i — ток пучка.

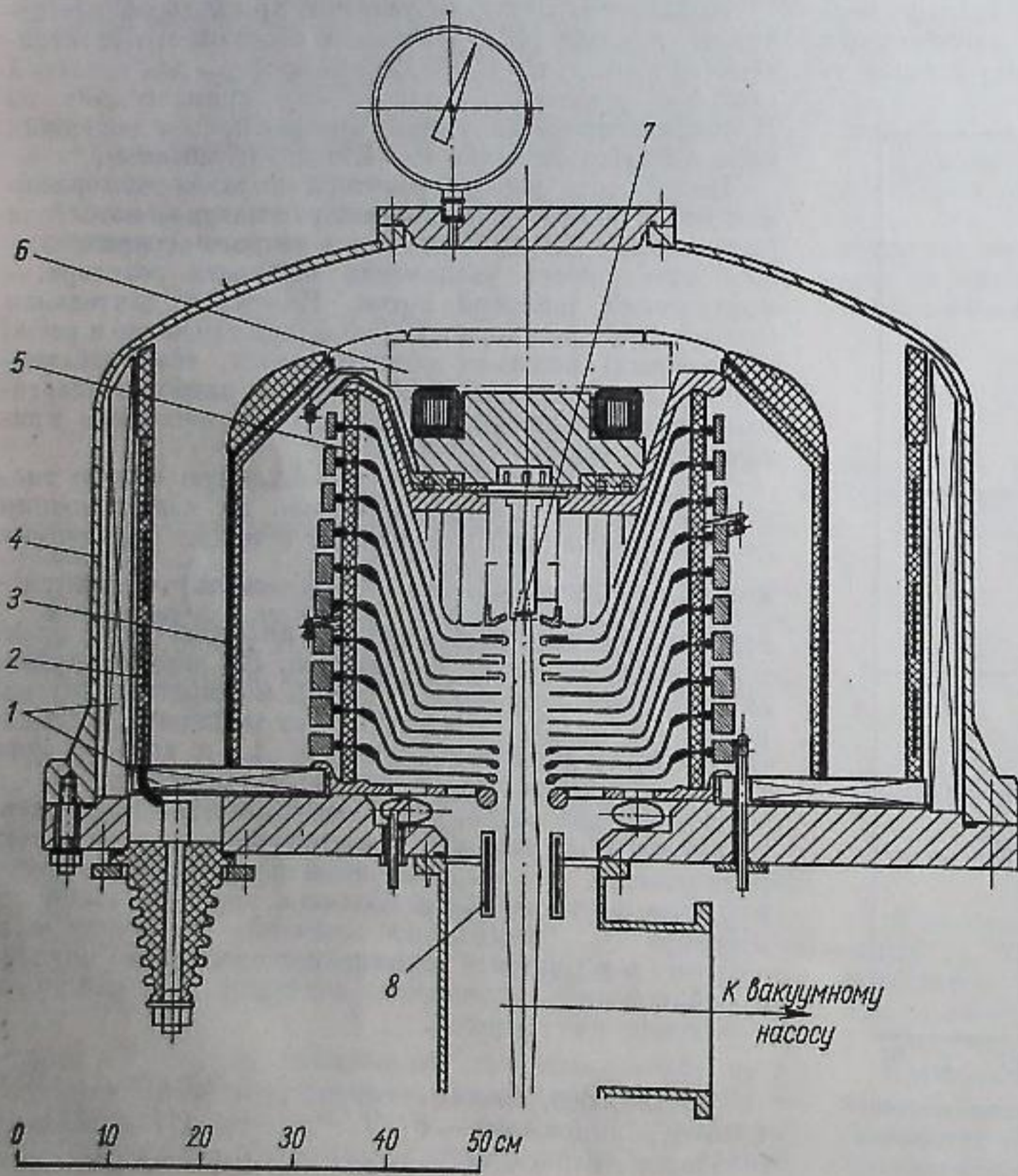


Рис. 2. Схема конструкции ускорителя ЭЛИТ-1:

1 — магнитопровод; 2 — первичная обмотка трансформатора; 3 — вторичная обмотка; 4 — котел, заполненный сжатым газом; 5 — ускорительная трубка; 6 — система управления током пучка; 7 — инжектор с сеткой; 8 — фокусирующая линза.

на первом периоде колебаний. Сетка инжектора открывается только около максимума напряжения на вторичной обмотке; монохроматичность энергии ускоренных электронов зависит от ширины импульса тока и величины последнего. Возможно модулирование напряжения на сетке и соответственно тока пучка по определенному закону, обеспечивающему постоянное напряжение на ускорительной трубке во время ускорения электронов. В последнем случае пучок может унести до 70—80% энергии, сосредоточенной во вторичном контуре. В режимах без специального модулирования напряжения на сетке инжектора в пучок попадает 30—40% энергии контура при монохроматичности $\sim 10\%$. Монохроматичность улучшается при уменьшении доли энергии, уносимой электронами.

После одного периода колебаний энергии, оставшаяся в контуре, опять сосредоточивается в конденсаторе C (см. рис. 1), и, если коммутатор 2 разомкнуть, колебания прекращаются; затем конденсатор C подзарядывается от блока электропитания 1, и система готова к новому циклу. Частота повторения циклов

определяется возможностями коммутатора, тепловым режимом установки, а также электрической прочностью ускорительной трубки при большой средней мощности пучка.

На рис. 2 показана установка, на которой электроны ускоряются до энергии 1 Мэв при токе в импульсе 20 а, длительности импульсов 2 мксек и частоте повторения 50 гц; средняя мощность пучка 2 квт, к. п. д. $\sim 80\%$.

Ускорители описанного типа позволяют получать высокие импульсные и средние мощности пучков при высоких к. п. д. Установки весьма компактны и просты в изготовлении. В дальнейшем предполагается существенно повысить параметры по сравнению с первой действующей установкой, а также усовершенствовать некоторые элементы ускорителя, в частности перейти к опаянным трубкам.

(№ 152/3693. Статья поступила в Редакцию 11/IV 1966 г., в окончательной редакции 11/XI 1966 г., аннотация — 9/III 1967 г. Полный текст 0,6 а. л., 7 рис., библиография 7 названий.)

Упрощенная модель кризиса кипения при вынужденном движении жидкости в трубах

А. А. ИВАШКЕВИЧ

УДК 621.039.517.6

Предложена упрощенная модель кризиса пузырькового режима кипения при вынужденном движении в трубах недогретой жидкости и паро-жидкостной смеси с небольшим паросодержанием.

Кризис пузырькового режима кипения возникает, когда паросодержание пристенного слоя достигает предельной, критической величины. Получено уравнение для критического теплового потока

$$\frac{1}{q_{\text{крит}}} = e^{-z} \int_0^{l_{\text{к}}} A_2 \frac{1}{r + c\Delta t_{\text{н}i}} \cdot \frac{q_i}{q_{\text{крит}}} e^z dl + \frac{1}{A_1 w^{n_1} D^{n_2} (r + c\Delta t_{\text{н}}) (1 - \psi)}$$

где

$$z = \int_0^{l_{\text{к}}} \left[A_3 A_4 w_i^{n_3} n_4 \left(\frac{q_i}{q_p} \right)^{n_5} + A_4^{n_6} A_5 A_6 w_i^{n_4} n_6 \Delta t_{\text{н}i} \right] dl;$$

$q_{\text{крит}}$ — критический тепловой поток; q — тепловой поток; q_p — средний по периметру тепловой поток; w — скорость потока жидкости или паро-жидкостной смеси; $\Delta t_{\text{н}}$ — недогрев жидкости; ψ — объемное паросодержание потока; D — диаметр трубы; $l_{\text{к}}$ — длина канала, на которой происходит пузырьковое кипение; c — теплоемкость жидкости; r — теплота парообразования; $A_1 - A_6$ — неизвестные коэффициенты, зависящие от свойств жидкости и пара; $n_1 - n_6$ — неизвестные, но только положительные показатели степени;

индекс i означает текущее значение параметра. Это уравнение записано для кипения как недогретой жидкости, так и паро-жидкостной смеси. В первом случае $\psi = 0$, а во втором $\Delta t_{\text{н}} = 0$.

Кризис пузырькового режима кипения в данном месте поверхности канала подготовлен пузырьковым кипением на соседних участках канала, расположенных выше места возникновения кризиса против потока жидкости. В достаточно длинных каналах длина соседних участков меньше обогреваемой длины канала.

На величину критического теплового потока помимо параметров потока жидкости, усредненных по сечению канала, в котором возникает кризис, влияют средний градиент теплосодержания жидкости на длине соседних участков, распределение теплового потока по длине канала на длине соседних участков, распределение теплового потока по периметру канала на длине соседних участков и длина канала, на которой происходит пузырьковое кипение, если она меньше транспортной длины. Опыты различных исследователей подтверждают влияние этих параметров.

Зависимость кризиса кипения от параметров, определяющих процесс пузырькового кипения в соседних сечениях канала, необходимо учитывать при проведении и обобщении опытов по критическим тепловым потокам, перенесении результатов экспериментов, полученных на моделях, на реальные аппараты и при проектировании твэлов, охлаждаемых кипящей жидкостью.

(№ 155/4051. Поступила в Редакцию 25/XI 1966 г. В окончательной редакции 1/II 1967 г. Полный текст 0,5 а. л., 1 рис., библиография 17 названий.)