

МВ, проектируются генераторы на напряжение до 30 МВ.

При $u \leq 1$ МВ в качестве высоковольтной изоляции В. у. часто используют воздух при атм. давлении. Ускорители с $u > 1$ МВ размещают в герметичных сосудах, заполненных газом при давлении, в 5—15 раз превышающем атмосферное (0,5—1,5 МПа), к-рый имеет более высокую электрич. прочность. Это значительно уменьшает размеры В. у. и снижает его стоимость. Особенно эффективно применение эл.-отрицат. газов (SF_6 , фреона), подавляющих возникновение разряда в изоляц. промежутке, а также их смесей с азотом и углекислотой. Ускорители с импульсным ускоряющим напряжением размещают в камерах с жидким диэлектриком (трансформаторным маслом или дистиллиров. водой).

Для повышения рабочего градиента напряжения в высоковольтной изоляции В. у. с целью уменьшения их размеров большие изоляц. промежутки разделяют на ряд малых элементов с помощью металлич. электродов, требуемое распределение потенциала на к-рых задается спец. делителем напряжения; при этом допустимая напряжённость электрич. поля для всего промежутка оказывается близкой к допустимой напряжённости отд. элемента.

Уменьшить размеры В. у. можно также, используя перезарядку частиц во время их ускорения.

Источники заряженных частиц для В. у. Источником электронов у большинства В. у. служит термокатод с прямым или косв. накалом в сочетании с системой электродов, формирующих электронный пучок на нач. участке его движения. Часто используется конфигурация электродов, предложенная Дж. Пирсом (J. Pierce), или её модификации, препятствующие расходимости пучка под действием его объёмного заряда (рис. 2). В ускорителях, работающих в непрерывном режиме, плот-

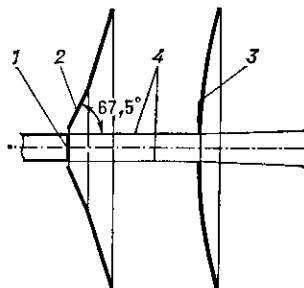
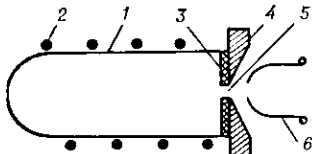


Рис. 2. Схема источника электронов с системой электродов Пирса: 1 — катод; 2 — прикатодный электрод; 3 — анод; 4 — граница электронного пучка.

ность электронного тока у поверхности катода составляет 0,5—1 А/см²; при работе в импульсном режиме она может быть в неск. раз выше.

В импульсных сильноточных В. у. используются катоды с автоэлектронной и взрывной эмиссией. Первоначальным источником электронов являются мельчайшие выступы на поверхности катода, вблизи к-рых локальное электрич. поле достигает 10⁷ В/см. Затем протекающий по микровыступам электрич. ток вызывает их быстрый нагрев и частичное испарение. Облако пара под действием электронного пучка превращается в плазму, к-рая сама становится источником электронов и через нек-рое время, расширяться, замыкает ускоряющий промежуток.

Рис. 3. Схема высокочастотного источника ионов: 1 — разрядная камера; 2 — обмотка коллекционного контура; 3 — изоляционная вставка; 4 — основное отверстие источника; 5 — отверстие для отбора ионов; 6 — вытягивающий электрод.



В большинстве ионных источников первичная ионизация происходит в камере, заполненной газом или паром при давлении 10—10⁻¹ Па (~10⁻¹—10⁻³ мм рт. ст.), под действием электрич. разряда: высококачественного (ВЧ источники, рис. 3), дугового в неоднородных

электрич. и магн. полях [дуоплазмотрон, предложенный М. Арденне (M. Ardenne)] и др. Ионы, образующиеся в разряде, извлекаются полем т. н. вытягивающего электрода и попадают в ускоряющую систему. Отбор ионов происходит с поверхности, ограничивающей область разряда. Концентрация положит. ионов обычно наиб. высока в центр. области разряда, откуда и производится их отбор. Вместе с атомарными ионами данного элемента из области разряда могут одновременно извлекаться также и молекулярные, а при разряде в парах сложных веществ — их заряд. молекулы или ионы др. элементов. Поэтому в ряде случаев необходима сепарация пучка.

Кроме положит. атомарных и молекулярных ионов в области разряда могут образовываться также и отрицат. ионы элементов с положит. энергией сродства к электрону. Ми. отрицат. ионы могут быть получены непосредственно из области разряда при изменении полярности напряжения на вытягивающем электроде. При этом отбор производится с периферии разряда, где концентрация таких ионов наиб. высока. Отрицат. ионы получают и перезарядкой пучка положит. ионов на газовой или пароструйной мишени, на покрытой атомами щелочных металлов поверхности и т. д. Источники отрицат. ионов широко применяются для инъекции в перезарядные ускорители.

Ускоряющая система В. у. (ускорительная трубка) одновременно является частью вакуумной системы В. у. Давление в ней не должно превышать 10⁻³ Па (~10⁻⁵ мм рт. ст.) (т. к. иначе происходит значит. рассеяние ускоряемых частиц на молекулах газа). У большинства В. у. она представляет собой цилиндр, состоящий из диэлектрич. колец, разделённых металлич. электродами, с отверстием в центре для прохождения пучка заряд. частиц и откачки газа, по-

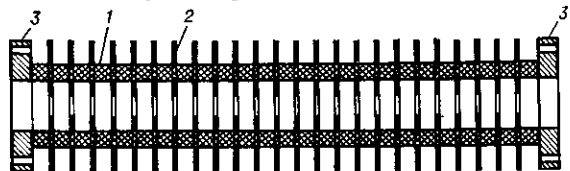


Рис. 4. Схема ускоряющей трубки: 1 — кольцевые изоляторы; 2 — металлические электроды; 3 — соединительные фланцы.

ступающего из ионного источника и десорбируемого внутр. поверхностью трубки (рис. 4). Кольца и электроды вакуумно-плотно соединены друг с другом (спец. клеем, пайкой или термодиффузионной сваркой). Электрич. прочность ускорит. трубки часто ограничивает энергию ускоренных частиц в В. у.

В отличие от изоляц. конструкций, работающих в сжатом газе, простое секционирование изолятора ускорит. трубки металлич. электродами оказывается малоэффективным. При $u > 4—5$ МВ в трубке резко возрастает интенсивность разрядных процессов, а допустимая величина электрич. поля в ней снижается. Это явление, получившее назв. эффекта полного напряжения, объясняется наличием сквозного вакуумного канала, в к-ром происходит обмен вторичными заряд. частицами и их размножение. (Причины появления вторичных частиц — облучение поверхности трубки рассеянными частицами пучка, эмиссия электронов с загрязнённых поверхностей, разряд по поверхности изолятора и т. д.) Для борьбы с этим эффектом предлагались разл. конструкции ускорит. трубок. Наиб. известность получили трубки с «наклонным полем», предложенные Р. Ван-де-Граафом (R. Van de Graaf). В них электроды устанавливаются под небольшим углом к плоскости поперечного сечения трубки, периодически изменяемым на противоположный. Ускоряемые частицы, имеющие большую энергию, проходят по каналу такой трубки, не задевая его стенок, а вторичные частицы с меньшей энергией, возникающие внутри трубки, задерживаются