

тивления вещества сжатию, определяемого его ур-нием состояния. Давление вырожденного газа электронов снижает возможно достижимое в системах И. у. значение макс. плотности (теоретически  $\rho = 10^3 - 10^4$  г/см<sup>3</sup>).

Системы, в к-рых реализуется И. у., многообразны. К ним относятся самосжимающиеся под действием собственного поля (пигучющиеся) разряды, системы с самосжимающимися плазменными конфигурациями и приложенными внеш. полями (Z- и  $\theta$ -пинчи, см. *Пинч-эффект*). В установках *плазменный фокус* сжатие плазмы происходит токовой оболочкой, сходящейся к оси симметрии установки. Сжатие плазмы может также осуществляться ускорением к оси симметрии цилиндрич. слоем (лайнером). В указанных выше системах плотность частиц плазмы не превышает  $10^{20}$  см<sup>-3</sup>. Для И. у. используют пучки фотонов и пучки заряж. частиц. В 80-е гг. экспериментально и теоретически наиб. исследовано применение для этих целей мощных лазерных пучков. Достигнуто объемное сжатие вещества  $> 5 \cdot 10^4$  раз и абс. плотность термоядерного горючего  $\sim 40$  г/см<sup>3</sup> (см. *Лазерный термоядерный синтез*).

Лит.: Арцимович Л. А., Управляемые термоядерные реакции, 2 изд., М., 1963; Басов Н. Г., Крох и др. О. Н., Применение лазеров для термоядерного синтеза, «Вестник АН СССР», 1970, № 6, с. 55; Теория нагрева и сжатия низкотемпературных термоядерных мишеней, «Тр. ФИАН», 1982, т. 134. В. Б. Розанов, Е. Г. Гамалий.

**ИНЕРЦИИ ЗАКОН** — закон механики, согласно к-рому тело при взаимном уравновешивании всех действующих на него сил сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока приложенные силы не заставят его изменить это состояние. Открыт Г. Галилеем в 1632, сформулирован И. Ньютоном в 1687 как первый из *Ньютона законов механики*. И. з. — частный случай закона сохранения кол-ва движения системы.

**ИНЕРЦИИ СИЛЫ** — см. *Сила инерции*.

**ИНЕРЦИЯ** — то же, что *инертность*.

**ИНЖЕКТОР** — первичный источник или предварит. ускоритель заряж. частиц, предназначенный для ввода (инъекции) частиц в осн. ускоритель. При инжекции частиц малой энергии используются первичные источники частиц (электронная пушка, плазменный источник ионов и т. д.) или *высоковольтные ускорители* (до энергий  $\leq 1$  МэВ); для энергий инжекции в десятки и сотни МэВ применяются резонансные *линейные ускорители*, а для ещё больших энергий ( $\sim 1$  ГэВ и выше) — циклич. ускорители-инжекторы (*бустеры*). Э. Л. Бурштейн.

**ИНЖЕКТОР ПЛАЗМЫ** (плазменная пушка) — устройство, предназначенное для создания потоков высокотемпературной плазмы и ввода её (инъекции) в нек-рую область, где проводится к.-л. эксперимент с плазмой. И. п. можно отнести к разновидности импульсных плазменных ускорителей. Наиболее широко И. п. используются в термоядерных исследованиях для ввода плазмы в термоядерную ловушку, а также в активных экспериментах в космосе, в экспериментах по моделированию взаимодействия солнечного ветра с объектами Солнечной системы, в *плазменной технологии*. Это обусловлено широким диапазоном параметров потоков И. п.: скорости ионов лежат в интервале ( $10^6 - 10^8$ ) см/с; плотность на выходе изменяется от  $10^{14}$  до  $10^{18}$  см<sup>-3</sup>; продолжительность генерации потока варьируется от 1 до 100 мкс; энергосодержание потока в предельных режимах достигает 100 кДж, а его мощность ( $1 - 10$ ) ГВт. Параметры потока определяются энергосодержанием источника питания (как правило, ёмкостный накопитель) и характерным временем его разряда, способом подачи рабочего вещества в канал (эрозия изолятора, равномерная непрерывная или одноразовая — перед разрядом), нач. плотностью газа и амплитудой тока разряда.

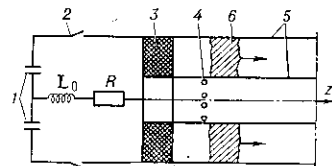
Одним из первых И. п. был источник с дейтерированной шайбой, основанный на свойстве металлич. титана, нагретого в атмосфере водорода или дейтерия, образовывать гидрид титана. Это приводит к насыщению титановой шайбы водородом.

На такую шайбу направляется ускоренный ( $> 1$  кэВ) пучок электронов, к-рый при столкновении выделяет энергию, шайба нагревается и испускает поглощённый ранее водород или дейтерий, ионизирующийся в разряде. Полученная таким способом плазма ускоряется и направляется в место, где проводится эксперимент. Эти источники дают ступок плазмы с числом частиц  $\sim 10^{17}$  в течение времени от 2 до 10 мкс и темп-рой ионов  $\sim 1$  кэВ ( $\sim 10^7$  К).

Другой плазменной пушкой, использовавшейся в первых плазменных экспериментах, был т. н. *рельстрон* (см. *Плазменные ускорители*).

В 80-е гг. широко используется в качестве импульсного И. п. коаксиальная плазменная пушка, принцип действия к-рой заключается в следующем: газ в канале ионизируется током разряда источника питания и ускоряется под действием пондеромоторной силы, возникающей при взаимодействии этого тока с собственным магн. полем. На рис. 1 дана схема И. п. этого типа. Объём (ускорит. канал), заключённый между коаксиальными электродами (5) и изолятором (3), откачивается до высокого вакуума ( $10^{-5} - 10^{-6}$  мм рт. ст.). Импульсный клапан через отверстия (4) инжектирует рабочий газ в зазор между электродами. Количество газа в зазоре и вид его пространственного распределения определяются скоростью и временем подачи.

Рис. 1. Схема инжектора плазмы: 1 — источник питания; 2 — включатели; 3 — изолятор; 4 — отверстия для ввода рабочего газа; 5 — коаксиальные электроды; 6 — скин-слой.



По достижении необходимой степени заполнения канала ( $10^{16} - 10^{18}$  см<sup>-3</sup>) включатели (2) соединяют высоковольтную конденсаторную батарею (1) с электродами. Когда напряжение на электродах превышает напряжение пробоя данного газа, начинается дуговой разряд. В процессе нарастания тока  $I_p$  разряда газ в канале ионизируется и в зоне между изолятором и отверстиями формируется скин-слой (см. *Скин-эффект*).

Под действием *пондеромоторной силы*  $F = \frac{1}{2} I_p^2 \frac{\partial \tilde{L}}{\partial z}$  ( $\tilde{L}$  — переменная индуктивность канала) скин-слой (6) ускоряется вдоль оси  $z$  в направлении от изолятора к открытому концу пушки. В результате плазма «выстреливается» со скоростью до  $10^8$  см/с. При своём движении скин-слой вовлекает нейтральные частицы газа (за счёт их столкновений с электронами и ионами), к-рые также ионизируются и увеличивают плотность плазмы на выходе. Такой И. п. позволяет создавать водородную и дейтериевую плазму высокой плотности и темп-ры, а также плазму др. разл. газов.

Ур-ния, описывающие колебания тока разряда в контуре и движении плазмы в канале, имеют вид:

$$(\tilde{L} + L_0) \frac{\partial^2 q}{\partial t^2} + \left( \frac{\partial \tilde{L}}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial t} + R + \tilde{R} \right) \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{q}{C_0} = 0 \quad (*)$$

$$m \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + \frac{\partial m}{\partial z} \left( \frac{\partial z}{\partial t} \right)^2 - \frac{1}{2} \frac{\partial \tilde{L}}{\partial z} \left( \frac{\partial q}{\partial t} \right)^2 = 0.$$

Здесь  $t$  — время,  $q$  — заряд конденсаторной батареи,  $R$  — сопротивление проводников и коммутаторов тока,  $\tilde{R}$  — сопротивление токового слоя и электродов,  $L_0$  — нач. индуктивность контура,  $m(z)$  — масса слои. Ур-ния решаются с нач. условиями:  $q_0 = C_0 U_0$  ( $C_0$ ,  $U_0$  — ёмкость и напряжение конденсаторной батареи),  $\partial q / \partial t = 0$ ,  $z = 0$ ,  $\partial z / \partial t = 0$  при  $t = 0$ .

В случае коаксиальной системы электродов и непрозрачного токового слоя

$$\tilde{L}(z) = 2\mu_0 \int_0^z \ln [r_1(z)/r_0(z)] dz,$$