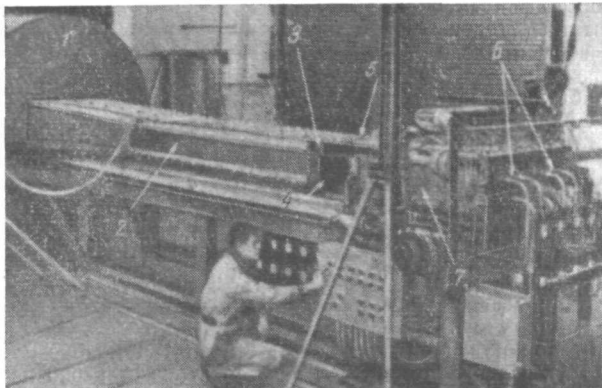


МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ С НЕПРЕРЫВНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ СБРАСЫВАЮТ КОЖУХ *)

Новейшим способом накачки лазера является использование ракетного двигателя. Такой газодинамический лазер создает в многомодовом режиме непрерывное излучение мощностью 60 *квт*. Многие подозревали, что мощные установки подобного рода разрабатываются, однако исследования в этой области были рассекречены только



Газодинамический лазер фирмы «Авко» работает на термической накачке; инверсная заселенность уровней создается самим потоком благодаря быстрому расширению газа через сверхзвуковое сопло.

Топливоздушная смесь поджигается, затем сжатая и горячая окись углерода расширяется через сопло в резонатор лазера. Зеркала на противоположных сторонах резонатора усиливают и концентрируют вынужденное излучение, пока, наконец, оно не «прорывається» наружу через отверстие. Этот лазер в многомодовом режиме дает непрерывную мощность 60 *квт*. Разработка этого лазера недавно рассекречена. 1 — выхлоп; 2 — диффузор; 3 — резонатор (пролетная длина 80 см); 4 — выходное зеркало; 5 — сопло; 6 — подача топлива; 7 — камера сгорания.

ри из «Юнайтед эркрафт рисерч лэйбораторис» заявил, что он и его сотрудники получили в непрерывном режиме мощность 11,5 *квт* на излучении с $\lambda = 10,6$ *мкм* от лазера на смеси с CO_2 . В этом лазере газ двигался по каналу 100×2 *см*² со скоростью 100 — 200 *м/сек*; выходной к. п. д. лазера составил 14%. При уровне мощности в несколько *квт* к. п. д. лазера доходил до 19%.

В мощных лазерах с химической накачкой не только утилизируется отходящее тепло, но и газы вступают в химические реакции с регулируемой температурой и скоростью реакции.

Фирма «Авко» использует термическую накачку, в которой сам газовый поток, быстро расширяясь через сверхзвуковое сопло, создает инверсную заселенность уровней. В типичном эксперименте смесь 9% CO_2 , 90% N_2 и 1% H_2O (которая действует как катализатор) нагревалась до 1400° K и подвергалась в ракетном двигателе сжатию до 17 *атм*. Нагрев производился сжиганием специально подобранных топлив в системе открытого цикла.

Большая часть тепловой энергии запасается молекулами азота, у которых время дезактивации основного состояния очень велико. Поскольку CO_2 состоит из линейных трехатомных молекул, то они имеют три основные колебательные моды: асимметричную

в апреле этого года, когда на съезде Американского физического общества (АФО) в Вашингтоне сделал заказной доклад Э. Джерри из фирмы «Авко-Эверетт рисерч».

Наивысшая из известных ранее мощностей непрерывного излучения составляла около 10 *квт*; она была получена при электрической накачке лазера на CO_2 длиной 200 м. Наивысшая мощность, достигнутая в импульсе, составляет 10¹⁰ *квт* (что в сто раз больше суммарной мощности всех электростанций США), однако продолжительность импульса была всего лишь 10⁻¹² *сек*.

Разрабатываются три вида газодинамических лазеров. Электроразрядные лазеры работают на энергии отходящих топочных газов; чем большую скорость имеет газовый поток, тем выше средняя мощность лазера. Такие лазеры были построены на широкий диапазон длин волн. На заседании секции АФО по мощным лазерам А. де Ма-

*) The Wraps Come off Continuous High Power Lasers, Phys. Today 23 (7), 55 (1970). Перевод В. И. Рыдника.

валентную (верхний уровень лазера), симметричную валентную (нижний уровень) и изгибную. Единственная колебательная мода молекулы азота с нижним уровнем, расположенным, к счастью, близко к верхнему лазерному уровню CO_2 , может быстро обмениваться с ним энергией.

Для создания инверсной заселенности следует расширить газовую смесь через сопло быстрее, чем произойдет релаксация верхнего уровня CO_2 , связанного с уровнем N_2 . В то же время благодаря присутствию катализатора нижний уровень может успеть релаксировать за время, меньшее или сравнимое с временем расширения газовой смеси. В результате обеднения верхнего уровня CO_2 заселяется возбужденное состояние азота. В опыте характерные параметры имели следующие значения: просвет сопла 0,8 мм, отношение входной и выходной площадей сопла равно 14, число Маха за соплом 4, давление 0,1 атм и комнатная температура. Типичный к. п. д. преобразования энергии составлял около 1%.

Самый мощный газодинамический лазер с тепловой накачкой, описанный Джерри, использует в качестве топлива CO . Зеркала расположены на расстоянии 80 см друг от друга; расход газа около 12 кг/сек и скорость потока 1300 м/сек. Лазер создает мощность 60 квт в многомодовом режиме и 30 квт в пучке с апертурой 30 см и расходимостью 20".

Зачем нужны столь высокие мощности при непрерывной генерации? Очевидным применением таких лазеров является сварка и резка стальных пластин желаемого профиля даже в самом процессе формовки. Джерри заявил, что фирма «Авко» не пыталась разрабатывать идею о том, чтобы лучом такой мощности поражать самолеты или ракеты: атмосферная турбулентность нарушит коллимацию пучка на больших расстояниях.

Де Мария отметил, что для научных и технических применений предпочтительнее лазеры с электрической накачкой благодаря меньшей их величине, простоте, безопасности, универсальности и низкому уровню шумов.

Для большинства экспериментов в средних мощностях порядка квт нет необходимости. Их нельзя использовать в опытах по нелинейной оптике: луч такой мощности попросту испарит образцы. Но вот получение больших пиковых мощностей было бы весьма нужным. Сейчас действуют лазеры на CO_2 с электроразрядной накачкой, которые дают пиковые мощности порядка Мвт и генерируют десятки дж световой энергии за времена порядка мксек.

Что касается импульсных газовых лазеров большой мощности, то следует отметить, что достижение высоких мощностей, по-видимому, ограничено такими факторами, которые отсутствуют для твердотельных лазеров, например плотностью запасаемой энергии и шириной эмиссионных линий. Поэтому с помощью газовых лазеров не удается получать импульсы короче десятков нсек. Однако результаты некоторых экспериментов показывают, что, возможно, удастся преодолеть эти ограничения.