

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

doi: 10.51639/2713-0568_2021_1_3_32

УДК 535.8

ГРНТИ 29.31.27

Автоматизированное 3D проектирование активного элемента газоразрядного ионного аргонового лазера

* Степанов В. А., Овчинникова Е. В., Серебряков А. О.

390000, Россия, Рязань, ул. Свободы 46,
РГУ им. С. А. Есенина

e-mail: vl.stepanov@365.rsu.edu.ru

Работа посвящена автоматизированному проектированию активного элемента газоразрядного ионного аргонового лазера с использованием программного комплекса Компас-3D. Представлены: чертеж разрядного капилляра с окнами под углом Брюстера и системой охлаждения, 3D модели баллонов катодного узла и рубашки охлаждения, анодной металлокерамической части капилляра, обводного канала и элементов крепления катодного узла.

Ключевые слова: газоразрядный лазер, аргон, программный комплекс, трехмерное моделирование, активный элемент, капилляр, катодный узел, система охлаждения, обратный инжиниринг, угол Брюстера.

Введение

Решение задач совершенствования организации производства на основе «цифровизации» процессов жизненного цикла производимой продукции и предоставляемых услуг является одним из актуальных направлений и отвечает современным тенденциям, ориентированным на повышение конкурентоспособности производимой продукции/услуг или производственных систем за счет сокращения времени разработки и внедрения в серийное производство выпускаемой нового поколения продукции. Успешность решения данных задач во много зависит от непрерывного создания, внедрения, применения, накопления и трансфера новых знаний, наукоемких технологий и инновационных подходов, позволяющих выстраивать принципиально новые технологические цепочки с последующим построением на их основе «умных» или «цифровых» производств. Одной из центральных наукоемких технологий является компьютерный инжиниринг, имеющий надотраслевой характер, и в рамках которого принято выделять следующие приоритетные тенденции:

- 1) интеграция компьютерных систем предназначенных для решения задач конструкторского и технологического с последующей ориентацией на станки с ЧПУ и аддитивные технологии;
- 2) В настоящее время САПР используется на многих предприятиях и проектных организациях, позволяя улучшить детализацию конструкции, вывести ее на новый

уровень. При этом повышаются темпы и качество проектирования, более эффективно выполняются сложные инженерные расчеты.

В настоящее время САПР используется на многих предприятиях и проектных организациях, позволяя улучшить детализацию конструкции, вывести ее на новый уровень. При этом повышаются темпы и качество проектирования, более эффективно выполняются сложные инженерные расчеты.

КОМПАС-График 5.9 (ОАО «Аскон»). Редактор параметрического чертежа и дизайна ориентирован на выпуск конструкторской и технологической сборки. Одна из сильных сторон КОМПАС-График является полная поддержка ЕСКД. КОМПАС-График имеет ряд дополнительных библиотек, в том числе: системы для спецификации проектирования, машиностроительного библиотека, библиотека для проектирования тел вращения и т.д.

Особого внимания заслуживает программный комплекс КОМПАС-3D российской компании АСКОН. В настоящее время САПР КОМПАС широко применяется в машиностроении, приборостроении, строительстве и энергетике. Принципиальным отличием КОМПАС-3D является использование отечественного математического ядра и параметрических программ, разработанных специалистами АСКОН. АСКОН и НТЦ АПМ - российский лидер в области разработки систем конечно элементного анализа, совместными усилиями создавая программное обеспечение, позволяющее выполнять КОМПАС-График 5.9 (ОАО «Аскон»). Редактор параметрического чертежа и дизайна ориентирован на выпуск конструкторской и технологической сборки. Одна из сильных сторон КОМПАС-График является полная поддержка ЕСКД. КОМПАС-График имеет ряд дополнительных библиотек, в том числе: системы для спецификации проектирования, машиностроительного библиотека, библиотека для проектирования тел вращения и т.д.

В результате совместной работы, в среде КОМПАС-3D появилась CAE библиотека, реализующая решения инженерных задач методом конечных элементов (МКЭ). Подготовка геометрической 3D-модели и задание материала осуществляется средствами системы КОМПАС-3D. С помощью АРМ FEM можно приложить нагрузки различных типов, указать граничные условия, создать, конечно, элементную сетку и выполнить расчет. При этом процедура генерации конечных элементов проводится автоматически.

Повышение эффективности и результативности современных производственных систем возможно за счет внедрения прогрессивных технологий, одной из которых является метод реверсивного (обратного) инжиниринга сложных изделий. Данный метод ориентирован на быстрое получение конечного результата – трехмерной модели и комплекта конструкторской документации на изделие, что позволяет значительно сократить сроки проектирования, модификации и ввода в производство проектируемого изделия. Интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий и их широкое внедрение на каждом этапе жизненного цикла производимой продукции позволяет находить комплексное решение поставленной научно-технической проблемы посредством использования соответствующего класса программного обеспечения.

В настоящее время в промышленном производстве широкое распространение нашли системы автоматизированного проектирования – CAD (Computer aided design) системы, позволяющие автоматизировать функции процесса проектирования изделия и создания комплекта рабочей документации, к которым относится Компас-3D – это программный комплекс, предназначенный для решения задач трехмерного моделирования. Данная система также используется для реализации метода реверсивного или обратного инжиниринга при проектировании изделий основного и вспомогательного производств в широких отраслях промышленности, машиностроении, приборостроении, авиастроении, судостроении, станкостроении, вакуумной, газоразрядной и квантовой электронике, металлургии, промышленно-гражданском строительстве, производстве товаров народного

потребления и т. д. Использование данной САД-системы позволяет оптимизировать и повысить эффективность труда при разработке проектной конструкторской документации.

Программный комплекс Компас-3D был использован для решения задачи моделирования активного элемента при создании источника когерентного излучения на основе газоразрядного ионного аргонового (криптонового) лазера. Чертежи основных частей активного элемента лазера представлены на рис. 1–6.

Активный элемент представляет собой двухэлектродную газоразрядную трубку. В трубке, наполненной аргоном(криптоном), реализуется сильноточный (более 150 а/см^2) дуговой разряд с прямонакальным катодом. В качестве разрядообразующего канала в конструкции использована керамическая цельнопаянная длинномерная трубка из окиси бериллия с внутренним диаметром 2,5 мм, обеспечивающим одномодовый режим работы лазера. Бериллиевая керамика через металлический переход соединяется со стеклянной трубкой, торец которой с двух сторон шлифуется под углом Брюстера. Торцы трубки герметизируются специальным вакуумнопрочным клеем и тонкой кварцевой пластинкой. Для отвода тепла выделяемого током разряда используется рубашка охлаждения.

Активный элемент охлаждается дистиллированной водой или хладагентом (дистиллят). Чертеж общего вида активного элемента представлен на рис. 1.

В процессе проектирования рассматриваемого устройства были разработаны 3D модели отдельных составных узлов активного элемента лазера. В дальнейшем полученные трехмерные модели использовались для создания рабочих чертежей основных частей рассматриваемого устройства и разработки технологии изготовления отдельных компонентов, а также для выполнения сборки всего активного элемента. На рис. 2–6 представлены чертежи узлов, полученные в результате создания 3D моделей методом обратного инжиниринга (размеры и обозначения убраны с целью соблюдения соглашения о неразглашении коммерческой тайны).

Ионные лазеры на инертных газах (аргоне и криптоне) относятся к разряду уникальных устройств для когерентного видимого непрерывного излучения в сине-зеленой и красной областях спектра с мощностью от нескольких милливатт до 50 ватт. Данный тип лазеров нашел свое применение там, где He-Ne- и He-Cd-лазеры оказались недостаточно мощными. Наибольший интерес представляет их использование в голографии при изготовлении художественных голограмм изделий самого профиля и в спектроскопии рассеянного света при изучении физических процессов наноструктур. Среди прочих областей применения можно выделить полиграфическую промышленность (для экспонирования, изготовления видео- и аудиодисков), высокоскоростные лазерные принтеры, опорное направление- система посадки самолетов и подводное телевидение, разнообразные лазерные шоу. Кроме того, ионный аргоновый лазер используется для накачки лазеров на красителях и титан-сапфировых лазерных систем. При этом – путем соответствующей синхронизации мод – могут генерироваться импульсы в пико- и фемтосекундном диапазонах. Непрерывно перестраиваемые (cw)-лазеры также подлежат накачке с применением аргоновых лазеров.

Представленные чертежи используются в производстве активного элемента газоразрядного ионного (аргонового и криптонового)лазеров фирмой ООО «ЛазерВариоРакурс». Проведена работа по восстановлению чертежей и технологии изготовления(восстановления) активных элементов аргонового и криптонового лазеров, применяемых в различных технологических и физических установках в России.

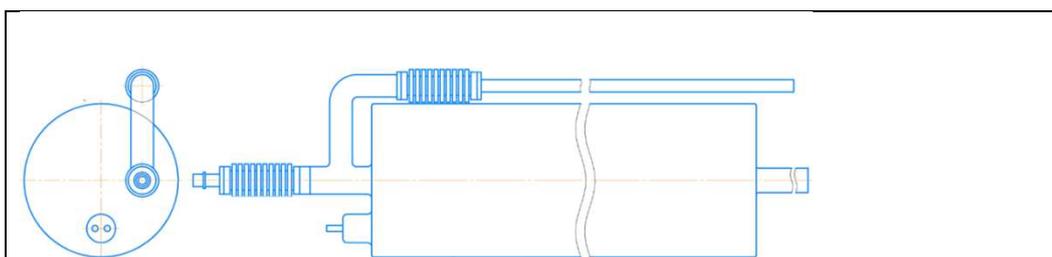


Рис. 1. Баллон катодного узла

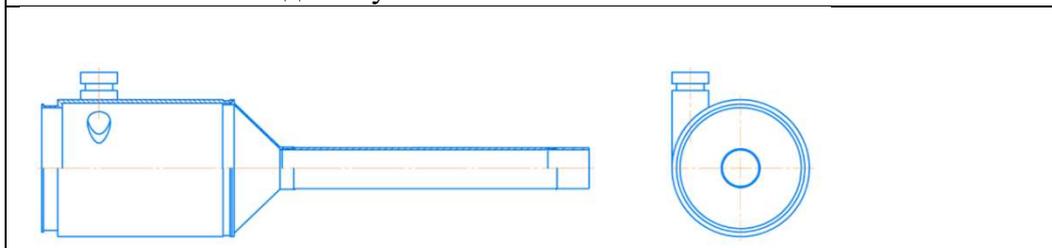


Рис. 2. Корпус рубашки охладителя

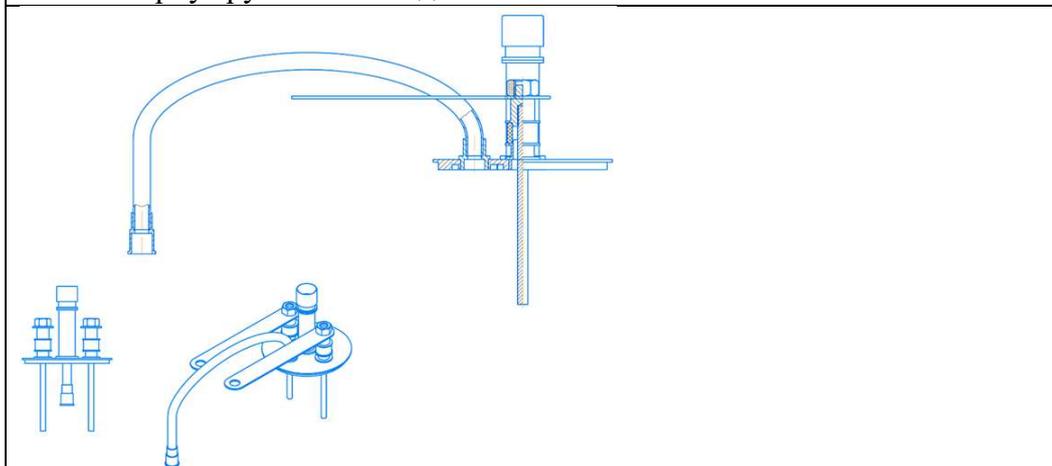


Рис. 3. Элементы и узлы катодного блока

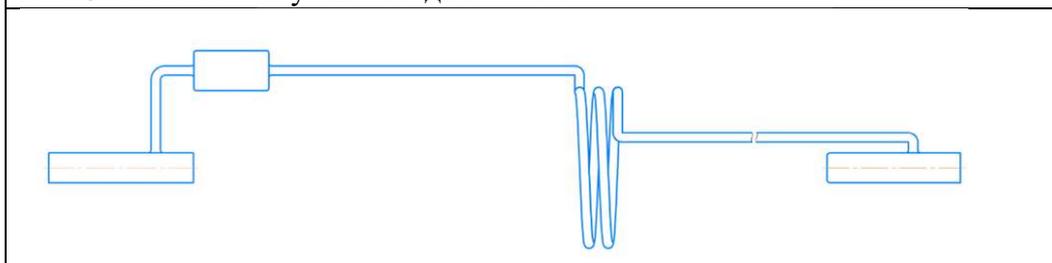


Рис. 4. Обводная трубка

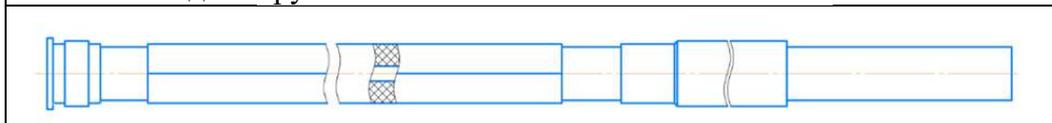


Рис. 5. Блок арматуры анодной металлокерамической части капилляра

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами, на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Е. В. Овчинникова, А. О. Серебряков Цифровая трансформация производства: перспективы и средства компьютерного инжиниринга // Материалы Всерос. науч.-метод. конф. Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве: материалы II Всерос. науч.-практ. конф., 26–27 марта 2020 года / Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина. – С. 92–94. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rsu.edu.ru/wp-content/uploads/2020/10/63239.pdf>
2. В. Ф. Быковский, С. И. Мольков, В. С. Хилов, С. И. Хилов, В. А. Степанов. Мощный источник когерентного излучения для оптической голографии и рамановской спектроскопии // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2013. – № 165. – С. 71–79.

Automated 3D design of an active element of a gas-discharge ion argon laser

Stepanov V. A., Ovchinnikova E. V., Serebryakov A. O.

*390000, Russia, Ryazan, st. Freedom 46,
Russian State University named after S. A. Yesenin*

The work is devoted to the computer-aided design of the active element of a gas-discharge ion argon laser using the Compass-3D software package. Presented are: a drawing of a discharge capillary with windows at a Brewster angle and a cooling system, 3D models of the balloons of the cathode assembly and cooling jacket, anode cermet part of the capillary, bypass channel and fastening elements of the cathode assembly.

Key words: gas-discharge laser, argon, software package, three-dimensional modeling, active element, capillary, cathode assembly, cooling system, reverse engineering, Brewster angle.