



УДК 330.4

DOI: 10.22184/NanoRus.2019.12.89.647.649

ФАБРИКА БУДУЩЕГО ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ КАСТОМИЗИРОВАННОЙ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ НАУЧНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

FACTORY OF THE FUTURE FOR DEVELOPING AND MANUFACTURING CUSTOMIZED VACUUM EQUIPMENT FOR SCIENTIFIC INSTRUMENT MAKING AND HIGH-TECH INDUSTRIES

БОРОДИН АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
borodin@ezan.ac.ru

BORODIN ALEXEY V.
borodin@ezan.ac.ru

ВЕРЕТЕННИКОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

VERETENNIKOV ALEXANDER V.

БОЖКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

BOZHKO SERGEY V.

КОТОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

KOTOV SERGEY V.

КУЗЬМИН ДЕНИС НИКОЛАЕВИЧ

KUZMIN DENIS N.

БОРОДИН ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ

BORODIN VLADIMIR A.

ФГУП «Экспериментальный завод научного
приборостроения» со Специальным конструкторским
бюро РАН
142432, г. Черноголовка, просп. Академика Семенова, 9
Тел.: +7 (495) 993-61-20

*Experimental Scientific Engineering Plant with Special RAS
Design Bureau
9 Ac. Semenov St., Chernogolovka, 142432
Tel.: +7 (495) 993-61-20*

В статье представлены научно-технический задел и работы экспериментального завода научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро РАН (ФГУП ЭЗАН) по компьютерному инжинирингу, разработке и производству высоковакуумной техники, приборам и технологическому оборудованию на ее основе. Рассматривается реализуемый в настоящее время в рамках НТИ проект «Фабрики будущего» по разработке и производству кастомизированной вакуумной техники для научного приборостроения и высокотехнологичных отраслей промышленности.

Ключевые слова: вакуумная техника; научное приборостроение; Национальная технологическая инициатива; фабрика будущего; цифровая фабрика.

The paper presents the scientific and technical background and activity of the Experimental Factory for Scientific Engineering with the Special Design Bureau of the Russian Academy of Sciences in the field of computer engineering, development and production of high vacuum equipment, as well as related scientific instruments and technological equipment. The project “Factories of the Future”, which is currently being implemented within the NTI (National Technology Initiative), for the development and production of customized vacuum equipment for scientific instruments and high-tech industries has been considered.

Keywords: vacuum technology; scientific instrumentation; National Technology Initiative; Factory of the Future.

Одной из проблем развития отечественного научного приборостроения является отсутствие предприятий, способных оперативно решать задачи по разработке и производству разнообразной вакуумной техники и ее компонент для новых приборов и технологического оборудования — как уникальных, которые имеют ограниченное применения для научных исследований, так и тех, которые планируется тиражировать для широкого круга потребителей.

В настоящее время стал очевидна необходимость в новом типе предприятия — «фабрики будущего», которое способно быстро откликаться на индивидуальный (кастомизированный) запрос и представлять заказчику изделие по цене, сопоставимой с серийной продукцией, а также осуществлять серийное производство. Важной особенностью такого предприятия должна стать способность оперативной работы с заказчиками, находящимися на разных уровнях готовности



технологии (УГТ/TRL), в том числе на самых низких — фундаментальные и прикладные исследования. Именно расширение фронта фундаментальных и прикладных исследований организациями, подведомственными министерству науки и высшего образования, является дополнительным аргументом для реализации такого проекта. «Фабрика будущего» понимается как система комплексных технологических решений (интегрированные технологические цепочки), обеспечивающая в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [1]. В понятие «фабрики будущего» включается понятие «цифровые фабрики», использующие технологии компьютерного инжиниринга, в первую очередь цифрового моделирования и проектирования как самих изделий, так и производственных процессов на протяжении всего жизненного цикла изделия, а также понятие «умной фабрики», которая представляет собой автоматизированную систему управления технологическими и производственными процессами, позволяющую оперативно переналаживать оборудование без вмешательства человека. Третьим звеном «фабрики будущего» является «виртуальная фабрика», являющаяся, по сути, распределенной сетью «цифровых» и «умных» фабрик, связанных между собой на основе технологий управления глобальными цепочками поставок и производственными активами [2].

ПРЕДПОСЫЛКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

В настоящее время ФГУП ЭЗАН разрабатывает и производит следующее оборудование, имеющее в своем составе элементы вакуумной техники:

- серия изотопных масс-спектрометров для производства уранового топлива;
- серия автоматизированного оборудования для выращивания монокристаллов тугоплавких оксидов и карбida кремния;
- кастомизированное оборудование для высокотемпературного синтеза и обработки материалов;
- плазмохимическое оборудование для травления и осаждения тонких пленок;
- вакуумные и сверхвысоковакуумные камеры, в том числе и из алюминия;
- вакуумные аксессуары.

На предприятии имеются механическое производство, литейное производство, гальваническое производство, сборочно-монтажное производство радиоэлектронной аппаратуры, вспомогательные участки (сварочный участок, участок керамики и пластмасс, участок наладки и тестирования электронной аппаратуры, участок сборки вакуумного оборудования) и т.д.

На ФГУП ЭЗАН разработана и внедрена собственная система управления финансами и производством, АСУП «Кедр» [3], включающая в себя модули PDM, CAPP, APS/MES, MRO, CRM и FI. В систему управления предприятия интегрированы САПР и PLM сторонних разработчиков, а также системы управления снабжением и бухгалтерским учетом. Обеспечивается финансовое планирование предприятия с учетом фактически заключенных и прогнозируемых договоров. Обеспечивается построение цифровой модели производства с учетом фактических мощностей обрабатывающих центров и циклов изготовления. Имеются CAD/CAM/CAE-модули: проектирование изделий и подготовка конструкторской документации ведется при помощи САПР Сгео и «КОМПАС-3Д».

Получены результаты по виртуальному тестированию разрабатываемой продукции на основе численного моделирования, в частности, для тепловых узлов установок выращивания кристаллов [4, 5].

ОСНОВНЫЕ РЫНКИ «ФАБРИКИ БУДУЩЕГО»

В настоящее время наблюдается устойчивое увеличение общего объема рынка вакуумного оборудования: в первую очередь, за счет высокотехнологичных приложений усиливается сегментация производителей по типам создаваемого оборудования, интенсифицируется развитие рынка аксессуаров, компонент и элементов вакуумных систем. Специализированные компании, используя надежных поставщиков вакуумных камер, аксессуаров и компонент, нацелены на разработку и производство завершенных технологических комплексов.

Полупроводниковая промышленность, научное приборостроение и НИОКР являются основными секторами вакуумной техники (более 60 %) и вместе составляют около 100 млрд долларов. Рынок вакуумной техники для указанных секторов оценивается в 15 млрд долларов. ФГУП ЭЗАН планирует работать по этим сегментам российского рынка, который пока меньше 1 % мирового рынка, но при переходе от сырьевой экономики к экономике знаний и высоких технологий объем российского рынка будет возрастать. Кроме того, планируется выход и на зарубежные рынки. На начальной стадии цифрового производства завод предполагает обеспечить потребности организаций, развивающих электронное и химическое машиностроение.

ИДЕЯ ПРОЕКТА И ПОДХОД К ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Для реализации проекта «Фабрика будущего вакуумной техники» необходимо решение следующих задач.

1. Создание распределенной информационной среды для оперативного взаимодействия предприятия с заказчиком, соисполнителями, поставщиками и экспертами.

2. Обеспечение работы с заказчиками, находящимися на любых уровнях готовности технологии (УГТ/TRL), включая фундаментальные и прикладные исследования:

- первичное взаимодействие с заказчиком посредством «цифрового окна»;
- оперативная реакция и информирование заказчика о принципиальной возможности разработки и изготовления;
- использование базы данных аналогичных наработок предприятия, состоящей как из типовых, так и из уникальных решений;
- оперативное предоставление заказчику предварительных 3D-моделей изделий.

3. Вовлечение заказчика в процесс разработки конструкторской документации с возможностью ее многократной корректировки при изменении его требований:

- заказчик становится «виртуальным работником» и действует в постоянном контакте с разработчиками;
- заказчик имеет доступ к разрабатываемой документации с возможностью внесения предложений о корректировке своих требований на любой стадии.

4. Обеспечение оперативной технологической подготовки производства и готовности производства к решению задач по изготовлению разнообразной вакуумной техники с применением передовых производственных технологий (ППТ):



- применение современных систем-элементов «цифровой» и «умной» фабрик;
- модернизация производства и его оснащение высокопроизводительными обрабатывающими центрами;
- обучение персонала.

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА.

Этап 1. Разработка «цифрового окна» «фабрики будущего»:

- разработка «цифрового окна» с функциями получения информации от заказчика;
- разработка интерактивного «цифрового окна» для обеспечения присутствия заказчика в качестве «виртуального работника»;
- разработка интерактивного «цифрового окна» для экспертов, соисполнителей и поставщиков

Этап 2. Создание единой цифровой среды «фабрики будущего»:

- создание системы сквозного проектирования кастомизированных изделий и подготовки производства с обеспечением информационной безопасности цифровой среды;
- разработка механизма оперативного отклика на запрос заказчика с применением базы моделей вакуумной техники и базы современных производственных технологий;
- испытание единой цифровой среды «фабрики будущего» в условиях полигона;
- повышение квалификации инженерного персонала.

Этап 3. Создание экспериментального производственного участка (полигона) кастомизированной продукции:

- организация отдельного экспериментального производственного участка (полигона);
- дооснащение участка передовыми производственными технологиями и оборудованием;
- повышение квалификации производственного персонала.

Этап 4. Проведение тестовой эксплуатации «фабрики будущего» и проведение корректировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы.
2. Глобальные технологические тренды. [http://issek.hse.ru/trendletter/Трендлэттер № 8 \(2016\).](http://issek.hse.ru/trendletter/Трендлэттер № 8 (2016).)
3. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2008614152 и № 2007614304.
4. Borodin A.V., Borodin V.A. *Numerical simulation of the distribution of individual gas bubbles in shaped sapphire crystals* // J. of Crystal Growth, V. 478, 2017. P. 180–186.
5. Бородин А. В., Юдин М. В., Францев Д. Н. Виртуальный тепловой узел для численного исследования процесса выращивания профилированных кристаллов сапфира // Научное приборостроение, 2017. — Т. 27. — № 3. — С. 70–80.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



СПРАВОЧНИК ПО ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ

под ред. Д. Хоффмана, Б. Сингха, Дж. Томаса III

при поддержке ФГУП «Научно-исследовательский институт
вакуумной техники им. С. А. Векшинского»
перевод с англ. под ред. В. А. Романько, С. Б. Нестерова

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2011. – 736 с.
ISBN 978-5-94836-294-6

Цена 1188 руб.

Предлагаемый справочник по вакуумной технике и технологиям является переводом книги, созданной американскими специалистами. В справочнике приведены фундаментальные положения технологии вакуума и физики поверхности, рассмотрены конструкции различных типов насосов и средств измерения вакуума и течеискания. Подробно описаны различные вакуумные системы и технологии.

Издание содержит значительный объем экспериментальных данных, необходимых при проектировании и эксплуатации специального вакуумного технологического оборудования. Справочник является прекрасным дополнением к отечественным изданиям и будет полезен для инженерно-технических работников и специалистов, занимающихся конструированием, изготовлением и эксплуатацией вакуумных систем, а также для студентов и аспирантов технических вузов.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 (495) 234-0110; ☎ +7 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru