

# ОБЗОР РЫНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Алексеев, к.х.н.<sup>1</sup>, А.Григорьева, к.э.н.<sup>2</sup>, М.Перевозникова<sup>3</sup>

УДК 621.791  
БАК 05.27.00

Реализация государственных программ в области радиоэлектроники, направленных, в частности, на импортозамещение, позволила за последние годы существенно увеличить производство продукции в России. Одним из факторов, влияющих на увеличение доли отечественных электронных изделий на внутреннем рынке, является развитие вспомогательных отраслей, в том числе производства технологических и конструкционных материалов. Все большее значение приобретают вопросы поддержания достаточного объема производства отечественных материалов, а также обеспечение их стабильно высокого качества. Краткий обзор рынка радиоэлектроники и результаты опроса предприятий радиоэлектронной промышленности России позволяют оценить потребности производителей в технологических и конструкционных материалах.

По оценкам экспертов, объем российского рынка электроники составляет 45 100 млн долл. США [1]. При этом доля импортной электронной продукции в зависимости от ее вида колеблется в пределах от 70 до 95%. Например, доля печатных плат зарубежного производства составляет 70%, электронной аппаратуры – 80%, цифровых микросхем – 95%.

В рамках реализации Государственной программы "Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы" стоит задача увеличения к 2025 году доли отечественных радиоэлектронных изделий на внутреннем рынке до 40%, а на мировом – до 0,8%, то есть за эти годы объем производства и реали-

зации продукции отечественного радиоэлектронного комплекса должен возрасти до 40 млрд долл. США [2].

Несмотря на большие объемы импортной продукции на российском рынке, радиоэлектронная отрасль показывает положительную динамику. Так, например, в 2015 году объем выпуска продукции предприятий радиоэлектронной промышленности увеличился на 22,3% (в сопоставимых ценах) по сравнению с 2014-м. По состоянию на конец 2015 года, фактический показатель количества разработанных базовых технологий выполнен на 240% [3]. В 2016 году объем выпуска товаров предприятиями радиоэлектронной промышленности увеличился на 11,4% (рис.1) [3–5]. По предварительным данным, суммарный объем российского рынка радиоэлектронной продукции в 2016 году возрос до 13,7% и составил 3,3 трлн руб. [5]. Активный рост радиоэлектронной отрасли в России требует развития производства качественных технологических и конструкционных материалов, от которых во многом зависит надежность радиоэлектронных изделий. К технологическим относятся вспомогательные материалы, используемые для

<sup>1</sup> ОАО "Авангард", начальник отдела радиоэлектронных технологий, тел. +7 905 228-32-09, alexerger@ya.ru.

<sup>2</sup> ОАО "Авангард", начальник центра маркетинга, рекламы и ВЭД, тел. +7 921 929-43-79, as\_grigoryeva@avangard.org.

<sup>3</sup> ОАО "Авангард", ведущий маркетолог, тел. +7 911 717-73-83, mv\_perevoznikova@avangard.org.

нормального протекания техпроцессов изготовления машин, приборов, микросхем, плат, процессоров и прочего, а также для обеспечения их нормальной работы [6].

В радиоэлектронной промышленности к технологическим и конструкционным материалам можно отнести:

1. флюсы – применяются для селективной пайки, пайки волной при монтаже электронных модулей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), а также для облуживания и ручной пайки выводов электрорадиоэлементов при сборке узлов РЭА, проводов, кабелей и жгутов [7];
2. припои (проволочные и трубчатые) – предназначены для сборки РЭА, а также для облуживания и ручной пайки выводов электрорадиоэлементов, проводов, кабелей и жгутов [7];
3. отмывочные жидкости (водные и полуводные) – предназначены для автоматизированной или механизированной водной и полуводной отмывки печатных узлов от остатков флюса после пайки и припойной пасты после оплавления при сборке электронных модулей и монтаже электронной компонентной базы широкой номенклатуры, включая изделия функциональной электроники, а также непосредственно перед нанесением влагозащитного покрытия для безопасной эксплуатации ответственной аппаратуры в жестких условиях. Отмывочные жидкости представляют собой смесь активных и вспомогательных органических веществ в органических растворителях [8];
4. паяльные (припойные) пасты – предназначены для пайки путем оплавления в процессе автоматизированного или механизированного поверхностного монтажа. Изготавливаются на основе низкотемпературных припоев и применяются для пайки узлов радиоэлектронной аппаратуры и изделий микроэлектроники. Представляют собой густую, вязкую массу, состоящую из смеси порошкообразного припоя и флюса-связки [8];
5. теплопроводные пасты (конструкционный материал) – предназначены для обеспечения эффективного теплового контакта между двумя соприкасающимися или сближенными поверхностями в аппаратуре и оборудовании различного назначения [9].

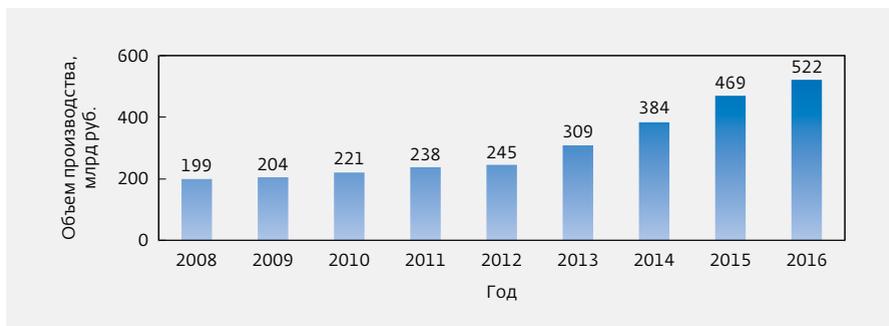


Рис.1. Объем производства радиоэлектронной продукции в России по годам

Согласно экспертным оценкам авторов средний объем российского рынка технологических материалов по основным продуктам составляет: по припойным пастам около 93,5 т в год, по припоям почти 191,7 т, по флюсам порядка 158,1 тыс. л, по отмывочным жидкостям около 251,6 тыс. л (рис.2). В стоимостном выражении объем рынка можно оценить следующим образом: по припойным пастам – 747,6 млн руб., припоям – 230,0 млн руб., флюсам – 158,1 млн руб., отмывочным жидкостям – 301,9 млн руб. (см. рис.2).

В целях оценки и анализа потребностей российских производителей в технологических и конструкционных материалах в апреле 2017 года проводился опрос, в котором приняли участие около 250 предприятий радиоэлектронной промышленности. Конверсия (доля предприятий, откликнувшихся на опрос) составила около 27%. Результаты опроса приведены ниже.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 61191-1-2010 на предприятиях, участвовавших в опросе, производят (рис.3) аппаратуру класса С (электронная аппаратура ответственного назначения) – 33%, класса В (специализированная электронная аппаратура) – 20%, класса А (элек-

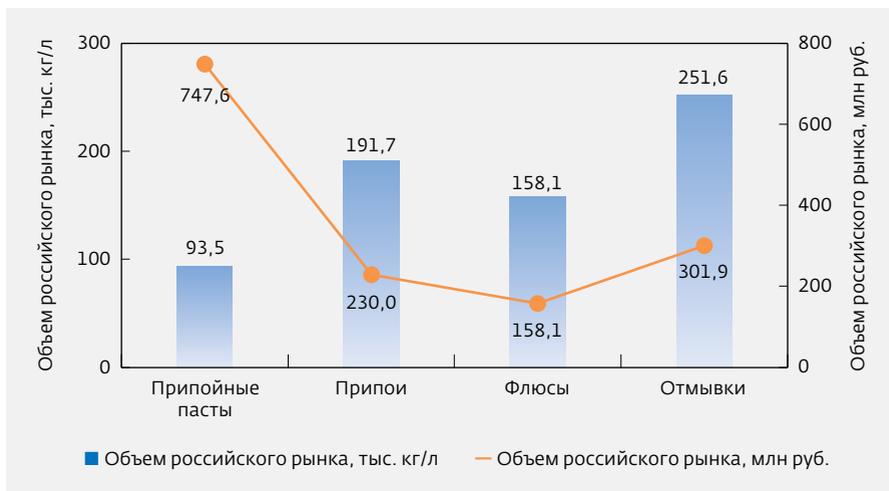
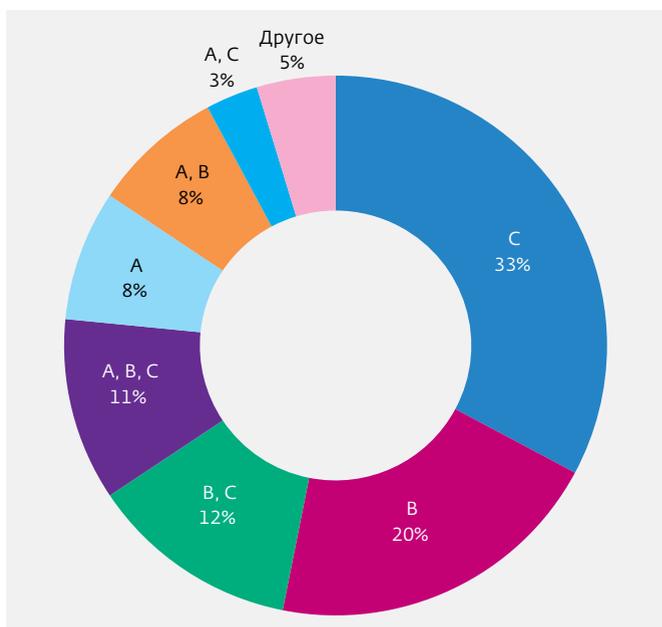


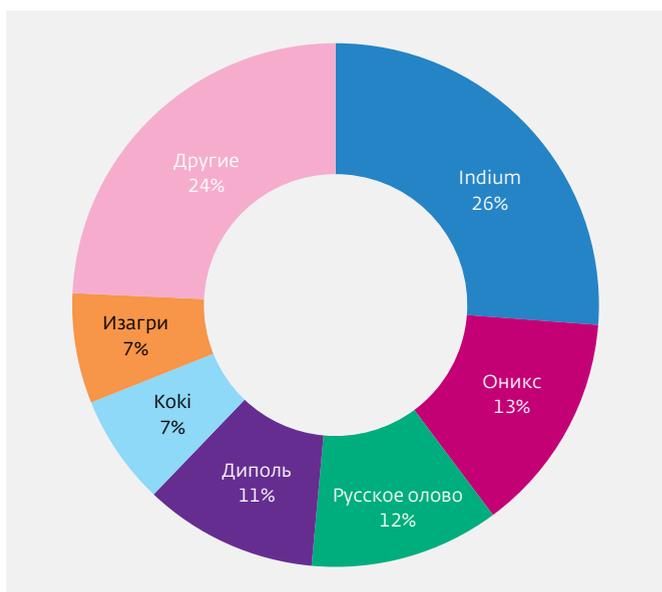
Рис.2. Объем российского рынка технологических материалов



**Рис.3.** Аппаратура, выпускаемая российскими предприятиями в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61191-1-2010 (данные анкетирования)

тронные изделия общего применения) – 8%, классов В и С – 12%, А, В и С – 11%, А и В – 8%, А и С – 3%, на долю прочего (преимущественно медицинская техника) приходится примерно 5%.

По результатам анкетирования предприятий лидером отрасли можно назвать американскую компа-



**Рис.4.** Рыночные доли основных производителей технологических и конструкционных материалов (данные анкетирования)

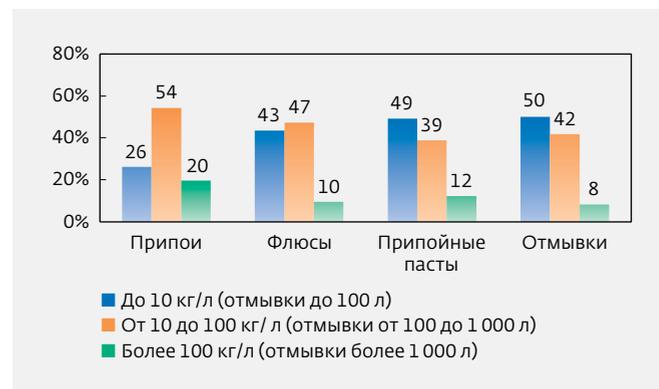
нию Indium Corporation с долей в 26%, второе, третье и четвертое места заняли российские компании "Оникс" (г. Ярославль), "Торговый дом Русское олово" (Московская область), "Диполь" (г. Санкт-Петербург) – 13%, 12% и 11% соответственно (рис.4). На долю "Изagri" (г. Москва) и японской компании Кокі, по результатам опроса, приходится по 7% доли рынка. Оставшиеся 24% делят между собой остальные производители.

Потребности российских предприятий в технологических и конструкционных материалах, по результатам анкетирования, составили (рис.5):

1. Припои:
  - до 10 кг в год используют около 26% предприятий;
  - от 10 до 100 кг в год – 54% предприятий;
  - более 100 кг в год – 20% предприятий.
2. Флюсы:
  - до 10 кг в год используют около 43% предприятий;
  - от 10 до 100 кг в год – 47% предприятий;
  - более 100 кг в год – 10% предприятий.
3. Припойные пасты:
  - до 10 кг в год используют около 49% предприятий;
  - от 10 до 100 кг в год – 39% предприятий;
  - более 100 кг в год – 12% предприятий.
4. Отмывочные жидкости:
  - до 100 л в год используют около 50% предприятий;
  - от 100 до 1000 л в год – 42% предприятий;
  - более 1000 л в год – 8% предприятий.

Анализ используемых видов технологической пайки показал, что (рис.6) 44% предприятий, участвовавших в опросе, используют низкотемпературную пайку паяльником, 21% – ступенчатую, 11% – пайку волной, 10% – конвекционную, 5% – парофазную, 9% приходится на остальные виды пайки (вакуумную, индукционную и др.).

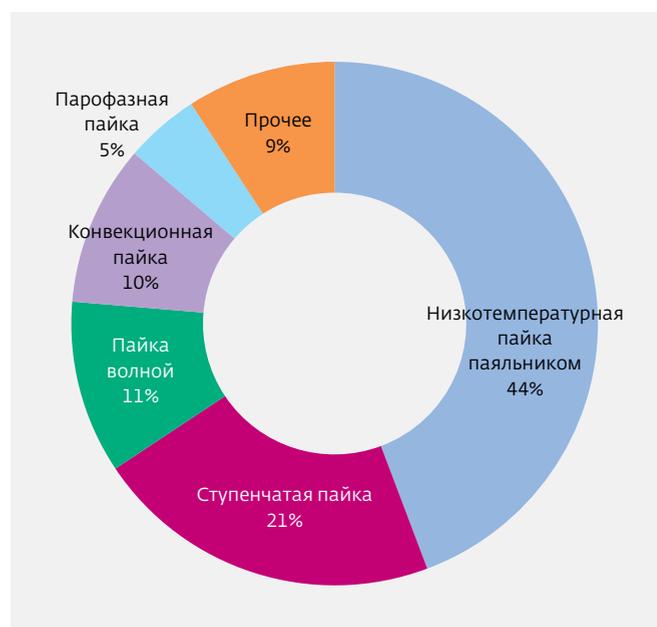
Также стоит отметить, что для 83% предприятий актуальной является проблема обеспечения надежности выпускаемых изделий. Не секрет, что повышен-



**Рис.5.** Потребности российских предприятий в технологических и конструкционных материалах (данные анкетирования)

ную надежность и повторяемость с учетом требований миниатюризации, а также минимальное влияние человеческого фактора обеспечивает только технология автоматизированного поверхностного монтажа [10–12]. Однако точно оценить надежность паяных соединений поверхностного монтажа сегодня не представляется возможным. Это обусловлено в первую очередь отсутствием нормативно-технической документации (НТД) по прогнозированию и оценке их надежности. Единственным руководством для расчета надежности является справочник [13], в котором нет данных об интенсивности отказов для этого вида паяных соединений. Для того чтобы обеспечить прогнозирование и оценку надежности паяных соединений и в целом РЭА, необходимо обновить справочник "Надежность электрорадиоизделий", в который следует включить методики расчета (прогнозирования) усталостной долговечности паяных соединений поверхностного монтажа.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что для реализации программы импортозамещения в радиоэлектронной отрасли в части технологических материалов перспектива сохраняется, поскольку 33% рынка, по результатам опроса, занимают иностранные производители. При этом около половины предприятий радиоэлектронной промышленности потребляют технологические и конструкционные материалы в объеме



**Рис.6.** Виды технологической пайки, используемой предприятиями (данные анкетирования)

выше среднего. Для обеспечения их бесперебойной работы на отечественных материалах российским производителям требуется поддерживать достаточ-

ный объем производства, а также стабильное качество выпускаемой продукции и ее соответствие регламентам и ГОСТам, поскольку для большинства потребителей проблема обеспечения надежности и качества изготавливаемой продукции остается актуальной.

В настоящее время в рамках реализации государственных контрактов в целях импортозамещения технологических материалов двойного назначения выполняются НИОКР, направленные на организацию малотоннажного производства трубчатых, проволочных припоев и паяльных паст. Появление на рынке таких материалов удовлетворит потребность предприятий радиоэлектронной промышленности и позволит им выпускать качественную электронную аппаратуру ответственного и специального назначения, произведенную с использованием отечественных технологических материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка регулирующего воздействия заградительных таможенных пошлин на рынок электроники. – Информационно-аналитический центр современной электроники. [www.sovel.org/images/upload/ru/1367/Otchet\\_tamozhennoe\\_regulirovanie\\_rynka\\_elektroniki.pdf](http://www.sovel.org/images/upload/ru/1367/Otchet_tamozhennoe_regulirovanie_rynka_elektroniki.pdf)
2. **Андреев А., Дашкевич С., Евсеев В. и др.** Отечественный рынок радиоэлектронной аппаратуры: анализ и выработка управленческих решений // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2014. № 5. С. 132–142.
3. Правительство России. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России). Цифры и факты. – [http://government.ru/department/54/numbers\\_and\\_facts](http://government.ru/department/54/numbers_and_facts)
4. **Васильев М. М., Поклонский А. Ю., Корначев Д. В.** Обзор и анализ российского рынка радиоэлектронной промышленности: основные барьеры и способы их преодоления // Теория. Практика. Инновации 2016. № 8. <http://www.tpinauka.ru/2016/08/Vasilyev.pdf>
5. ЦНИИ "Электроника" оценил объем российского рынка радиоэлектронной продукции. – [www.elinform.ru/news\\_14122.htm?PHPSESSID=71e0ba41d11f896fb8a716454f731ec4](http://www.elinform.ru/news_14122.htm?PHPSESSID=71e0ba41d11f896fb8a716454f731ec4)
6. **Акулич Н. В.** Процессы производства черных и цветных металлов и их сплавов. – Гомель, 2008. 270 с.
7. ОСТ 4Г 0.033.200. "Припои и флюсы для пайки, припойные пасты. Марки, состав, свойства и область применения".
8. **Иванов Н. Н., Ивин В. Д., Алексеев С. А. и др.** Припойные пасты и отмывочные жидкости для монтажа электронных модулей ответственной РЭА // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОТ 2012. № 6. С. 21–31.
9. ТУ 2257–001–07518266–2009 ОАО "Авангард".
10. IPC-SM-785 USA "Руководство по ускоренным испытаниям на надежность паяных соединений поверхностного монтажа".
11. **Engelmaier W.** Wear-Out System Reliability with Multiple Components and Load Levels // Global SMT & Packaging. 2008. Vol. 8. No. 7. P. 30–39.
12. IPC-D-279 "Руководство по проектированию надежных модулей на печатных платах, собираемых по технологии поверхностного монтажа".
13. "Надежность электрорадиоизделий" РД В 319.01.20–98. Справочник. – 22 ЦНИИИ МО при участии РНИИ "Электронстандарт" и АО "Стандартэлектро" (Версия АСРН 2006).

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 517 руб.

### УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ УРОВНЕМ ВЫСОКОИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ (НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ)

**А.С. Комаров, Д.В. Крапухин, Е.И. Шульгин**  
*Под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева*

В монографии представлены результаты исследований и разработок по реализации "Основ политики Российской Федерации в области развития электронной компонентной базы на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу", утвержденных Президентом Российской Федерации.

Сформулированы основные принципы и методы управления техническим уровнем при реализации системной организации по проектированию, моделированию и технологическому обеспечению изготовления СБИС типа "система на кристалле", разработана концепция построения инфраструктуры сквозного проектирования сложнопфункциональных СБИС от системного уровня до топологии кристалла, выбора технологического базиса для изготовления СБИС с учетом обеспечения специальных требований по радиационной стойкости, организации процесса изготовления фотомасок и микросхем, последующего их тестирования, сборки, испытаний и применения.

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2014. – 240 с.  
ISBN 978-5-94836-397-4

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru), [sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)