

Лекция 13. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники

Контроль содержания паров воды внутри корпусов интегральных микросхем

Развитие интегральных схем (ИС) связано с увеличением степени интеграции, то есть числа элементов на кристалле и функциональной сложности, что обеспечивается как уменьшением размеров элементов, в том числе ширины тонкопленочных проводников и зазоров между ними, так и увеличением площади кристалла. При этом площадь, занимаемая межсоединениями, увеличилась с 20% для ИС первой и второй степени интеграции и до 80% для сверхбольших интегральных схем (СБИС).

С увеличением степени интеграции повышается их чувствительность к процессам, происходящим на поверхности кристалла, большинство которых связано с содержанием влаги внутри корпусов ИС. Учитывая последние отечественные требования к ИС по надежности (сохраняемость не менее 25 лет и наработка до отказа не менее 150 тыс. часов), особенно важно изучать механизмы отказов, анализ причин и источников попадания влаги в корпуса, на основе чего правильно оценивать мероприятия по снижению ее количества для повышения надежности ИС. Это становится возможным при точной оценке содержания паров воды внутри корпуса ИС.

Обобщая данные об отказах ИС, вызванных наличием паров воды в подкорпусном объеме, можно заключить, что для большинства ИС имеется критический уровень влажности, при котором начинается деградация электрических параметров, а затем и коррозия металлов.

В 1986 году в электронной промышленности был утвержден отраслевой стандарт ОСТ 11 20.9903-86. "Микросхемы интегральные. Система и методы операционного контроля в процессе производства. Технические требования к технологическому процессу при аттестации производства в котором сформулированы технические требования в части допустимого уровня влажности в подкорпусном объеме ИС при температуре 100 °С не более 0.5 объемного процента.

В 1987 году при пересмотре общих и специальных технических условий (ОСТ В 11 0398-87 "Микросхемы интегральные. Общие технические условия" и ОСТ В 11 073.012-87 "Микросхемы интегральные. Специальные общие технические условия") на ИС было включено требование по содержанию влаги внутри корпуса не более 0.5 объемного процента при 100 °С или 0.05 объемного процента при 25 °С.

При этом не допускается применение осушителей внутри корпуса. По новой редакции общих технических условий (ОСТ В 11 0998-99. "Микросхемы интегральные. Общие технические условия"), объединяющих требования и правила приемки для ИС разного уровня качества, то есть единого документа вместо ранее действующих ОТУ и СОТУ, требование по содержанию влаги внутри корпуса дано при температуре 25 °С не более 0.05 объемного процента.

В военном стандарте США норма по содержанию паров воды в корпусе при 100 °С установлена равной 5000 и 6000 ppm (эквивалентно 0.5 и 0.6 объемного процента) соответственно для монолитных ИС и гибридных интегральных схем (ГИС). Это примерно эквивалентно уровню влажности в корпусе ИС, равному 500 ppm при температуре 25 °С.

Для защиты от воздействий окружающей атмосферы и, в частности, от проникновения влаги к кристаллу ИС монтируются в герметичные корпуса. Практически невозможно обеспечить абсолютную герметичность корпуса. Требования отечественных и зарубежных стандартов показателя герметичности по скорости утечки или натекания газа в корпусах не должна быть более:

- $5 \cdot 10^{-8}$ атм · см³/с ($5 \cdot 10^{-3}$ Па · см³/с; $5 \cdot 10^{-5}$ л · мкмрт.ст/с)— для ИС с внутренним объемом до 1 см³;
- $5 \cdot 10^{-7}$ атм · см³/с ($5 \cdot 10^{-2}$ Па · см³/с; $5 \cdot 10^{-4}$ л · мкмрт.ст/с)— для ИС с внутренним объемом от 1 см³ до 10 см³.

Скорость утечки измеряется в $\text{атм} \cdot \text{см}^3/\text{с}$ или в единицах СИ, исходя из соотношения $1 \text{ атм} \cdot \text{см}^3/\text{с} = 105 \text{ Па} \cdot \text{см}^3/\text{с} = 0.1 \text{ Па} \cdot \text{м}^3/\text{с}$. Известно, что $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$ и $1 \text{ мм.рт.ст.} = 133 \text{ Па}$, а $1 \text{ мкм.рт.ст.} = 0.133 \text{ Па}$.

Если течь составляет $1 \text{ л} \cdot \text{мкмрт.ст.}/\text{с}$, то в объеме, равном одному литру, откачанном до высокого вакуума, давление в течение 1 с возрастет на 1 мкм.рт.ст. Детальное изучение источников влаги в подкорпусном объеме ИС позволяет разделить их на две группы: внутренние и внешние:

- К первым относится выделение влаги из материалов, непосредственно контактирующих с атмосферой объема корпуса ИС, таких как клей и стеклоприпой, а также выделение влаги, химически и физически сорбированной в порах и микронеровностях стеклокерамики, керамики и металлических покрытиях внутри ИС.
- Внешним источником является влага, натекающая через сквозные трещины или поры, а также диффундирующая через объем полимерного материала (корпуса пластмассовые и герметизируемые клеем). Начальный уровень влажности в корпусе ИС зависит от влажности и температуры той среды, в которой происходила герметизация (табл. 1).

Казалось бы, герметизация ИС в атмосфере с содержанием паров воды не более 50 ppm решает все вопросы. Однако, как было обнаружено экспериментально, такое требование необходимо, но недостаточно для обеспечения низкого уровня влажности в корпусе.

Таблица 1

Влияние условий герметизации на содержание влаги в корпусах ИС

Параметры среды герметизации		Парциальное давление паров в корпусе при 25 °С, ×10 ² Па	Число молекул воды, ×10 ¹⁵	Температура точки росы, °С
Температура, °С	Относительная влажность, %			
Температура герметизации 500 °С				
20	50	4,5	2,1	−5,5
20	80	7,1	3,4	0,2
30	50	8,0	3,8	3
Температура герметизации 400 °С				
20	50	5,5	2,6	−2,5
20	80	8,8	4,2	4,3
30	50	1,0	4,7	5,2

Оказалось, что, если детали корпусов с кристаллами ИС перед герметизацией тщательно не просушивались, уровень влаги в корпусах может в десятки и сотни раз превышать эту величину. Так, в корпусе, загерметизированном в атмосфере сухого бокса с уровнем влаги 5 ppm, но без предварительной просушки сборки и крышки, содержание паров воды при 100 °С составляло порядка 15000 ppm.

Проникновение паров воды, как и любого другого газа, через каналы течи внутрь корпуса ИС обычно выражают через скорость натекания Q при единичном перепаде давления (общего или парциального). На величину Q влияет геометрия каналов течи, давление внутри и снаружи корпуса, характер взаимодействия паров воды с поверхностью каналов течи.

Понятие стандартного натекания в соответствии с военным стандартом США MIL-STD-883 определяется как количество сухого воздуха в кубических сантиметрах, протекающего при температуре 25 °С через одиночную течь или несколько течей в 1 с, когда верхнее давление равно 10 Па, а нижнее — не более 133,3 Па.

Диапазон измеряемых экспериментально значений натекания у корпусов делится на большие (или грубые) течи (не менее $10^{-6} \text{ Па} \Delta \text{м}^3/\text{с}$) и малые (или тонкие) — от $10^{-7} \text{ Па} \Delta \text{м}^3/\text{с}$ до 10^{-9}

ПаΔм³/с и менее. В отечественной практике по интенсивности натекания течи принято делить на малые, средние и большие. Размеры течей, соответствующих принятому делению, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Классификация интенсивности натекания течи в подкорпусной объем ИС

Вид течи	Размер течи, л-мкм рт.ст./с	Диаметр микроотверстия при длине 1 мм, мкм
Малая	$10^{-5} \dots 10^{-3}$	0,1
Средняя	$10^{-3} \dots 10^{-1}$	1
Большая	$10^{-1} \dots 10$	100

К настоящему времени в мировой практике разработаны соответствующие средства и методы контроля и с их помощью проведены исследования влажности в корпусах ИС, позволившие установить нормы влажности и ввести методику испытаний в национальные стандарты. По принципу контроля и средствам измерения все методы можно классифицировать в соответствии с рис. 1.



Рис. 1: Классификация методов измерения количества влаги в корпусах ИС

К разрушающим методам относятся массспектрометрический и метод лазерной ИК-спектроскопии. К неразрушающим методам контроля влажности среды в подкорпусном объеме ИС относятся все методы, использующие специально изготовленные датчики влажности различного типа или элементы металлизации кристалла или корпуса ИС.

Соблюдение требований по содержанию влаги внутри корпусов ИС должно периодически в производстве проверяться. Методы, которыми необходимо контролировать содержание паров внутри корпусов ИС в отечественной практике, изложены в отраслевом стандарте ("ОСТ 11 073.013-83. Микросхемы интегральные. Методы испытаний. Часть 2. Испытания на воздействие климатических факторов и сред заполнения").

Цель контроля (испытания) заключается в том, чтобы измерить содержание паров воды в газовой среде внутри ИС в металлическом или керамическом корпусах. Испытание может быть разрушающим (методы 1 и 2) и неразрушающим (метод 3):

- Методом 1 измеряется содержание паров воды в газовой среде изделия масс-спектрометром, который должен обладать способностью воспроизводимо обнаруживать определенное содержание паров воды в корпусе с соотношением «сигнал — шум» 20:1, то есть при предельном содержании паров воды 5000 ppm в корпусе объемом 0,01 см³ масс-спектрометр должен чувствовать минимальный предел содержания влаги 250 ppm.
- Метод 2 измеряет содержание паров воды в подкорпусном объеме ИС путем накопления влаги, собранной осушенным газом-носителем при температуре 50 °С.
- Методом 3 определяется содержание паров воды в газовой среде подкорпусного объема ИС при температуре корпуса 100 ± 5 °С путем измерения реакции калиброванного влагочувствительного прибора (датчика), датчика который герметизируется в корпус ИС и имеет контакты на внешней стороне корпуса. Подходящими типами датчиков по отечественному документу являются: параллельные или расходящиеся металлические полоски на оксидированной поверхности кремниевого кристалла, а также пористые структуры анодированного алюминия с электродами, имеющими золоченое покрытие.

Главным недостатком методов 1 и 2, кроме того, что они разрушающие, являются их дороговизна и большой разброс полученных значений в зависимости от места их проведения, что видно из следующего эксперимента.

Выборка из 15 ИС типа 1564ЛН1 в корпусах 401.14-5, взятая произвольно из одной партии, изготовленной в августе 2000 г., была разделена на три группы по 5 штук в каждой. Измерения масс-спектрометрическим методом, проведенные заводом изготовителем, РНИИ «Электронстандарт» и ЦНИИ заказчика по определению содержания паров воды в подкорпусном объеме приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение результатов контроля влажности среды в ИС типа 1564ЛН1

№ измерения	Содержание паров воды, объемный процент, по измерениям		
	Завода-изготовителя	РНИИ «Электронстандарт»	ЦНИИ заказчика
1	0,27	0,10	0,3542
2	0,28	0,18	0,4540
3	0,24	0,19	0,3666
4	0,26	0,13	0,3447
5	0,23	0,10	0,3797

Хотя по данным измерений различных испытаний содержание паров воды в подкорпусном объеме у всех 15 испытываемых ИС типа 1564ЛН1 не превышает норму, равную 0,5 объемного процента при температуре 100 °С (или 5000 ppm), то есть соответствует требованиям общих технических

условий, разброс полученных значений подтверждает тезис о сложности измерений и неадекватности получаемых значений масс-спектрометрическим способом различными лабораториями.

Поэтому в настоящее время большое внимание делается альтернативным методам контроля, одним из которых является применение специальных элементов, встроенных в корпус ИС. В качестве такого элемента рекомендуются датчики поверхностно-конденсационного типа (датчики точки росы) и сорбционные, называемые микроэлектронными датчиками влажности (МЭДВ). МЭДВ встраивается в корпус ИС вместо или одновременно (если корпус большой) с кристаллом схемы. Такие датчики, как правило, должны по размерам соответствовать кристаллам ИС, допускать монтаж в корпус обычными для технологии сборки ИС способами, сохранять работоспособность после различных воздействий в процессе герметизации корпусов и последующих испытаний, включая электротермотренировку в течение 168 или 240 ч, термоциклирование в диапазоне температур $-60...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, длительное хранение (500 или 1000 ч) при температуре $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Датчики должны обладать стабильными метрологическими характеристиками, малым гистерезисом изотермы влаги. Совокупность выше указанных требований в полном объеме удовлетворяют датчики поверхностно-конденсационного типа или датчики точки росы.

Среди многочисленных конструкций таких датчиков оптимально использовать датчик емкостного типа из-за простоты конструкции и универсальности: этот тип датчика совместим практически с любым технологическим процессом производства ИС и при этом обладает неплохими метрологическими характеристиками.

Сконструированный Горловым М. И. Андреевым А. В., Ануфриевым Л. П. и Николаевой Е. В датчик этого типа представляет собой кристалл кремния размером $1\times 1\text{ мм}$ с размещенным на нем конденсатором, составленным из двух гребенок металлизации с зазором в 10 мкм .

Кроме того, на кристалле размещен сдвоенный термодатчик, позволяющий контролировать температуру в процессе измерений. Момент наступления точки росы соответствует излому на зависимости емкости датчика от температуры, который связан с изменением диэлектрической проницаемости воздушного промежутка вследствие конденсации влаги. Использование сдвоенного термодатчика диодно-резистивного типа позволяет повысить точность измерения температуры. Конструкция датчика позволяет размещать последний в любом типе корпуса ИС.

На рис. 2 показана посадка кристалла датчика размером $3\times 2\text{ мм}$ в корпус типа 401.14.4. Для этого типа корпуса вырезается кристалл, содержащий шесть отдельных датчиков. Параллельное соединение конденсаторов на кристалле вертикально расположенных датчиков позволяет повысить точность измерений влаги в подкорпусном объеме. Исходя из размеров корпуса запараллелены три пары конденсаторов, что также позволяет повысить точность измерений. Дублирование термодатчиков на одном датчике в корпусе позволяет поднять выход годных практически до 100%.

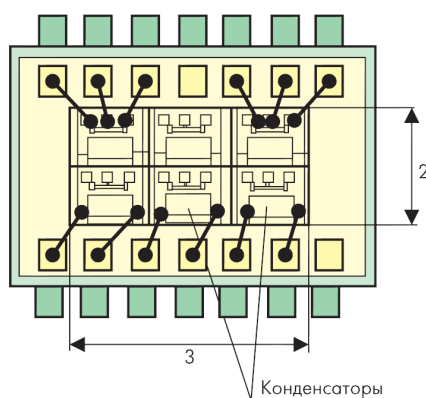


Рис. 2: Схема посадки датчика точки росы в корпус типа 401.14.4 (размеры указаны в мм)

Топология датчика должна допускать его монтаж в любой тип корпуса ИС обычными методами. Кроме того, предусмотрен контроль температуры кристалла ИС в процессе измерений сдвоенным термодатчиком резистивно-диодного типа.

Альтернативным является также метод определения точки росы газа подкорпусного объема ИС по поведению параметров схемы. Использование элементов ИС в качестве датчиков влажности основано на установлении точки росы по резкому скачку высокочувствительного измеряемого параметра. Исходя из определенной экспериментом точки росы подсчитывается давление атмосферы в корпусе и по номограмме определяется содержание паров воды.

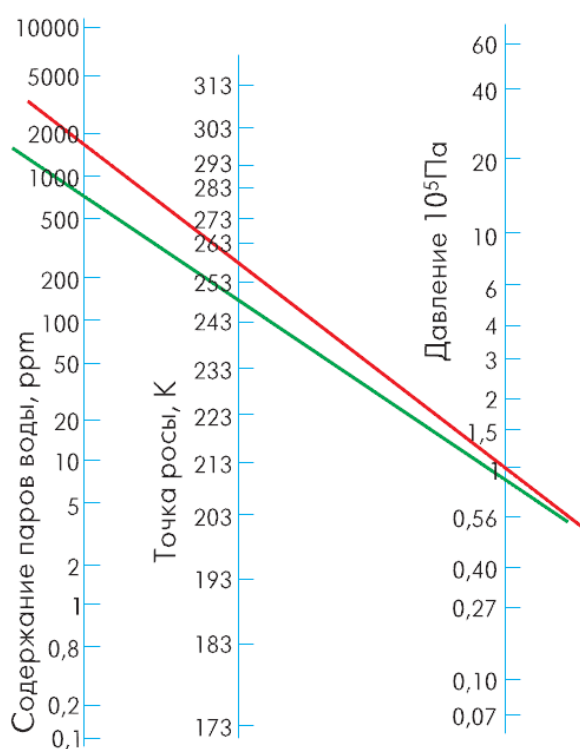
Для проведения испытаний были отобраны три ИС типа 1564ИП7. Каждую схему помещали в камеру тепла и холода, температуру которой устанавливали на 10 °С выше температуры окружающей среды. Температуру в камере понижали до -65 °С, а затем повышали до комнатной. Скорость изменения температуры поддерживали на уровне 10 °С в минуту. В процессе охлаждения и последующего нагревания проводили постоянное измерение влажочувствительного параметра.

В качестве информативного параметра был выбран входной ток низкого уровня I_{IL}. Результаты эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты испытаний ИС типа 1564ИП7

№ ИС	Значение параметра I _{IL} (нА) при температуре (°С)																
	30	23	10	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65
1	55	52	53	54	54	55	54	75	56	58	58	51	54	58	59	57	59
	59	58	58	61	59	57	57	73	59	56	57	56	54	54	55	58	
2	75	74	76	70	64	62	63	74	59	60	56	58	59	55	55	56	55
	60	57	57	55	54	54	55	70	54	53	53	57	58	55	56	56	
3	59	52	54	54	57	58	59	60	63	96	59	58	58	54	54	55	55
	58	53	57	55	57	60	62	63	79	61	60	58	58	57	56	56	



Далее рассчитали давление P_p в корпусе ИС при температуре точки росы по закону Гей-Люссака:

$$P_p = P_r - T_p/T_r$$

где P_p — давление в корпусе при температуре точки росы; P_r, T_r — давление в корпусе ИС и температура среды при ее герметизации в градусах Кельвина; T_p — температура точки росы.

Температуру точки росы определяют по резкому скачку измеряемого параметра.

ИС № 1. При температуре точки росы -20 °С (253 К), давлении в корпусе ИС 101 325 Па, температуре среды при ее герметизации 22 °С (295 К) имеем $P_p=0.89105$ Па.

ИС № 2. При температуре точки росы -20 °С (253 К), давлении в корпусе ИС 101 325 Па, температуре среды при ее герметизации 22 °С (295 К) имеем $P_p=0.89105$ Па.

ИС № 3. При температуре точки росы -25 °С (248 К) давлении в корпусе ИС 101 325 Па, температуре среды при ее герметизации 22 °С (295 К) имеем $P_p=0.85105$ Па.

По номограмме (рис. 3) перевели градусы точки росы T_p для найденного значения давления P_p в концентрацию влаги, выразили ppm.

Рис. 3: Номограмма содержания влаги внутри корпуса ИС 1564ИП7

В итоге содержание влаги внутри корпуса ИС 1564ИП7 № 1 и №2 равно 1800 ppm (0.018 объемного процента), ИС № 3 равно 800 ppm (0.008 объемного процента). Методика применима для определения точки росы газа в подкорпусном объеме ИС. Изложенный метод является неразрушающим и дешевым.

Контроль качества герметизации пластмассовых корпусов

Наиболее эффективными методами диагностирования и контроля качества герметизации пластмассовых корпусов (пористости, неоднородностей, трещин, инородных включений, адгезии к выводной рамке, состояния межсоединений после герметизации) являются методы неразрушающего контроля: лазерного фотоакустического диагностирования и рентгенотелевизионной дефектоскопии.

В основе метода лазерного фотоакустического диагностирования используется фотоакустический эффект, который возникает при точечном сканирующем воздействии модулированного лазерного излучения на поверхность исследуемого объекта. Вследствие периодического нагрева и тепловой деформации локальных областей объекта в нем возбуждаются и распространяются объемные ультразвуковые волны, которые с помощью акустоэлектрического датчика преобразуются в сигнал фотоакустического отклика, обработка параметров которого дает возможность получить достоверную информацию о неоднородностях внутренней структуры исследуемого объекта.



Рис. 4: Лазерный фотоакустический комплекс неразрушающего контроля

Лазерная фотоакустическая микроскопия имеет определенные преимущества перед акустической и сканирующей лазерной акустической микроскопией:

- Бесконтактное возбуждение акустических колебаний в твердом теле сфокусированным лучом лазера открывает широкие возможности сканирования объектов сложной конфигурации и относительно больших площадей.
- Зависимость фотоакустического сигнала от величины оптического поглощения сканируемой поверхности позволяет получать одновременно и топограммы распределения оптического поглощения, а при использовании лазера с перестройкой по длине волны — и видеоспектральные топограммы поглощения.

- Методики применения акустической и сканирующей лазерной акустической микроскопии требуют иммерсионного контакта акустической части с объектом, что значительно ограничивает площадь сканирования (не более 2x2 см) либо требует полного погружения объекта в ванну с жидкостью. Эти требования исключаются при использовании лазерной фотоакустической микроскопии.

Основными техническими характеристиками комплекса лазерного фотоакустического диагностирования (рис. 4) являются:

- геометрическое увеличение — от 1:1 до 2500:1 крат на экране монитора 19";
- число градаций отображаемого параметра — 16;
- максимальное поле сканирования - 100x100 мм;
- размеры образца — от 10 до 65 мм;
- пространственная разрешающая способность — от 0,5 до 100 мкм;
- чувствительность к нарушению сплошности структуры — до 10 нм;
- число строк сканирования — 256.

Для интерпретации результатов контроля данная информация визуализируется в виде цветной 16-градационной 2D фотоакустической топограммы, на которой уровень максимальной сплошности (диффузия, адгезия, смачиваемость) материалов представлен черным цветом, а по мере увеличения несплошности (расслоения, полости, инородные включения) цветовая гамма меняется вплоть до белого цвета, проходя все цветовые оттенки, показанные на шкале (рис. 5).



Рис. 5: Цветная 16-градационная шкала фотоакустической топограммы

С помощью методов лазерного фотоакустического диагностирования и рентгенотелевизионной дефектоскопии исследованы внутренние микродефекты (пористость, неоднородности, трещины, инородные включения и т. д.), а также адгезия пресс-материала LMC-300T к внешним выводам рамки, состояние микропроволочных межсоединений в пластмассовых 22-выводных DIP-корпусах (рис. 6).

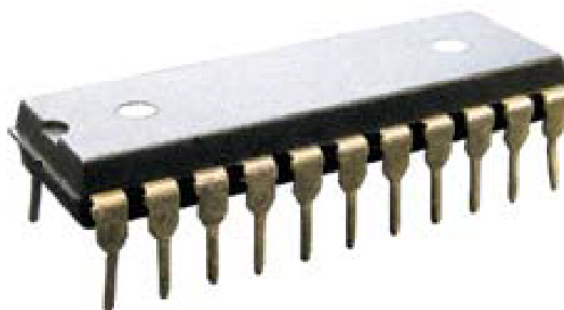


Рис. 6: Внешний вид ИМС в пластмассовом корпусе

В процессе комплексного анализа качества герметизации ИМС проводилось сопоставление данных рентгенодефектоскопического исследования, представленных рентгенограммами, с данными лазерного фотоакустического зондирования в виде фотоакустических топограмм, на которых участки

несплошности и зоны отсутствия адгезии компаунда к материалу внешних выводов рамки регистрируются как переходы, отличающиеся от окружающего фона на несколько градаций цвета.

На рис. 7, а, приведена лазерная фотоакустическая топограмма с внутренними неоднородностями в виде белых зон А и В и участками несплошности пресс-материала в виде зон красно-зеленого цвета. При сопоставлении данной топограммы с рентгенограммой, приведенной на рис. 7, б, видно, что центральная зона А соответствует области предварительной защиты кристалла, а зона В является глубокой приповерхностной каверной. Кроме того, на фотоакустической топограмме можно заметить светло-зеленую зону частичной адгезии пресс-материала к поверхности внешнего вывода № 7, смыкающуюся с центральной зоной А, что вызвано неполной заливкой. На рис. 7, в, стрелками показан равномерный завал всех микропроволочных соединений, «парусом» по направлению затекания пресс-материала по литниковому каналу, что свидетельствует о неправильно выбранных режимах герметизации: высоком давлении прессования либо максимальной скорости подачи пресс-материала в пресс-форму.

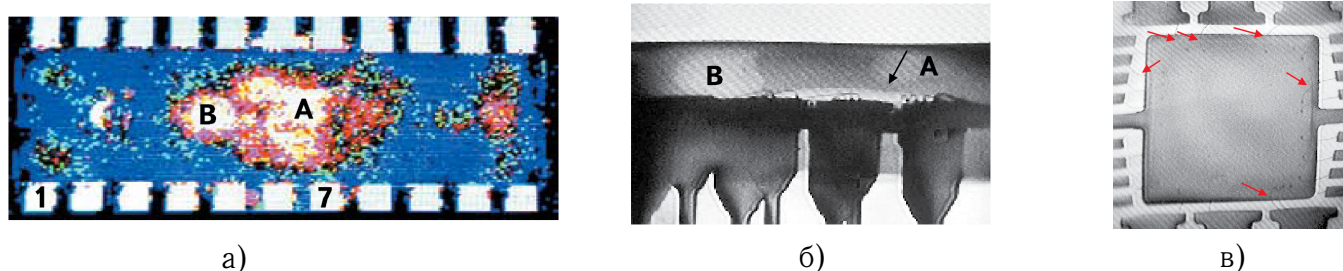


Рис. 7: Исследование ИМС: а) лазерная фотоакустическая топограмма DIP-корпуса с внутренними неоднородностями; б) рентгенограмма центральной области DIP-корпуса ИМС (вид сбоку); в) рентгенограмма пластмассового DIP-корпуса с внутренними межсоединениями (вид сверху)

На топограмме (рис. 8), а, отмечена обширная светлая надкристалльная зона неоднородностей, протяженные красно-зеленые зоны несплошности материала пресс-компаунда и отсутствие широких адгезионных герметизирующих перегородок в области выводов № 6 и № 17. Нарушения целостности и конфигурации микропроволочных перемычек не обнаружено. Несмотря на хорошую в целом однородность пресс-материала и его адгезию к поверхности материала выводных рамок, во внутренней структуре данного образца на фотоакустической топограмме (рис. 8), б, была зарегистрирована обширная каверна (белая зона С), идентифицирующаяся с выявленной на боковой рентгенограмме (рис. 8), в, светлой областью С. Кроме того, на рентгенограмме отмечены многочисленные обрывы микропроволочных межсоединений.

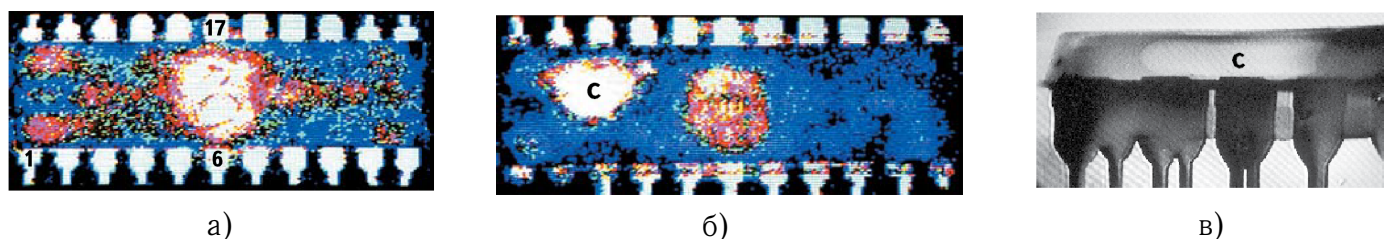


Рис. 8: Исследование ИМС: а) лазерная фотоакустическая топограмма DIP-корпуса с внутренними неоднородностями; б) лазерная фотоакустическая топограмма; в) рентгенограмма пластмассового DIP-корпуса

На фотоакустических топограммах (рис. 7, 8) установлены места слабой адгезии прессматериала к поверхности выводной рамки, по которым возможно проникновение реагентов в корпус. Слабая адгезия пресс-материала к выводной рамке, возможно, связана с загрязнением траверс при нанесении компаунда предзащиты на кристалл либо с неправильно выбранным режимом герметизации, к

которому относится недогрев таблеток пресс-материала при предварительном подогреве в установке высокочастотного разогрева, низкое давление прессования и, как следствие, скорость впрыска пресс-материала более 10 с. Рентгенограммы данных образцов подтверждают медленное затекание пресс-материала: отклонений межсоединений («парусности») не наблюдается.

На основании проведенных исследований по фотоакустическим топограммам и рентгенограммам образцов корректирующие мероприятия в процессе герметизации должны включать в себя снижение давления прессования для исключения деформации межсоединений и уменьшение температуры пресс-формы для исключения внутренних пустот, вздутий, раковин, увеличение времени разогрева таблеток пресс-материала. Следует отметить, что «недоливы», вздутия, пустоты на корпусах ИМС DIP-22 зависят от конструкции прессформы (величины газоотводных каналов, плоскостности и т. д.) и конфигурации закладной подложки, используемой в качестве теплоотвода при сборке данных ИМС.

Таким образом, при освоении новых изделий в производстве, внедрении новых прессформ, новых марок пресс-материалов, то есть при необходимости оценить технологический процесс корпусирования изделий, влияние режимов процесса на качество герметизации корпусов с целью предотвращения проникновения влаги и возникновения коррозии металлизации, и для быстреего принятия корректирующих действий эффективными и достоверными являются методы лазерного фотоакустического диагностирования и рентгенотелевизионной дефектоскопии.