

Селективная влагозащита печатных узлов

Мы уже не раз обсуждали темы качественной ультразвуковой отмычки ПП и контроля качества отмычки методом анализа остатков ионных загрязнений на плате. Сейчас пришло время рассмотреть системы и методы нанесения влагозащитного покрытия на печатный узел. Речь пойдет о самом современном на данный момент методе селективного нанесения, который предлагает компания PVA.

Олег Вахрушев

onv@pribor.ru

Компанию PVA основал в 1992 году г-н Энтони Хайнс (Anthony Hynes), являющийся ее владельцем и сегодня. Энтони Хайнс начал свою деятельность с продажи дозирующих форсунок и ручных дозирующих систем прямо из своего дома, а позднее организовал офис в институте RPI (Rensselaer Polytechnic Institute's Incubator Center). С этого момента PVA стала выпускать роботизированные системы перемещения дозирующей системы по осям X, Y, Z, а затем создала собственную технологию конструирования различного типа насадок и клапанов для дозирования. Модельный ряд дозирующих клапанов компании PVA вырос в очень короткие сроки, а ее технологии доказали свое превосходство и точность при применении различных влагозащитных материалов и компаундов.

В 1994 году компания PVA анонсировала первую установку для селективного метода нанесения влагозащитного покрытия — PVA2000. В своих разработ-

ках PVA использует очень надежное портальное грузочное устройство, состоящее из бесщеточных сервоприводов постоянного тока, и прецизионную шарико-винтовую передачу для движения по направляющим. Модель PVA2000 очень быстро завоевала репутацию надежной, точной и быстрой системы селективного нанесения и уже в 1995-м стала победителем года в конкурсе National Incubator Tenant. Затем, в 1998-м, PVA2000 удостоена премии Capital District Business Review's Small Business. В течение трех последующих лет компания PVA получала главные призы — от журнала SMT Magazine's Vision Award за инновации в дозирующих клапанах, а также в номинации Circuits Assembly's Prestigious Service Excellence Award.

Сейчас PVA занимает территорию в 30 000 квадратных футов в районе Halfmoon города Нью-Йорк, а региональные представительства этой компании расположены в Северной Америке, Европе и Азии.

Программируемая трех- или четырехосевая роботизированная система предназначена для селективного нанесения любых защитных покрытий и адгезивов, клеев, паст и других материалов дозированием. Оборудование имеет очень надежные механизмы приводов для движения по направляющим. Датчики обратной связи на каждой оси обеспечивают работу процесса по замкнутому циклу и делают его надежным и повторяемым. Каждая установка PVA — это законченная платформа и является идеальным оборудованием как для небольших, средних, так и крупносерийных производств.

Оборудование PVA имеет ряд преимуществ, улучшающих качество, обеспечивающих безопасность и упрощающих работу. Машина поставляется со всеми соединительными кабелями, фитингами, проходами, электроникой и аппаратным обеспечением, что позволяет получить готовую к работе установку.

Система и встроенное аппаратное обеспечение не зависят от химических свойств или вязкости используемых материалов, что делает ее чрезвычайно гибкой.

Мы более подробно остановимся на системе PVA650/654 (рис. 1), представляющей наибольший интерес для мелко- и среднесерийного производства.

Кроме того, для мелкосерийного и опытного производства доступна настольная модель серии PVA350 (рис. 2).



Рис. 1. Система PVA650/654



Рис. 2. PVA354 — настольная модель начального уровня (3- или 4-осевая)

Машина PVA имеет раму из прессованного алюминия с поликарбонатным защитным корпусом. Передние дверцы оснащены механизмом блокировки. При попытке открыть их во время рабочего процесса сработает режим отказа.

Модели PVA имеют контроллер трех осей с круговой интерполяцией и интерполяцией траектории, что дает возможность достичь одновременного скоординированного перемещения по всем осям. Контроллер имеет 80 кбайт памяти и цифро-аналоговый преобразователь со скоростью кодирования 14 бит.

Все оси имеют шаро-винтовую передачу, управляемую 96-Вт бесколлекторным серводвигателем постоянного тока с оптическим кодировщиком с обратной связью. Оси X и Y имеют ход 500 мм, ось Z — 100 мм.

Оборудование PVA имеет отверстие 127 мм для подключения вытяжной вентиляции с датчиком, который подает сигнал тревоги при падении уровня вентиляции ниже 4,2 м³/мин.

Модели PVA650 могут быть оснащены ленточным конвейером с силиконовыми краями или шарнирным цепным конвейером для транспортировки изделий в рабочую зону и из нее (рис. 3).

Оба конвейера требуют стандартного допуска SMEMA 4,75 мм по краям конвейера. Ленточный конвейер может переносить изделия весом до 2,3 кг, а шарнирный цепной конвейер — максимум 6,8 кг. Конвейеры имеют длину 1219,2 мм и могут перемещать пакет с максимальной шириной 457,2 мм со скоростью до 406 мм/с. Все конвейеры могут перемещаться как справа налево, так и слева направо. В комплект поставки включен коммуникационный протокол SMEMA. Каждый конвейер оснащен

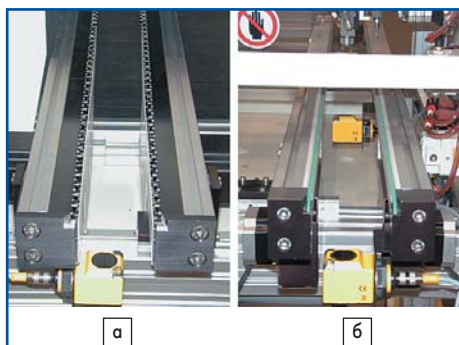


Рис. 3. Типы конвейера: а) цепной; б) ленточный

тремя встроенными датчиками: один — на входе, второй — в рабочей зоне, третий — на выходе. Пневматический стопор используется для размещения собранных плат в рабочей зоне.

PVA650 настраивается для работы практически с любыми адгезивами и идеально подходит для нанесения большинства селективных гибких покрытий, герметизации заливкой, точечного нанесения составов и нанесения материалов в виде шариков. Расширить возможности использования данной установки можно с помощью загрузочной платформы, рассчитанной на большую окупаемость и большую производительность.

PVA650 представляет собой установку с полностью программируемой перемещающейся платформой с 3 осями. Прочная порталная загрузочная система использует бесщеточные сервоэлектродвигатели постоянного тока для перемещения чрезвычайно точных, регулируемых с помощью шаровых винтов кареток над большой рабочей зоной (500×500 мм).

Все оси оснащены оптическим датчиком с обратной связью для надежного протекания процесса по замкнутому циклу. PVA650 может перемещать все оси одновременно, что позволяет бесшовно наносить материалы как внутри сложных устройств, так и по их контуру. Технические данные PVA650 представлены в таблице.

Таблица. Технические данные PVA650

Рабочая зона, мм	500×500×100
Скорость перемещения, мм/с	0–700
Полезная емкость, кг	11,36
Повторяемость, мм	0,025
Разрешение, мм	0,015
Электропитание	120, 220 В, ±10%, 50/60 Гц
Подача воздуха	80 psi, сухой обезмасленный воздух
Программное обеспечение	PathMaster Windows
Количество сохраняемых программ	30
Ввод данных при обучении установки	Внешний пульт для обучения
Интерфейс	ЖК-экран с функциональными клавишами
Скорость конвейера, м/мин	Программируется до 24,4
Совместимость конвейера	SMEMA

PVA650 оснащена запатентованной системой перемещения 4 осей, что позволяет получить наиболее гибкую загрузочную систему в промышленности (рис. 4). Используя комбинацию пневматического движения под боковым наклоном и вращения головки устройства нанесения, которое контролируется серводвигателями, система PVA650 может работать практически с любой топографией с невероятной точностью.

Распределительная головка может поворачиваться на 350°. При наличии этой опции распределительный или распылительный клапан может наклоняться на заданный угол и вращаться. Это чрезвычайно важно в тех случаях, когда покрытие должно быть нанесено на все стороны ПП или под компонент. Стандартно головка наклоняется в одну или две стороны. В установке PVA650 эта функция усовершенствована (рис. 5). Четвертая ось является

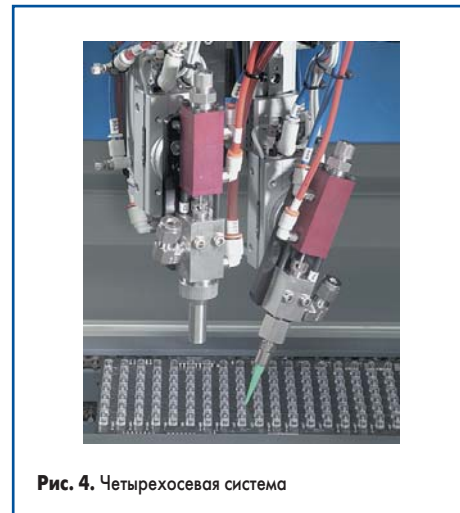


Рис. 4. Четырехосевая система



Рис. 5. Схематичное изображение системы крепления насадок

полностью программируемой. Поворот головки можно ускорять и замедлять прямо в ходе рабочего процесса.

Для непосредственного нанесения материалов (к ним относятся лаки, клеи, компаунды, герметики и иные жидкие или вязкие текучие материалы) применяются всевозможные насадки, обеспечивающие комплекс следующих технологических операций: влагозащитное покрытие электронных плат, склеивание элементов пластиковых и металлических корпусов электронных блоков, герметизацию пластиковых и металлических корпусов электронных блоков и устройств при сборке.

В настоящий момент насадки (дозировующие клапаны) классифицируются по следующему типу:

- Безвоздушные:
 1. FC100 — игольчатый клапан.
 2. FC300 — игольчатый клапан (большой).
 3. FC300-C4 (безвоздушный распылительный тип).
 4. FC100 — высокоточное дозирование.
- Распылительные:
 1. FSC300-F — плоский тип (Flat).
 2. FSC300-R — широкий круглый тип.
 3. FSC300-ES — высокоточное дозирование.
 4. Насадки под заказ.

Следует отметить, что возможна конфигурация двойных сопел для более быстрого нанесения. Все типы насадок имеют микрометрическую регулировку (рис. 6–9). На 90% установок селективного нанесения используется

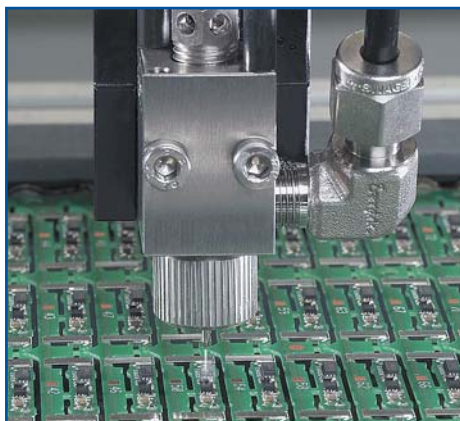


Рис. 6. Микроспрей-нанесение (насадка типа FC100-C)



Рис. 7. Насадка FCM100 (для высокоточного дозирования)

насадка типа FCS300. При этом учитывались следующие критерии выбора:

1. Эта распылительная насадка мелкого объема и низкого давления (необходимо давление в диапазоне 0,5–3 бар для большинства применений).
2. При использовании данной насадки обеспечивается высокое качество нанесения по краям.
3. Ширина нанесения — 3,2–12,5 мм и определяется высотой Z.
4. Вязкость наносимого материала — от 1 до 1 000 000 срс. (Величина срс — сантипуаз, 1 пуаз равен 1 г на 1 см/с. Соответственно, 1 сантипуаз равен 0,01 пуаз).
5. Это единственный в данной индустрии клапан, который можно применять для всех типов химических составов и вязкости материала.

Разработана данная насадка в компании PVA в 1998 году, а патент на нее выдан в 2001 году.

Для нанесения пленочных покрытий применяется насадка безвоздушного спрей-нанесения из той же серии FC300. Данная насадка имеет следующие преимущества:

- Работа без подачи сжатого воздуха.



Рис. 8. Нанесение компаунда (насадка прямого дозирования серии FC100)



Рис. 9. Насадка прямого дозирования серии FC100

- Многосопловая система, которая используется для получения пленочного покрытия >0,2 мм.
- 2 размера сопел: 2 и 4,5 мм.
- Возможность поддерживать очень высокое давление материала (до 240 бар).
- Вязкость — 1–10 000 срс.
- Размер области нанесения не зависит от высоты по оси Z.
- Идеальное нанесение на квадратные и прямоугольные области.
- Изменение вязкости не влияет на ширину области нанесения.

Для прямого дозирования материала применяется насадка для дозирования серии FC100. Ее отличия:

- Удобный адаптер для насадок luer-lok.
- Нанесение непрерывных линий и точек.
- Возможность поддерживать очень высокое давление материала (до 240 бар).
- Вязкость — 1–1 000 000 срс.

Для регулярного обслуживания и поддержания насадок в чистоте применяются всевозможные стаканы. Стаканы с растворителем позволяют автоматически содержать в чистоте насадки и сопла в режиме ожидания.



Стакан со щетками, заполнен растворителем Стакан для продувки насадок

Рис. 10. Стакан прочистки насадок. Стакан продувки насадок

- Стакан со щетками (опция) удаляет налипший материал с сопел (рис. 10).
- Стакан для продувки (опция) подключается для сбора жидкости вне установки (рис. 11).



Стакан со сливом растворителя

Рис. 11. Стакан продувки (с системой слива)

Изначально материал, с которым планируется работать, заливается в специальные резервуары, где он находится под постоянным давлением (рис. 12, 13). Возможна поставка резервуаров разного объема. Баки для материала могут иметь емкость 1, 2, 5 и 10 галлонов. Баки объемом 1 и 2 галлона имеют овальное отверстие, откуда материал выливается в рабочий резервуар. Баки объемом 5 и 10 галлонов находятся под давлением и имеют открытый верх, что позволяет опрокидывать в рабочий контейнер сразу всю порцию материала. Для данных емкостей возможна постав-



Рис. 12. Виды резервуаров для материала


Рис. 13. Пластиковый резервуар (бюджетного типа)

ка утилизируемых пластиковых внутренних контейнеров, позволяющих выполнять быструю очистку. Такие контейнеры емкостью от 1 литра могут быть полностью помещены в рабочий резервуар, что минимизирует необходимость очистки.

При постоянном высоком расходе используемого материала желательно иметь специальный датчик низкого уровня (рис. 14). Этот датчик обеспечивает следующие функции:

- своевременное извещение оператора;
- автоматическое переключение от пустого резервуара к полному.

С помощью расходомеров можно рассчитать объем материала, использованный за цикл (рис. 15).

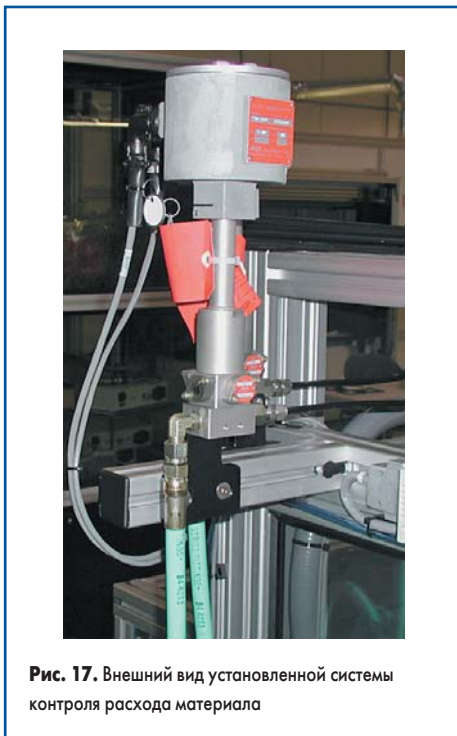
Поскольку материал проходит через расходомер, объем рассчитывается переводом количества соответствующих пульсаций, выдаваемых устройством. Эта информация после каждого цикла выдается на экран на передней панели. В целях оптимизации в программе задан определенный объем. Если он в течение цикла выходит за указанные пределы, подается сигнал о неисправности. Установка работает эффективно при выполнении данных, заданных в программе. Информацию об объеме израсходованного материала можно сохранять


Рис. 15. Блок контроля расхода материала

на персональном компьютере и время от времени преобразовывать в графики (рис. 16, 17).

Помповые расходомеры используются только для жидких материалов.

Расход вязких материалов, например, RTV (герметик, вулканизирующийся при комнатной температуре), контролируется с помощью расходомеров с зубчатой передачей.


Рис. 17. Внешний вид установленной системы контроля расхода материала

Программное обеспечение PathMaster под ОС Microsoft Windows используется для управления и разработки технологических программ нанесения покрытия. Это ПО позволяет легко и быстро создавать шаблоны для нанесения покрытий в виде линий, точек, окружностей, дуг и т. д. PathMaster совместим с любой оболочкой Windows.

Для работы с PathMaster программист использует отдельный пульт обучения с трекболом, перемещая и выбирая пункты для создания программы. Если платы мультиплицированы, можно создать оригинальную программу и скопировать ее на всю рабочую зону.

Долговременная память PVA650 может удерживать до 30 программ для немедленного вызова на передней панели ЖК-экрана. Возможность сохранять большее количество программ появляется после подключения к установке компьютера через стандартный порт RS-232.

PathMaster позволяет проводить программирование в отключенном режиме. С помощью CAD-изображений или цифровой фотографии можно быстро выбрать функции на тех или иных участках, а также задать ход, просто нажав на нужные участки. Регулируемая ширина хода позволит адаптировать программу таким образом, чтобы не происходило перекрытия зон.

Немаловажным фактором является и то, что программное обеспечение имеет стандартную функцию — работу в режиме off-line (рис. 18), а бесплатное обновление программного обеспечения возможно на протяжении всего срока службы установки.

Компания PVA предоставляет глобальное сервисное обслуживание и техническую поддержку. Данная услуга была отмечена многочисленными призами. Circuits Assembly три года подряд удостоивала компанию PVA звания лидера в области обслуживания клиентов, разработки технологий и присуждала престижную награду за отличный сервис (Service Excellence Award). Сервисные инженеры PVA

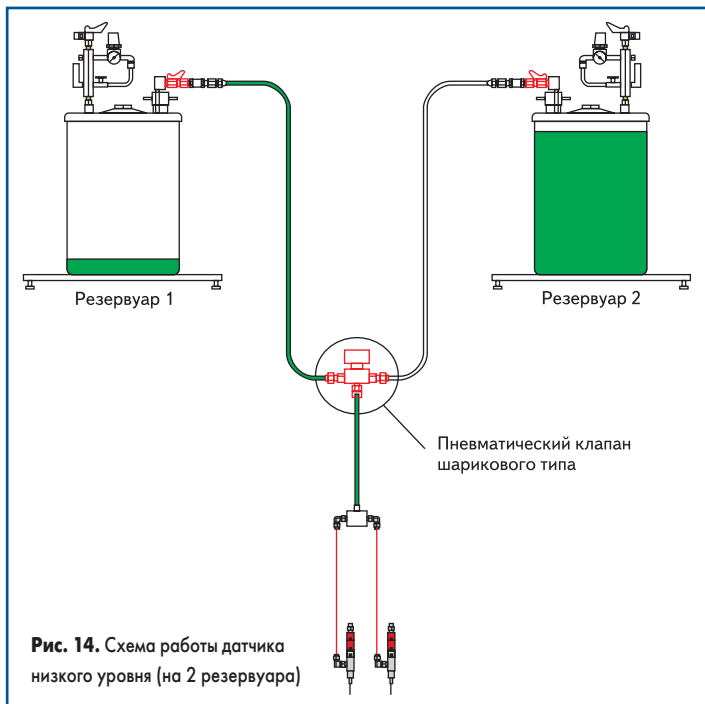
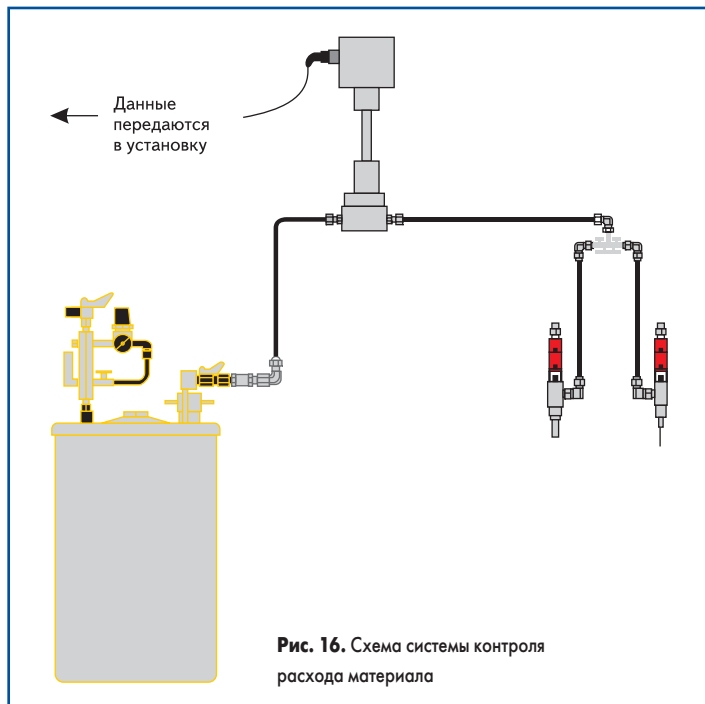

Рис. 14. Схема работы датчика низкого уровня (на 2 резервуара)

Рис. 16. Схема системы контроля расхода материала



Рис. 18. Программирование в режиме off-line

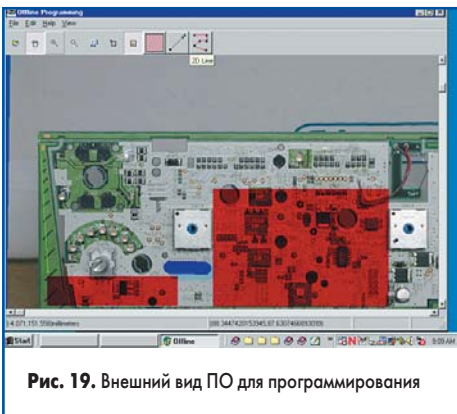


Рис. 19. Внешний вид ПО для программирования

помогают при установке и обучении работе со всеми возможными конфигурациями.

Для многосерийного производственного процесса нанесения покрытия на двустороннюю печатную плату может быть предложено компактное решение (рис. 20, 21).

Сушильная печь IR2000 (рис. 22) разработана для эффективной сушки защитных покрытий и лаков в управляемой нагреваемой среде. Печь поставляется в трех вариантах с длиной камеры 4, 8 или 12 футов для сушки одной или двух сторон ПП.

Сушильная печь UV1000/UV2000 (рис. 23) разработана для быстрой полимеризации и эффективной сушки защитных покрытий

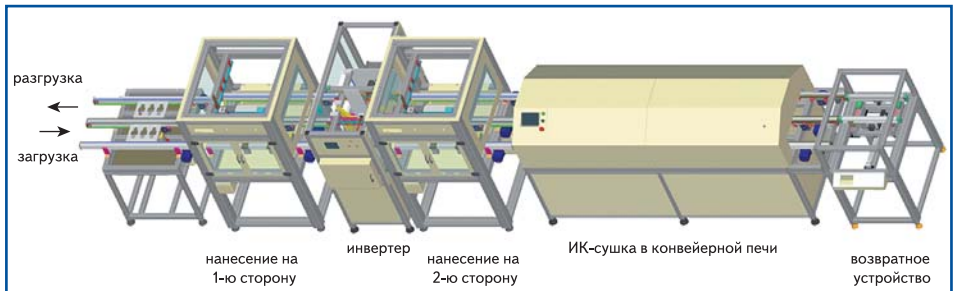


Рис. 20. Схема автоматизированной линии по нанесению влагозащитного покрытия на 2 стороны ПП



Рис. 21. Автоматизированная линия нанесения покрытия на 2 стороны ПП

и лаков. Ширина луча может быть 6", 10", 12", 18", 20" для эффективной обработки ПП разных размеров.

В заключение остановимся на наиболее интересном решении для подготовки влагозащитного материала, а именно, автоматическом получении лака УР-231, хорошо известного большей части предприятий России, занимающихся защитой печатных узлов. Это система автоматической подготовки влагозащитного материала (модель CU-2000-3 для 3 компонентов). В системе используется встро-

енный контроллер, позволяющий работать с разными материалами. CU-2000-3 включает в себя:

- Блок управления (рис. 24).
- Регулируемые магнитные клапаны по 3 выходам.
- Моторизованное устройство смешивания.
- Выход загрузочной ячейки; контроллер делит область измерения на 4000 частей.
- 1 вход для очистки, по которому в определенное время через запорный клапан поступает растворитель, для очистки коммуникаций.
- Выход для подключения внешнего таймера (опция).
- Емкость для перемешивания, для 2 кг материала.

В качестве опции предлагается таймер, предназначенный для определения срока, в течение которого можно использовать материал,



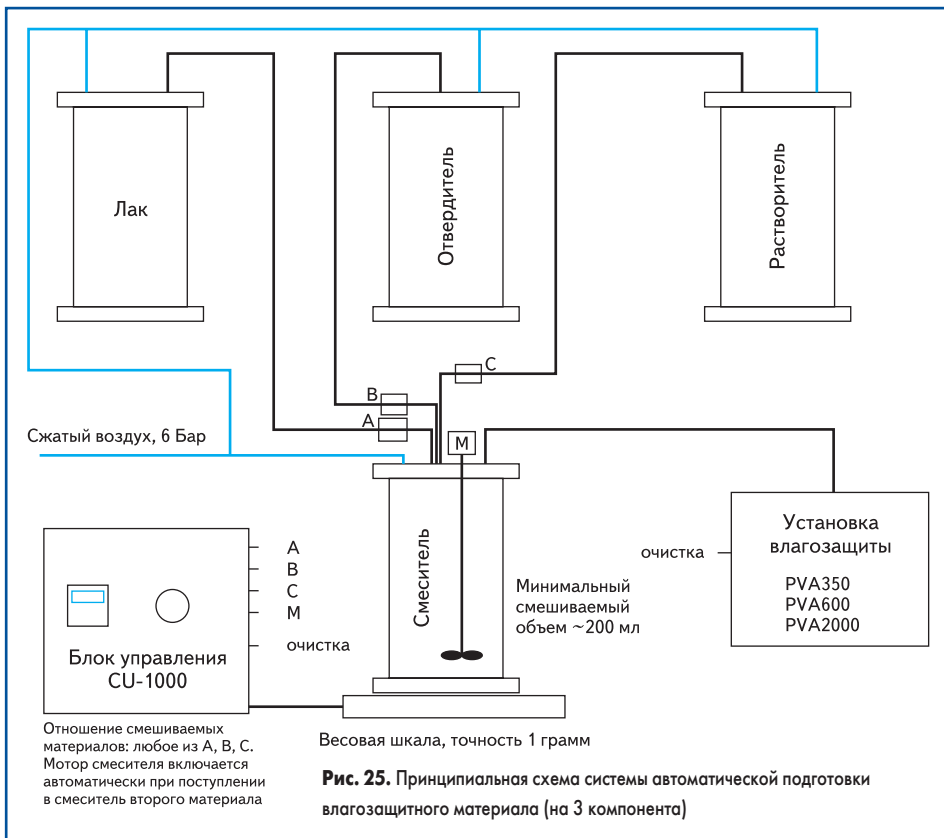
Рис. 22. Печь инфракрасной сушки



Рис. 23. Печь ультрафиолетовой сушки



Рис. 24. Внешний вид блока управления системы CU-2000-3



полученный при перемешивании. Это таймер обратного отсчета, время может быть установлено в соответствии со временем отверждения материала. К примеру, для лака УР-231 тай-

мер будет установлен на 3,5 часа. Принципиальная схема системы автоматической подготовки влагозащитного материала (на 3 компонента) представлена на рис. 25.