

А.В. Беляков, А.И. Бокслер, В.Н. Хмелев

Ультразвуковой запаиватель контейнеров с препаратами крови

При сборе, переработке и хранении препаратов крови в условиях станций и отделений переливания крови обычно возникает необходимость в герметизации гемоконтейнеров.

В настоящее время широкое распространение получают аппаратные автоматизированные способы герметизации, основанные на термическом запаивании подводящих полимерных трубок в непосредственной близости (не более 10 мм) от гемоконтейнера.

Для создания термического шва (запаивания полимерных трубок) применяются диэлектрические запаиватели типа Hematron 2, Biosealer CR2, Biosealer CR3 и др.

Во всех имеющихся диэлектрических запаивателях в качестве источника энергии, обеспечивающего расплавление стенок трубки и образование термического шва, используются высокочастотные генераторы электрических колебаний (частоты более 27 МГц). Подводимая от них к трубкам электромагнитная энергия поглощается диэлектрическим материалом трубок, вызывая его расплавление. Прилагаемое в момент расплавления трубки внешнее механическое давление создает необходимый термический шов и фиксирует его до полного охлаждения материала трубок после отключения высокочастотного генератора. Все операции проводятся в автоматическом режиме, и в течение нескольких (2-5) секунд формируется герметизирующий шов шириной 2 мм в непосредственной близости от гемоконтейнера. Полимерная трубка с герметизирующим швом удаляется.

При выполнении термического шва шириной 2 мм (площадью менее 20 мм³) мощность, потребляемая диэлектрическим запаивателем от сети переменного тока, составляет не менее 200 Вт.

Выполнение столь узкого шва приводит к необходимости удаления неиспользуемой системы трубок за термическим швом. При этом жидкие препараты крови из удаляемых трубок попадают на режущий инструмент и окружающие предметы, что определяет необходимость соблюдения специальных мер защиты персонала, стерилизации инструмента и используемого оборудования.

Очевидно, что отделение гемоконтейнера от используемой системы трубок должно осуществляться по герметизирующему шву таким образом, чтобы герметически запаянными после разделения оставались как гемоконтейнер, так и удаляемые системы. Герметизирующий шов должен выполняться шириной не менее 8-10 мм (площадью не менее 80-100 мм²).

Выполнение такого герметизирующего шва с помощью запаивателя диэлектрического типа требует пропорционального увеличения площади шва, увеличения генерируемой высокочастотной энергии и такого же увеличения механического давления, формирующего шов в процессе герметизации.

Необходимость генерации большей энергии и увеличение сжимающих трубку давлений вызывают существенное увеличение массогабаритных характеристик и стоимости аппарата, делая сам принцип диэлектрического запаивания непригодным для практического использования.

Вместе с тем известно, что одним из наиболее эффективных и наиболее широко используемых для соединения полимерных материалов способов является ультразвуковая сварка.

Анализ технических возможностей ультразвукового способа сварки применительно к решению проблемы герметизации контейнеров с препаратами крови позволил выявить его несомненные достоинства, к основным из которых относятся нижеследующие.

1. Возможность получения надежного термического шва при температуре, меньшей температуры плавления материала, что позволяет избежать термического разложения материалов в воздухе (исключить выделение хлора и содержащих его продуктов в атмосферу и препараты крови при герметизации гемоконтейнеров).

2. Возможность повышения качества герметизирующего шва за счет увеличения (в миллионы раз) диффузионного взаимопроникновения материала стенок трубки, обусловленного знакопеременными механическими напряжениями в ультразвуковом поле.

3. Возможность снижения формирующего шов сварочного усилия до значений значительно меньших предела текучести свариваемого материала, что позволяет значительно снизить массогабаритные и стоимостные характеристики устройства сжатия трубок и обеспечить формирование шва шириной не менее 8-10 мм.

4. Возможность сварки материала, на поверхности которого находятся жидкие, вязкие и жировые пленки, что позволяет осуществлять герметизацию гемоконтейнеров путем запаивания трубок частично или полностью заполненных жидкими препаратами крови.

Выявление достоинства ультразвукового способа герметизации контейнеров с препаратами крови позволили предложить и разработать ультразвуковой запаиватель модели ЗУЗ-0,05/22МЗ, устройство которого схематично показано на рисунке 1.

Источник ультразвуковой энергии запаивателя модели ЗУЗ-0.05/22МЗ состоит из генератора 1 электрических колебаний ультразвуковой частоты (22 кГц), преобразователя 2 электрических колебаний в механические ультразвуковые колебания металлического стержня-концентратора 3, заканчивающегося рабочим инструментом (сварочным наконечником) 4. Электромеханический узел подачи герметизируемой трубки в зону воздействия ультразвуковой энергии состоит из электромагнита 5 с перемещающимся штоком 6, вращающейся вокруг оси 7 планки 8, один конец которой механически связан со штоком электромагнита 5; на втором конце планки выполнено устройство крепления 9 герметизируемой трубки 10.

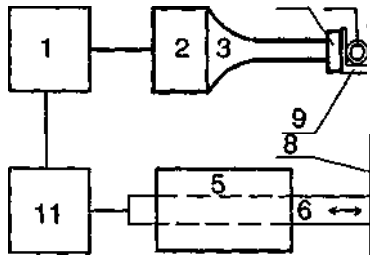


Рис. 1 Схема ультразвукового запаивателя гемоконтейнеров.

Пояснения в тексте

Управление работой электромеханического узла и источника ультразвуковой энергии осуществляется блоком автоматизации 11. Колеблющийся с ультразвуковой частотой и амплитудой 10-30 мкм рабочий инструмент находится в непосредственном контакте с прижимаемой к нему полимерной трубкой. Ультразвуковые колебания рабочего инструмента 4 передаются в стенки трубки. Полимерный материал трубки характеризуется очень высокой степенью поглощения энергии ультразвуковых колебаний, что обеспечивает быстрое размягчение материала стенок трубки. Диффузионные процессы, протекающие под действием ультразвуковых колебаний высокой интенсивности, обеспечивают взаимное проникновение материала противоположных стенок друг в друга при температурах, меньших температуры плавления полимерного материала. Время ультразвукового воздействия в рассматриваемом запаивателе может регулироваться от 0,2 до 1 сек, что позволяет осуществлять герметизацию гемоконтейнеров различных типов, имеющих подводящие полимерные трубки диаметром от 3 до 5 мм с толщиной стенок от 0,3 до 1 мм. Этого времени оказывается достаточно для формирования герметизирующего шва шириной до 10 мм.

Следует отметить, что потребляемая генератором от питающей сети электрическая энергия не превышает 25 Вт.

В разработанном ультразвуковом запаивателе только установка герметизируемой трубки осуществляется вручную, а все последующие операции осуществляются в автоматическом режиме.

Ультразвуковой запаиватель модели ЗУЗ 0,05/22МЗ, имеет нижеследующие характеристики.

Технические характеристики	
Напряжение питания, В	220±10%
Потребляемая мощность, Вт	50
Рабочая частота, кГц	22±7,5%
Полный цикл герметизации, сек	5
Время УЗ воздействия, сек	0,2... 1
Диаметр герметизируемых трубок, мм	3-8
Ширина герметизирующего шва, мм	8
Габаритные размеры, мм	300x200x150
Вес, кг не более	5
Время непрерывной работы, ч	8

Опытная эксплуатация ультразвуковых запаивателей в условиях Бийской городской станции переливания крови позволила установить следующее:

1. Ультразвуковой запаиватель модели ЗУЗ-0,05/22МЗ обеспечивает надежную герметизацию гемоконтейнеров всех используемых в практике типов как отечественного, так и импортного производства.

2. Герметизирующие свойства шва, выполненного ультразвуковым запаивателем, не снижаются в условиях длительного хранения при низких температурах и при различных механических воздействиях (перегибах, растяжках и т.п.).

3. Выполнение герметизирующего шва шириной 8 мм позволяет легко разделять гемоконтейнер и подводящие трубки, сохраняя их герметичность и исключая необходимость стерилизации инструмента.

4. Ультразвуковой запаиватель прост в эксплуатации, надежен и обеспечивает герметизацию до 10 гемоконтейнеров в минуту, что позволяет удовлетворить потребности станций и отделений переливания крови.

Таким образом, применение разработанного ультразвукового запаивателя модели ЗУЗ-0,05/22 МЗ (имеющего стоимость в 5 раз меньше импортных) в условиях станций и отделений переливания крови позволит легко решить проблему герметизации гемоконтейнеров на участках забора и переработки препаратов крови.