

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКЕ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ ПВХ ПЛАСТИКАТА

Клубович В. В., Луцко В. Ф., Шрубиков С. Н.

*ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»,
Республика Беларусь, Витебск,
ita@vitebsk.by*

При заготовке и переработке донорской крови применяют полимерную тару, которая обычно состоит из двух пластиковых контейнеров (гемоконтейнеры), соединенных между собой магистралями из трубок поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката. Для обеспечения длительного хранения и стерильности находящейся в Гемоконтейнерах крови или ее компонентов требуется герметичная запайка полимерных этих трубок. Особенно актуальным является сохранение надежной герметизации гемоконтейнеров в условиях низких температур при так называемой “шоковой заморозке” до $-73 \pm 5^\circ\text{C}$ и длительном хранении в течение 140 дней при температуре $-30^\circ\text{C} \div -40^\circ\text{C}$ [1].

Запайку полимерных трубок систем переливания крови чаще всего производят сваркой токами высокой частоты (ТВЧ – сварка). Для этих целей используется также ультразвуковая сварка, обеспечивающая формирование герметизирующего шва за счет введения в зону сварки ультразвуковых колебаний высокой интенсивности [2]. Необходимо отметить, что ультразвуковая сварка термопластичных полимерных материалов является одним из наиболее эффективных и надежных способов соединения полимерных материалов. Ультразвуковая сварка пластмасс позволяет выполнять соединения в труднодоступных местах осуществлять сварку по поверхностям, загрязненным различными продуктами. Локальное выделение тепла в зоне сварки исключает перегрев пластмассы за счет быстрого нагрева материала до температуры вязкотекучего состояния [3].

Основными параметрами режима, определяющими качество ультразвуковой сварки, являются амплитуда и частота колебаний рабочего торца соноэлектрода, время сварки, величина сварочного давления. Влияние этих параметров на процесс ультразвуковой сварки различных термопластичных полимерных материалов, в том числе и ПВХ, достаточно хорошо изучено. В тоже время, влияние климатических факторов на процесс ультразвуковой сварки практически не изучено не только для ПВХ, но и в целом для большинства термопластов. Оборудование для ультразвуковой сварки, в подавляющем большинстве, предназначено для эксплуатации в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях и имеет вид климатического исполнения УХЛ 4.2. по ГОСТ 15150-69. Важнейшим климатическим фактором для данного вида исполнения изделий является температура в помещении, при которой должна обеспечиваться работоспособность оборудования, т.е. в диапазоне от $+35^\circ\text{C}$ до $+10^\circ\text{C}$.

В настоящей работе приводятся результаты исследования влияния температуры окружающей среды на качество ультразвуковой сварки ПВХ пластиката (ТУ 2545-285-00152106-98). Так как измерить прочность на разрыв сварного соединения запаянной трубки не представляется возможным, то для испытаний на растяжения сварных швов было выбрано Т-образное соединение, соответствующее по ГОСТ 16971–71. При испытании на растяжения это соединение является наиболее близким по силовому воздействию на сварочный шов запаянной трубки.

Изготовление указанной пробы проводили путем вырезания из ПВХ трубки заготовок и их сварки на созданном в ИТА НАН Беларуси аппарате для запайки полимерных магистралей систем переливания крови [4] (рис.1). В соответствии с требованиями

ГОСТ 14236 – 81 для испытаний на растяжение было изготовлено по пять образцов с цельного ПВХ пластиката и по пять образцов с того же материала сваренных ультразвуком для каждого заданного режима сварки.

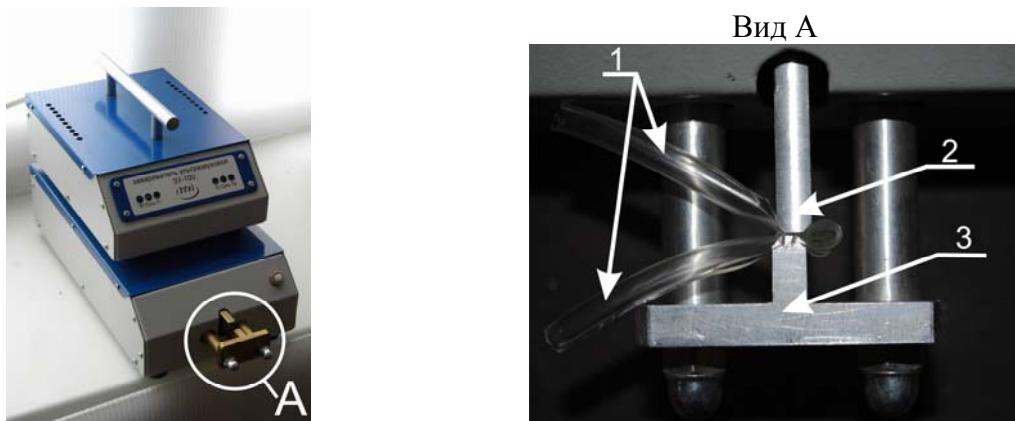


Рис. 1. Аппарат для запайки полимерных магистралей систем переливания крови

Для оценки влияния температуры окружающей среды на прочность сварного соединения аппарат помещали в камеру холода, тепла и влаги 12КХТВ–16–50/70-004, где производили ультразвуковую сварку при температуре 23⁰С, а также верхней +35⁰С и нижней рабочей температуре +10⁰С. При изготовлении проб в сварочный узел А помещали свариваемый образец 1 и с заданным усилием прижимали наконечником сонторода 2 к ложементу 3. После чего, включался ультразвук и происходила сварка. Сварка осуществлялась в следующем режиме: амплитуда колебаний рабочего торца сварочного инструмента - 32 мкм, частота колебаний 35,2 кГц, сварочное усилие 65 Н. При заданной температуре в указанном режиме ультразвуковой сварки изменялось только время сварки.

Определение максимальной растягивающей нагрузки F_{max} при испытании на растяжение проводили с помощью разрывной машины ИП 5158-5 (рис.2) с погрешностью не более 1% от величины нагрузки и скоростью растяжения 70 мм/мин. Прочность при растяжении в соответствии с требованиями ГОСТ 14236 – 81 вычислялась по формуле:

$$\sigma_z = F_{max}/A_0,$$

где A_0 – начальное поперечное сечение образца, мм².

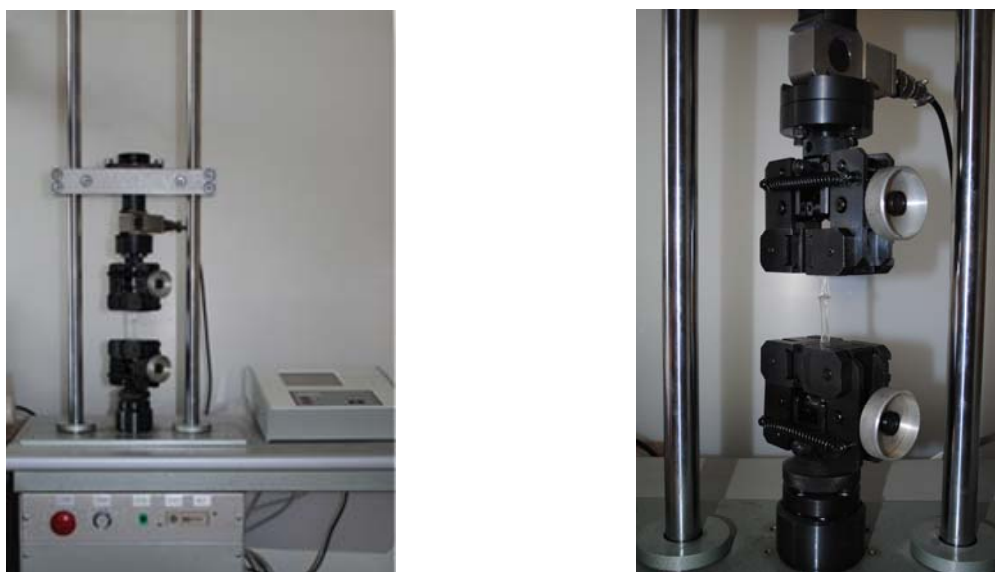


Рис. 2. Разрывная машина ИП 5158-5

Результаты испытания на растяжение полученных сварных соединений приведены на рис.3. Из представленных на рисунке кривых видно, что температура окружающего воздуха существенно влияет на процесс ультразвуковой сварки ПВХ пластиката. Увеличение температуры приводит к снижению временных затрат на осуществление процесса сварки. Это обусловлено тем, что с ростом температуры окружающего воздуха, а следовательно и свариваемого материала, количество энергии, подводимой к зоне сварки и необходимой для образования сварного соединения, уменьшается.

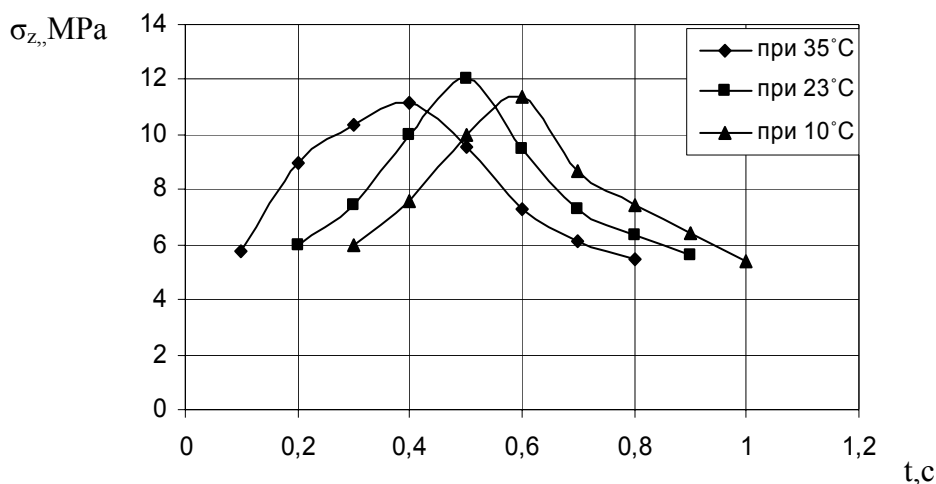


Рис. 3. Зависимость прочности при растяжении от времени сварки образцов ПВХ пластиката

Коэффициент сохранения свойств сваренных образцов из ПВХ пластиката при их максимальной прочности и прочности свариваемого материала $\sigma_z = 12,1$ МПа составляет: 80% при $t = 10^{\circ}\text{C}$, 83% при $t = 23^{\circ}\text{C}$, 78% при $t = 35^{\circ}\text{C}$. Это удовлетворяет прочности сварного соединения по стандарту контроля качества сварных соединений ГОСТ16971-71, согласно которому шов сварного соединения считается качественным при коэффициенте сохранения свойств $\geq 75\%$.

Список литературы

1. Типовой комплексный регламент производства белковых препаратов плазмы донорской крови. Утвержден зам. министра здравоохранения СССР С.П. Буренковым от 21 декабря 1979 года.
2. Клубович В.В., Луцко В.Ф., Еремеев А.С., Рубаник В.В. Ультразвуковая сварка полимерных материалов // Международная научно-техническая конференция «Полимерные композиты и трибология», Гомель, Беларусь, 16-19 июля 2007 г, С. 40-41
3. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. Л.: Машиностроение. Ленинград. отделение, 1988. 224 с.
4. Рубаник В.В., Луцко В.Ф., Осипов И.Ю. Ультразвуковая сварка полимерных магистралей систем переливания крови // Материалы докладов международного симпозиума «Сварка и родственные технологии» / Минск, 24 марта 2010, с.77-81.