

Проведение экспериментальных исследований по изготовлению пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала

РЕФЕРАТ

Отчет 27 страниц, 4 рисунка, 10 источников.

**АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ, ПОЛИМЕР, СИНТЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ,
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА, УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА.**

Объектом исследования является процесс изготовления пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала с помощью ультразвуковых колебаний.

Цель работы – определение применимости технологии ультразвуковой сварки для производства пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	Ошибка! Закладка не определена.
РЕФЕРАТ	1
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	5
1.1 Ультразвуковая сварка термопластичных материалов	5
1.2 Параметры режима ультразвуковой сварки полимерных материалов.....	10
1.2.1 Влияние амплитуды колебаний на формирование сварного соединения.....	12
1.2.2 Влияние статического давления на формирование сварного соединения.....	13
1.2.3 Влияние времени ультразвукового воздействия на формирование сварного соединения.....	14
1.2.4 Влияние дополнительных факторов на формирование сварного соединения.....	15
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	17
2.1 Изготовление перчаток из синтетического материала.....	18
2.1.1 Технология сварки перчаток из синтетического материала.....	18
2.1.2 Стадии изготовления перчаток из синтетического материала.....	19
2.2 Изготовление пакетов из ПУ пленки.....	20
2.2.1 Технология сварки полиуретановых пленок	20
2.2.2 Стадии изготовления пакетов из ПУ пленки.....	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	25

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АПЧ – автоматическая подстройка частоты.

ТПМ – термопластичный полимерный материал.

УЗ – ультразвук.

УЗК – ультразвуковые колебания.

УЗКС – ультразвуковая колебательная система.

УЗС – ультразвуковая сварка.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях производства УЗС позволяет решать многие проблемы, связанные с обеспечением надежного соединения любых ТПМ. УЗС в большинстве случаев на практике успешно заменила термические, высокочастотные, фрикционные и другие известные способы сварки [1].

Широкое распространение УЗС объясняется тем, что при выборе оптимальной технологии и необходимого оборудования разработчики и технологи основываются на широко известных достоинствах и преимуществах УЗС [5]:

1. Возможность осуществлять сварку при температурах меньших температуры плавления свариваемых термопластичных материалов;
2. Высокая надежность сварного соединения;
3. Возможность осуществлять сварку без предварительной очистки свариваемых поверхностей от различных загрязнений;
4. Исключение перегрева свариваемых ТПМ, вследствие локального выделения теплоты в зоне сварки;
5. получение сварного соединения ТПМ при сварке на большом удалении от точки ввода энергии, что позволяет выполнять соединения в труднодоступных местах;
6. Отсутствие вспомогательных клеевых компонентов;
7. Стойкость сварного соединения к растворителям и др.

Перечисленные преимущества УЗС привели к тому, что при создании новых материалов и изделий уже не возникает вопроса о выборе способа их сварки.

Представляемая работа посвящена экспериментальным исследованиям, по изготовлению пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала с помощью ультразвуковой сварки.

Целью проведения экспериментов является исследование и выявление оптимальных условий и режимов ультразвукового воздействия при изготовлении пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала согласно требованиям выполняемого Договора.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Ультразвуковая сварка термопластичных материалов

В настоящее время используются разнообразные способы соединения полимерных материалов, такие как клеевой, тепловой, токами высокой частоты [6]. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и существенные недостатки. Так, тепловой способ не обеспечивает необходимой прочности, а формируемый им шов является хрупким. Высокочастотный способ соединения может использоваться только для полимеров с высокими диэлектрическими потерями, так как основан на поглощении материалом энергии токов высокой частоты, вызывающей внутренний разогрев материала. Поэтому высокочастотный способ не пригоден для множества широко распространенных материалов. Большой проблемой является соединение тканей на основе синтетических волокон. Использование обычных способов соединения в этом случае не всегда приемлемо из-за высокой упругости синтетических волокон.

Наиболее перспективным способом решения проблем соединения полимерных материалов является УЗ способ, обеспечивающий прочный, долговечный и эластичный шов, высокую производительность процесса, безопасность и возможность автоматизации. В настоящее время УЗС является одним из наиболее эффективных и наиболее широко используемых для соединения полимерных материалов способов [7]. Без ультразвука невозможно дальнейшее совершенствование технологии сварки таких полимеров, как полистирол, полиметилметакрилат, полиэтилентерефталат и т.д. Техничко-экономическая целесообразность использования УЗ энергии не вызывает сомнений.

Анализ технических возможностей УЗ способа соединения полимерных материалов (сварки) позволил выявить его несомненные достоинства, к основным из которых относятся:

- возможность получения надежного шва при температуре, меньшей температуры плавления материала [4], что позволяет избежать термического разложения материалов в воздухе;

- возможность повышения качества герметизирующего шва за счет

увеличения (в миллионы раз) диффузионного взаимопроникновения свариваемых материалов, обусловленного знакопеременными механическими напряжениями в УЗ поле высокой интенсивности [4, 7];

– возможность снижения, по сравнению с тепловым способом, формирующего шов сварочного усилия до значений, значительно меньших предела текучести свариваемого материала [7], что позволяет снизить массогабаритные и стоимостные характеристики устройства сжатия полимерных материалов и обеспечить соединение полимерных материалов вручную с помощью многофункциональных УЗ аппаратов;

– возможность сварки материалов, на поверхности которых имеются загрязнения или нанесены жидкие и жировые пленки [4, 7];

– УЗС осуществляется односторонним способом, и УЗ энергию можно вводить на расстоянии от места соединения;

– при ультразвуковой сварке полимерных материалов максимальный разогрев происходит на соединяемых поверхностях, что исключает перегрев материала по толщине.

С помощью УЗ качественно соединяются любые термопластичные материалы, к которым относятся: полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиамид, полиакрилат, поликарбонат и др.

УЗС пластмасс основана на использовании энергии механических колебаний сварочного наконечника. Колебания совершаются с частотой свыше 20 кГц и амплитудой колебаний на уровне 0,5–50 мкм. Энергия в зону сварки вводится посредством сварочного усилия. Согласно современным представлениям [9], процесс сварки рассматривают как топохимическую реакцию, т.е. химическую реакцию, протекающую на поверхности твердого тела. В основе любой химической реакции лежит процесс разрыва связей в исходных веществах и возникновения новых связей, приводящий к образованию нового вещества. Таким образом, механизм образования соединения не меняется при переходе от одного способа сварки к другому и от одного материала к другому. Изменяется только совокупность явлений на контактных поверхностях, приводящая их в состояние взаимодействия. Эти явления могут быть различными и определяются материалом и способом

сварки. Для топохимических реакций характерно протекание в три стадии:

- 1) образование физического контакта;
- 2) активация контактных поверхностей;
- 3) объемное развитие взаимодействия.

При УЗС отдельные стадии могут протекать одновременно, так что четкое разделение их не представляется возможным. Например, имеются экспериментальные данные о том, что стадия образования физического контакта сопровождается термической активацией контактных поверхностей. На определенном этапе термическая активация протекает совместно с объемным развитием взаимодействия. Указанным стадиям может сопутствовать ряд процессов, которые также следует учитывать при анализе механизма образования сварных соединений при УЗС пластмасс. Так, стадия образования физического контакта связана со статическим и вибрационным уплотнением материала, механизм протекания которого зависит от физической формы свариваемых полимеров. Термической активации предшествует ввод и распространение колебаний в свариваемых деталях, а также концентрация и преобразование энергии механических колебаний в тепловую энергию. При этом могут интенсивно протекать ускоряемые влиянием ультразвука структурные превращения на молекулярном и надмолекулярном уровнях, различные химические реакции, вплоть до разложения (деструкции) полимеров, накопление повреждений от силовых нагрузок. Стадия объемного развития взаимодействия тесно связана с такими процессами, как течение и перемешивание материала в сварочной зоне, взаимная диффузия материалов в микрообъемах, а также кристаллизация расплава на заключительном этапе процесса сварки. Все указанные процессы находятся в тесной взаимосвязи друг с другом и влияют на конечный результат сварки – качество соединения, оцениваемого тем или иным критерием (статической, динамической или длительной прочностью; внешним видом; стойкостью к воздействию различных факторов).

В настоящее время на практике реализуются различные схемы, по которым может осуществляться УЗС полимерных материалов. Это обусловлено разнообразием свойств и структуры свариваемых материалов, конфигурации и

размеров деталей, требований, предъявляемых к сварным швам и свариваемому изделию в целом. Классификация схем УЗС пластмасс должна производиться с учетом всех основных признаков. К этим признакам относятся:

1) подвод энергии УЗ колебаний к свариваемому изделию;

2) передача механической энергии к зоне сварки;

3) концентрация энергии в зоне сварки;

4) дозирование вводимой энергии;

5) взаимное перемещение сварочного инструмента и свариваемых деталей для получения швов необходимой конфигурации и протяженности.

В зависимости от перемещения колебательной системы относительно изделия, сварку можно разделить на непрерывную и прессовую. Непрерывная сварка позволяет получать протяженные швы за счет относительного перемещения УЗКС и свариваемого изделия. Она используется для сварки изделий из пленок и синтетических тканей: мешков, фильтров и т.п. Прессовая сварка выполняется за одно рабочее движение колебательной системы. С помощью такой сварки получают точечные, прямолинейные и замкнутые швы различного контура, например, в виде квадрата, прямоугольника, эллипса и т.д. При выполнении прессовой УЗС рабочий цикл определяется последовательностью приложения сварочного давления, включения, осуществления и выключения УЗ воздействия, выдержки изделия под давлением и снятия давления. Цикл сварки во многом определяет прочность сварного соединения, поэтому цикл сварки при разработке технологии и оборудования закладывается в основу выбора принципиальной схемы механизма давления и включения УЗ колебаний.

Наиболее распространенный цикл УЗС [4] (статическое давление – ультразвук) представлен на рисунке 1, а. Статическое давление $P_{ст}$ прикладывается до включения УЗ колебаний (t_p – время предварительного сжатия), остается постоянным в течение всего сварочного цикла и снимается с запаздыванием на t_3 .

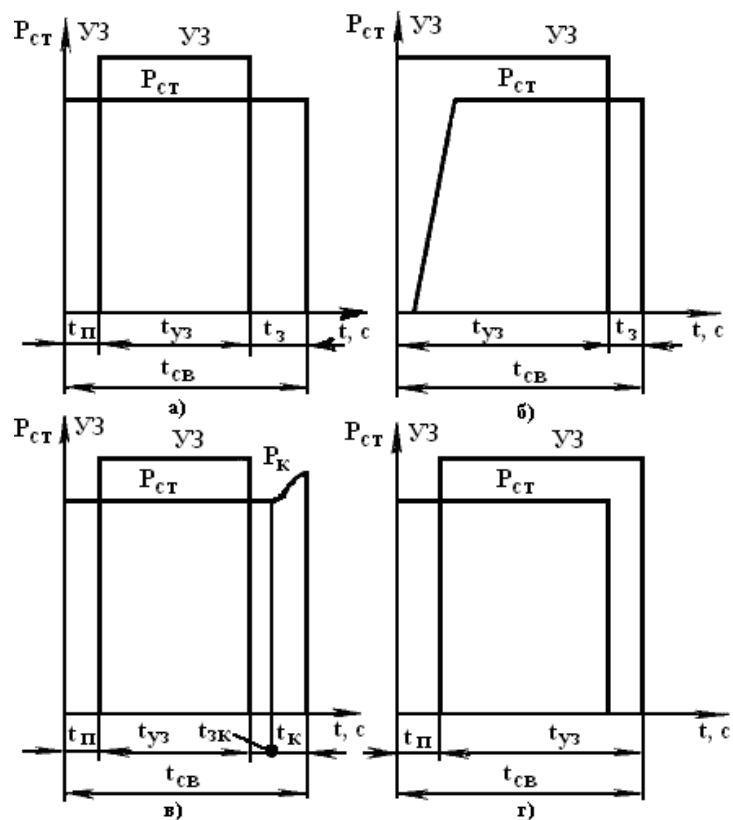


Рисунок 1 – Рабочие циклы при ультразвуковой сварке пластмасс

При цикле ультразвук – статическое давление (рисунок 1, б), УЗ колебания включаются до приложения статического давления. Первоначальное включение ультразвука дает возможность производить очистку свариваемых поверхностей, загрязненных различными веществами. В этом случае сварочное давление прикладывается к изделию постепенно. Касаясь изделия, волновод сообщает ему колебания, тем самым очищая поверхность прежде, чем наступает сварка. По окончании воздействия колебаний давление снимается с запаздыванием на t_3 .

При сварке по этой схеме часто используются УЗКС, на рабочей поверхности которых имеется выступ с насечкой. Внедрением этого выступа с насечкой в расплавленный полимер производится сварка изделия с нанесением рисунка насечки на область сварного шва. Такой цикл используется для сварки полиэтиленовых коробок и туб, наполненных жидкостями, имеющими большую вязкость.

Для повышения прочности сварного соединения в некоторых случаях необходимо непосредственно после выключения УЗ колебаний повышать давление (рисунок 1, в). Повышенное давление P_k (ковочное усилие) должно следовать за выключением колебаний через небольшой, строго контролируемый интервал

времени $t_{зк}$. При чрезмерно большом $t_{зк}$ применение проковки нежелательно, так как свариваемый материал успевает остыть до ее начала. При очень малом $t_{зк}$ возможно выдавливание расплавленного материала из-под колебательной системы под действием ковочного усилия P_k . В этом случае возможны выплески и прожоги полимера. Такой цикл часто используется, когда необходимо получить герметичный шов на объемных деталях, выполненных из ударопрочного полистирола. На рисунке 1, г показан нежелательный вариант рассмотренного цикла УЗС, при котором выключение колебаний происходит при предварительно снятом сварочном давлении. Предварительное снятие давления при включенном ультразвуке и подъем сварочного узла от свариваемой поверхности ведет к ухудшению качества соединения, значительному вспучиванию привариваемой поверхности.

Таким образом, процесс образования сварного соединения характеризуется сложным взаимодействием многочисленных разнородных факторов. Передача энергии, особенно устойчивая, стабильная, сопряжена, как увидим ниже, с большими трудностями, так как на сегодняшний день неизвестно, какими конкретно условиями предопределяется отбор мощностей. И это относится как к одной, так и к другой стороне данного явления при сварке тех или иных материалов.

1.2 Параметры режима ультразвуковой сварки полимерных материалов

Параметры режима сварки принято делить на *основные* и *дополнительные* [7]. Такое деление целесообразно провести и для ультразвуковой сварки пластмасс. К *основным параметрам* в этом случае следует отнести те, которые непосредственно влияют на количество механической энергии, подводимой к свариваемым материалам и превращаемой в тепловую энергию. Такими параметрами являются: амплитуда колебаний рабочего торца волновода A (мкм), частота колебаний f (кГц), продолжительность ультразвукового импульса $t_{св}$ (с) или (в случае шовной сварки) – скорость сварки V (м/с) и сварочное давление P (Па) или усилие прижима F (Н) сварочного инструмента к материалу.

В случаях, когда дозирование подводимой механической энергии осуществляется по специальным схемам, например при сварке по деформационному

критерию, величина зазора или допустимой осадки могут также считаться основными параметрами. При сварке с предварительным и сопутствующим подогревом или охлаждением свариваемых деталей температуру подогрева или охлаждения также следует отнести к основным параметрам, поскольку при этом меняются теплофизические и релаксационные характеристики материала, влияющие на интенсивность преобразования механической энергии в тепловую.

К *дополнительным параметрам* режима при ультразвуковой сварке относятся параметры, с помощью которых можно регулировать непроизводительные затраты энергии (энергию механических колебаний, безвозвратно теряющуюся в опоре или станине ультразвуковой сварочной машины, или теплоту, уходящую из сварочной зоны вследствие теплоотвода в холодные волновод и опору). К дополнительным параметрам относятся, в частности, размеры, форма и материал опоры и волновода, материал подложки, температура предварительного подогрева волновода и т. д.

В последние годы успешно разрабатываются расчетные методы [7] определения основных параметров режима ультразвуковой сварки пластмасс и синтетических тканей. Однако так как оптимальный режим сварки зависит от ряда факторов, таких как свойства свариваемых материалов, толщина и форма изделия, состояние контактирующих поверхностей и других, которые порой трудно учесть, значения основных параметров уточняются в каждом конкретном случае экспериментально.

В процессе сварки возможны отклонения от оптимального режима, что может быть вызвано, например, колебаниями напряжения питающей сети, нагревом волновода, изменением давления, выходом колебательной системы из резонанса и т. д. В связи с этим важно оценить влияние изменения того или иного параметра на прочность сварного соединения.

Правильность выбранного режима оценивают по прочности сварного соединения. В зависимости от требований, предъявляемых к сварному изделию, проверяют его герметичность, деформацию и другие показатели.

Рассмотрим влияние изменения основных параметров ультразвуковых колебаний на формирование сварного соединения.

1.2.1 Влияние амплитуды колебаний на формирование сварного соединения

Время разогрева полимера до температуры размягчения или плавления кристаллитов обратно пропорционально квадрату амплитуды смещения: при увеличении амплитуды смещения возрастает энергия, подводимая к свариваемым материалам [7].

Следует учитывать, что амплитуда рабочего инструмента колебательной системы под нагрузкой несколько ниже, чем амплитуда на холостом ходу. Это обусловлено тем, что при расчете резонансной длины волновода последний рассматривается как стержень, свободный на концах. Неучет характера нагрузки на рабочем торце волновода приводит к выходу акустической системы из резонанса, особенно при больших статических давлениях.

Так, было обнаружено, что при малых значениях амплитуды смещения рабочего инструмента колебательной системы на холостом ходу разница между его амплитудой при работе под нагрузкой и амплитудой колебаний, вводимых в свариваемый материал, незначительна. При линейном увеличении амплитуды смещения рабочего инструмента на холостом ходу практически линейно увеличивается его амплитуда при работе под нагрузкой, причем разница между этими амплитудами возрастает. При амплитуде на холостом ходу, равной 60–65 мкм, амплитуда при работе под нагрузкой принимает некоторое постоянное значение 36 мкм и стабилизируется.

Амплитуда колебаний, вводимых в материал, а следовательно, и подводимая механическая энергия, и их распределение зависят от ряда факторов, среди которых наибольшее значение имеют длина свариваемых деталей, характер опоры, на которой производится сварка, и статическое давление.

Величина амплитуды смещения на входе и ее распределение зависят также от площади рабочего инструмента. С одной стороны, при малых значениях амплитуды колебаний существенно возрастает рассеяние ультразвуковой энергии, что приводит к увеличению времени сварки и уменьшению предельных свариваемых толщин. С другой стороны, увеличение амплитуды колебаний может привести к деструкции свариваемых материалов.

То есть зависимость прочности сварных соединений от амплитуды колебаний

рабочего инструмента выражается по кривой с максимумом, соответствующим оптимальному значению амплитуды. Увеличение амплитуды колебаний по сравнению с оптимальным значением приводит к сильному разогреву полимера непосредственно под волноводом, что может сопровождаться деструкцией, появлением пузырьков, выпучиваний и выплесков размягченного материала. После окончания сварки поверхность шва оказывается неровной, пористой, имеет наплывы и другие дефекты, в результате чего прочность сварного соединения понижается. Это объясняется тем, что при больших амплитудах смещения происходит отрыв торца волновода от поверхности расположенной под ним детали в моменты отрицательного давления и удар в момент положительного давления. Сдвиги, отрыв и удар были обнаружены при изучении границы раздела сварочный инструмент – полимер с помощью оптической системы по размытости границы и эллиптическим траекториям точек, прилегающих к ней [7].

Уменьшение амплитуды колебаний по сравнению с оптимальным значением также приводит к понижению прочности соединения. В этом случае вводимая механическая энергия недостаточна для образования сварного соединения, требуется значительное время сварки, как и при повышенных амплитудах, что приводит к понижению качества и прочности сварного соединения.

1.2.2 Влияние статического давления на формирование сварного соединения

При помощи давления осуществляется акустический контакт между поверхностями свариваемых деталей и между деталями и волноводом. Кроме того, давление является необходимым условием для протекания процессов объемного взаимодействия в зоне контакта свариваемых деталей [7].

Зависимость прочности сварных соединений от статического давления носит, как правило, экстремальный характер. Считается, что низкая прочность при сварке на небольших статических давлениях связана с подводом к деталям малой энергии из-за недостаточного контакта. В этом случае может наблюдаться размягчение и деформация материала под волноводом вследствие ударного нагружения. С увеличением давления до определенного предела увеличивается не только прочность соединения, но и скорость сварки.

Что касается уменьшения прочности с увеличением давления выше оптимального значения, то по этому вопросу пока нет единого мнения. Было обнаружено понижение температуры, достигаемой на границе свариваемых деталей, с увеличением давления. В связи с этим высказано предположение, что материал не достигает вязкотекучего состояния, поэтому свариваемость ухудшается. Однако здесь не учитывалась зависимость температуры перехода полимерного материала в вязкотекучее состояние от статического давления.

1.2.3 Влияние времени ультразвукового воздействия на формирование сварного соединения

Достаточно обширный экспериментальный материал [1–8] свидетельствует о том, что можно подобрать достаточно большое количество сочетаний A , P и f , при которых достигается высококачественное сварное соединение. При этом изменяется только время сварки. Если A , P и f малы, то время сварки велико, и наоборот. Этот факт указывает на то, что существует определенный количественный показатель интенсивности режима ультразвуковой сварки, комплексно учитывающий вклад A , P и f в процесс сварки.

Однако небольшие изменения параметров режима сварки, геометрии деталей и свойств материалов могут привести к тому, что требуемое время сварки окажется больше или меньше времени, устанавливаемого оборудованием. Как следствие в первом случае будут наблюдаться непровары, во втором – следы деструкции. Именно этим объясняется наблюдаемая на практике нестабильность результатов, получаемых при сварке по фиксированному времени. Повышения качества в этом случае стремятся достигнуть за счет поддержания постоянства параметров режима сварки, однако это значительно усложняет конструкцию оборудования.

1.2.4 Влияние дополнительных факторов на формирование сварного соединения

В технологии УЗС полимеров большое значение имеет стабилизация процесса сварки. Исследователи неоднократно возвращались к этой проблеме, но решения или, по крайней мере, информации, освещающей ее с достаточной полнотой, до сих пор нет.

Процесс УЗС является результатом взаимодействия многочисленных и сложных факторов. Передача энергии связана с ее многократным преобразованием и распространением по переменным в процессе сварки волновым сопротивлениям. Все причины можно разделить на четыре основные группы [7].

Первая группа причин связана с влиянием сопротивления нагрузки на колебательную систему, конкретно на сварочный инструмент, который является источником интенсивного ультразвука.

Исследователи принимали во внимание изменение амплитуды колебаний сварочного инструмента и частоты. Для восстановления частоты использовались, как правило, различные системы АПЧ. Спад амплитуды колебаний сварочного инструмента и ее стабилизация в процессе сварки рассматривались как естественное явление, несмотря на глубину спада.

Показано, что колебательная система должна обладать определенными выходными характеристиками. Амплитуда колебаний, напряжение и в конечном счете мощность сварочного инструмента должны потенциально соответствовать возникающим нагрузкам. Чем больше дестабилизация этих величин под влиянием нагрузки, например спад амплитуды, тем больше разброс прочности сварных соединений. К сожалению, использование колебательных систем, не обеспечивающих этого условия, — наиболее типичная ошибка исследователей и разработчиков оборудования для УЗС.

Вторая группа причин, вызывающих дестабилизацию процесса УЗС, это изменение площади непосредственного контакта сварочного инструмента со свариваемыми деталями, изменение состояния поверхности и антиадгезионных свойств к свариваемому материалу. О значении этих факторов свидетельствует следующее. Передача энергии идет в плоскости контактирования сварочного

инструмента. Чем больше перепад ее значения в процессе сварки, тем сильнее выражена дестабилизация. Экспериментально установлено, что при использовании сварочных инструментов сферической формы изменение площади их контактирования со свариваемой деталью весьма значительно. При этом волновое сопротивление меняется и за счет скорости распространения ультразвука, которая зависит от площади фронта волны. Уровень передачи энергии зависит от характера контактирования сварочного инструмента со свариваемыми деталями.

Третья группа причин связана с конструктивными недостатками сварочных машин, точнее, с источниками питания – ультразвуковыми генераторами и в некоторой степени с акустическими системами. К ним надо отнести: нерациональную опору, неустойчивый температурный режим преобразователя, волноводов, генератора, колебания напряжения сети и т. д.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для проведения экспериментальных работ по исследованию и выявлению оптимальных условий и режимов ультразвукового воздействия при изготовлении пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала согласно требованиям выполняемого Договора был использован ультразвуковой аппарат серии «Гиминей-ультра» (рисунок 2, а) со сменным рабочим окончанием специальной формы (рисунок 1, б).

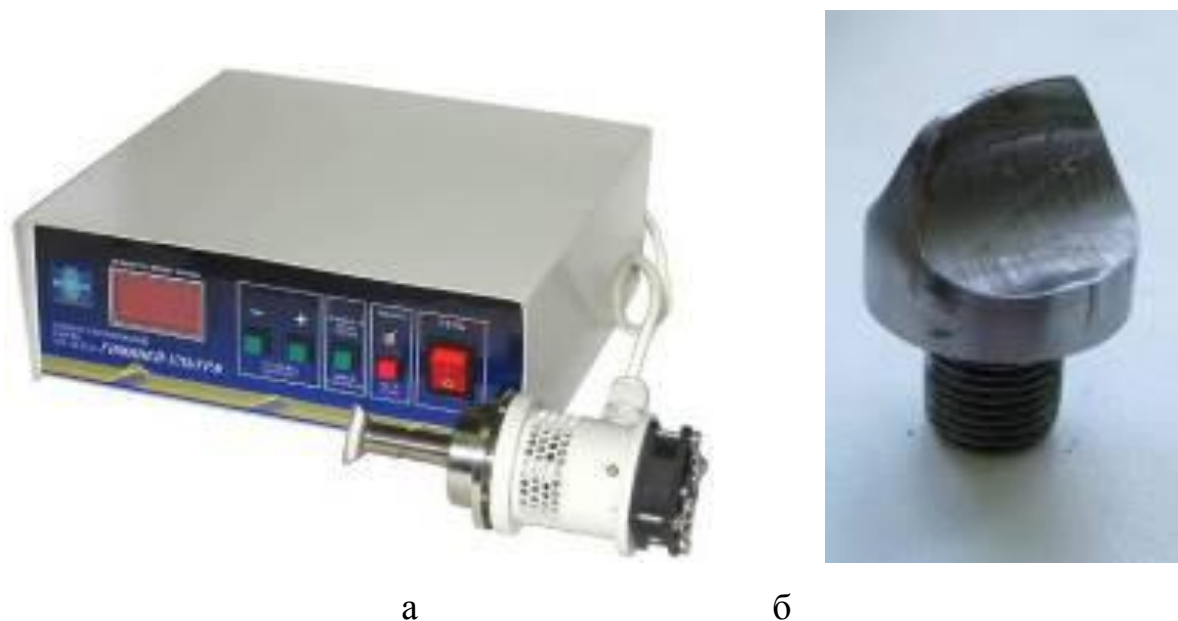


Рисунок 2

В состав аппарата для ультразвуковой сварки «Гиминей-ультра» входит ультразвуковой генератор мощностью 400 Вт, с возможностью регулировки выходной мощности в пределах 5-100% и ультразвуковая колебательная система. Генератор имеет устройство автоматического поддержания выходной мощности на установленном уровне, встроенный непрерывный/секундный таймер, цифровой индикатор уровня мощности и времени работы и кнопку удаленного запуска. Это позволяет использовать оборудование, как в ручном, так и в автоматизированном варианте формирования сварного соединения и резки.

Ультразвуковая колебательная система (УЗКС) имеет встроенное устройство принудительного воздушного охлаждения. В состав колебательной системы входит сменный сварочный инструмент специальной формы (рисунок 2,б),

предназначенный для формирования непрерывных сварных швов как с одновременной обрезкой с оплавлением кромки, так и без обрезки (зависит от угла наклона ультразвуковой колебательной системы по отношению к свариваемым материалам).

2.1 Изготовление перчаток из синтетического материала

Исследования по изготовлению перчаток с помощью ультразвуковой сварки проводилась на образцах из представленного синтетического материала. Сварка перчаток проводилась по контуру с одновременной обрезкой.

2.1.1 Технология сварки перчаток из синтетического материала

Для осуществления операции сварки перчаток и формирования непрерывного сварного шва с одновременной обрезкой следует разместить свариваемые материалы на металлической пластине в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3.

Сварка с одновременной обрезкой достигается тем, что сварочный инструмент располагается под углом к свариваемым материалам.

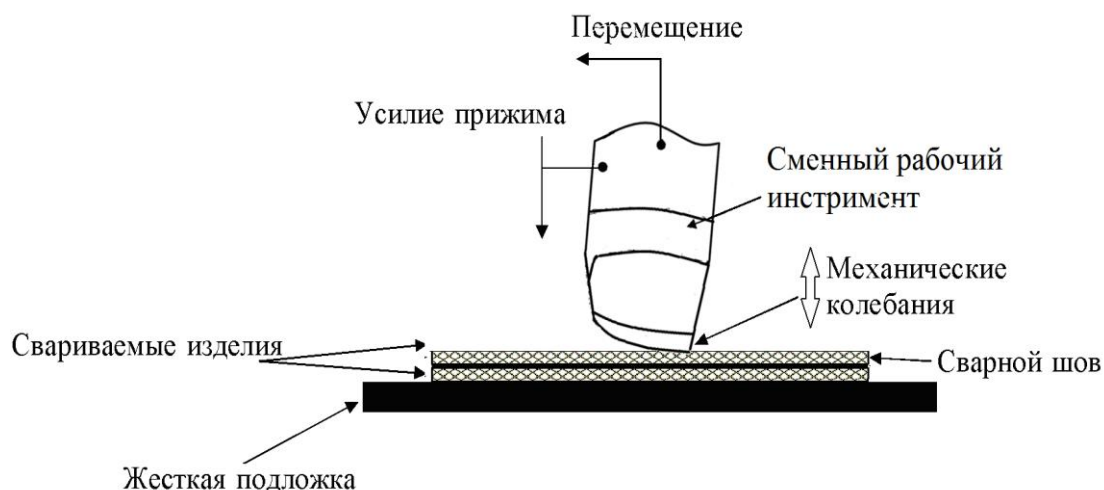


Рисунок 3 – Схема ультразвуковой сварки с одновременной обрезкой

Далее на генераторе следует выбрать уровень мощности и интервал времени ультразвукового воздействия и произвести пуск аппарата. В процессе сварки требуется обеспечить перемещение рабочего инструмента по свариваемым

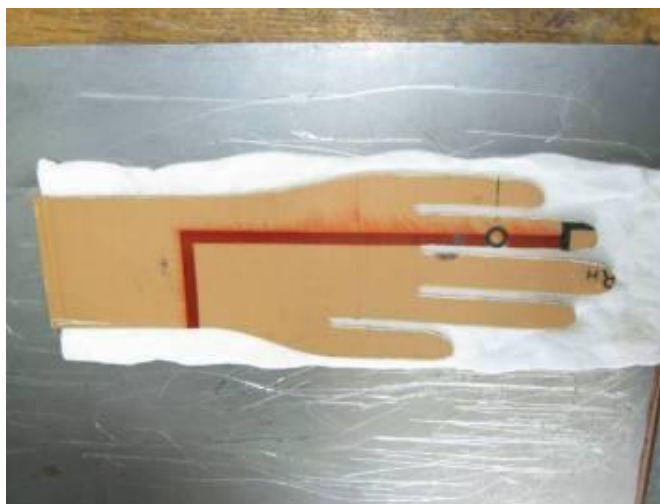
материалам со скоростью (5-10 мм/сек) и стабильным усилием прижима (50-100Н).

Во время проведения экспериментальных исследований установлено, что синтетический материал хорошо поддается ультразвуковой сварке. На качество сварки существенно влияет толщина синтетического материала. Чем толще материал, тем в зоне сварки при прижиме находится больше материала, который сваривается и образует непрерывный сварной шов. С другой стороны при сварке синтетический материал «остекловывается» (сварной шов становится не эластичным) и при растяжении может треснуть.

Экспериментально установлены численные значения оптимальных параметров ультразвуковой сварки с одновременной обрезкой при использовании аппарата «Гиминей-ультра»: амплитуда колебаний – 40-45 мкм, усилие прижима – 70-80Н, постоянная скорость перемещения – 5-7 мм/сек.

2.1.2 Стадии изготовления перчаток из синтетического материала

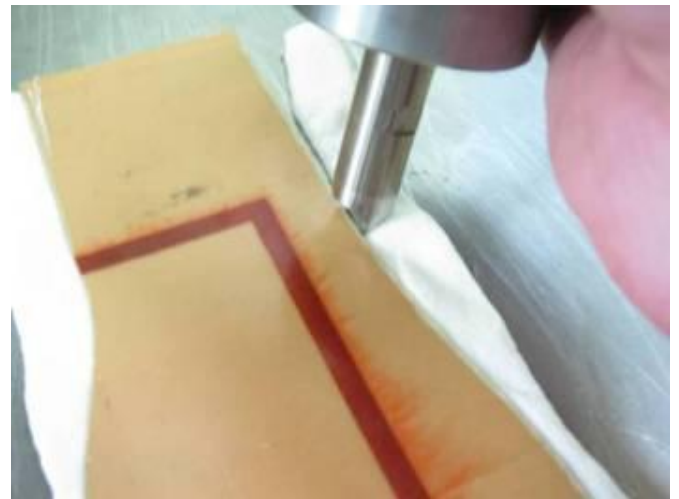
На рисунках ниже представлены стадии изготовления перчаток из синтетического материала.



1) Размещение материалов и шаблона на металлическом листе



2) Прижатие шаблона



3) Сварка с одновременной обрезкой



4) Сварка с обрезкой завершена



5) Снятие шаблона

2.2 Изготовление пакетов из ПУ пленки

Исследования по изготовлению пакетов из ПУ пленки с помощью ультразвуковой сварки проводилась на образцах «Платилон» (сдублирована с п/этил. пленкой) и «Паретра» (однослойная), которые складывались глянцевой стороной внутрь. Сварка пленок проводилась по контуру без обрезки.

2.2.1 Технология сварки полиуретановых пленок

Для осуществления операции сварки полиуретановых пленок и формирования

непрерывного сварного шва следует разместить свариваемые материалы на металлической пластине в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4. Далее свариваемые материалы (в месте сварки) необходимо накрыть фторопластовой пленкой толщиной 100-200 мкм для лучшего скольжения рабочего инструмента УЗКС по свариваемым материалам. Без использования фторопластовой пленки рабочий инструмент УЗКС «вязнет» в свариваемых материалах, что приводит к существенному снижению прочности сварного шва и скорости сварки.

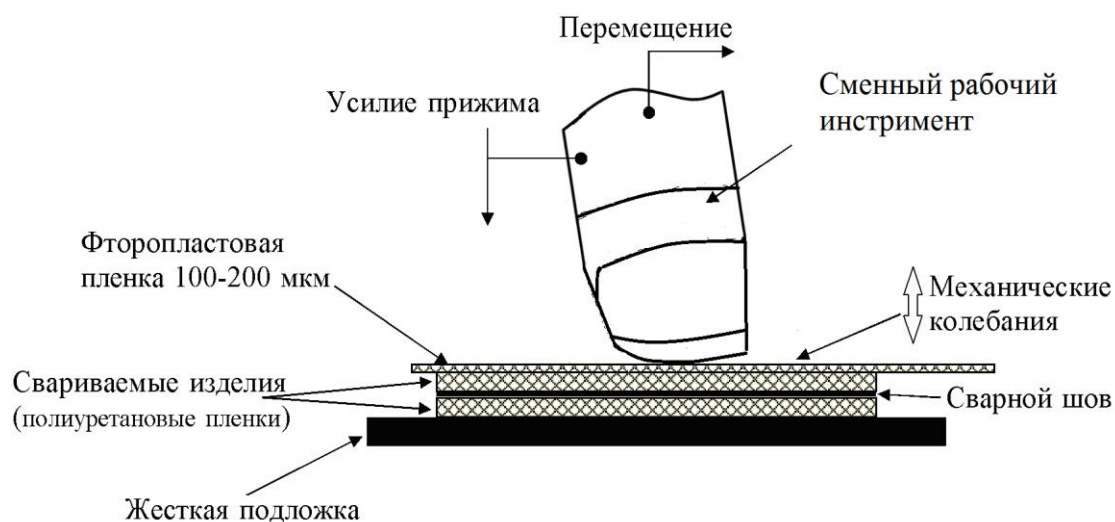


Рисунок 4 – Схема ультразвуковой сварки без обрезки

Далее на генераторе следует выбрать уровень мощности и интервал времени ультразвукового воздействия и произвести пуск аппарата. В процессе сварки требуется обеспечить перемещение рабочего инструмента по фторопластовой пленке с постоянной скоростью (10-20 мм/сек) и стабильным усилием прижима (30-100Н). После сварки фторопластовая пленка удаляется (фторопластовая пленка при соблюдении вышеописанной технологии не разлагается и может использоваться при последующих сварках).

Во время проведения экспериментальных исследований установлено, что ПУ пленки хорошо поддаются ультразвуковой сварке при соблюдении технологии описанной выше. На качество сварки влияет скорость перемещения и усилие прижима УЗКС. При низкой скорости перемещения УЗКС происходит чрезмерное выделение ультразвуковой энергии и материал в зоне сварки становится тоньше. Это

приводит к сварке с одновременной обрезкой.

Экспериментально установлены численные значения оптимальных параметров ультразвуковой сварки при использовании аппарата «Гиминей-ультра»: амплитуда колебаний – 30-40 мкм, усилие прижима – 30-40Н, постоянная скорость перемещения – 15-20 мм/сек.

2.2.2 Стадии изготовления пакетов из ПУ пленки

На рисунках ниже представлены стадии изготовления пакетов из ПУ пленки.



1) Размещение материалов на металлическом листе



2) Накрытие материалов фторопластовой пленкой



3) Установка шаблона поверх фторопластовой пленки



4) Перемещение УЗКС под наклоном для сварки



5) Процесс сварки
завершен



6) Снятие шаблона



7) Снятие фторопластовой
пленки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работ по договору были произведены экспериментальные исследования по изготовлению пакетов из ПУ пленки и перчаток из синтетического материала с помощью ультразвуковой сварки.

На основании анализа результатов исследований можно сделать следующие выводы.

1. ПУ пленки хорошо поддаются ультразвуковой сварке при соблюдении технологии описанной в пункте 2.2.1. На качество сварки влияет амплитуда колебаний рабочего инструмента, скорость перемещения и усилие прижима. Экспериментально установлены численные значения оптимальных параметров ультразвуковой сварки при использовании аппарата «Гиминей-ультра»: амплитуда колебаний – 30-40 мкм, усилие прижима – 30-40Н, постоянная скорость перемещения – 15-20 мм/сек.

2. Синтетический материал для изготовления перчаток хорошо поддается ультразвуковой сварке с одновременной обрезкой. На качество сварки существенно влияет толщина синтетического материала. Чем толще материал, тем в зоне сварки при прижиме находится больше материала, который сваривается и образует непрерывный сварной шов. С другой стороны при сварке синтетический материал «остекловывается» (сварной шов становится не эластичным) и при растяжении может треснуть. Экспериментально установлены численные значения оптимальных параметров ультразвуковой сварки с одновременной обрезкой при использовании аппарата «Гиминей-ультра»: амплитуда колебаний – 40-45 мкм, усилие прижима – 70-80Н, постоянная скорость перемещения – 5-7 мм/сек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Николаев, Г.А.** Ультразвуковая технология в хирургии [Текст] / Г.А. Николаев, В.И. Лоцилов, – М.: Медицина, 1980. – 271 с.: ил.
2. **Николаев, Г.А.** Новые методы сварки металлов и пластмасс [Текст] / Г.А. Николаев, Н.А. Ольшанский, – М.: Машиностроение, 1966. – 217 с.: ил.
3. **Патон, Б.Е.** Машиностроение. Энциклопедия. Оборудование для сварки [Текст] / Т. 4–6 / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др., под ред. Б.Е. Патона, 1999. – 496 с.: ил.
4. **Волков, С.С.** Сварка пластмасс ультразвуком [Текст] / С.С. Волков, Б.Я.Черняк, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1986. – 256 с.
5. **Мордвинцева, А.В.** Методы сварки пластмасс [Текст] / А.В. Мордвинцева, Н.А. Ольшанский, – М.: Известия вузов СССР, 1960.
6. **Зайцев, К.И.** Сварка пластмасс [Текст] / К.И. Зайцев, Л.Н. Мацюк – М.: Машиностроение, 1978. – 224 с.
7. **Холопов, Ю.В.** Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов [Текст] / Ю.В. Холопов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд. 1988. – 224 с.: ил.
8. **Волков, С.С.** Сварка и склеивание пластмасс [Текст] / С.С. Волков, Ю.Н. Орлов, Р.Н. Астахова – М.: Машиностроение, 1972. – 128 с.
9. **Шестопал, А.Н.** Справочник по сварке и склеиванию пластмасс [Текст] / А.Н. Шестопал, Ю.С. Васильев – Киев: Техника, 1986. – 202 с.
10. **Мозговой, И.В.** Основы технологии ультразвуковой сварки полимеров Учеб. пособие, [Текст] / И.В. Мозговой. – Изд-во красноярского ун-та, 1991. – 280 с.