

Установка Фильтрующих Мембран в Пакеты для Грибных Блоков Методом Ультразвуковой Сварки

Владимир Н. Хмелёв, Senior Member, IEEE, Алексей Н. Сливин, Роман В. Барсуков,
Виктор. А. Нестеров, Алексей Д. Абрамов
Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического
университета им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия

Аннотация—в статье представлены результаты экспериментальных исследований по формированию кольцевого сварного шва методом ультразвуковой сварки фильтрующей мембраны с пакетом, предназначенным для получения грибных блоков, при помощи разработанного экспериментального стенда. Применение фильтрующей мембраны и ультразвуковой сварки позволяет обеспечить асептические условия при выращивании грибов.

Ключевые слова—Ультразвук, сварка, грибной блок, кольцевой шов.

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время производство таких грибов как шампиньоны, вешенки, шиитаке, или опять является достаточно популярным и прибыльным. При этом, качественный продукт грибов получается из качественной и чистой культуры мицелия, которую при желании можно вырастить даже в домашних помещениях. Однако важным условием качества грибов является не только обеспечение технологии, но и применение специальных пакетов для грибных блоков (Рис. 1).



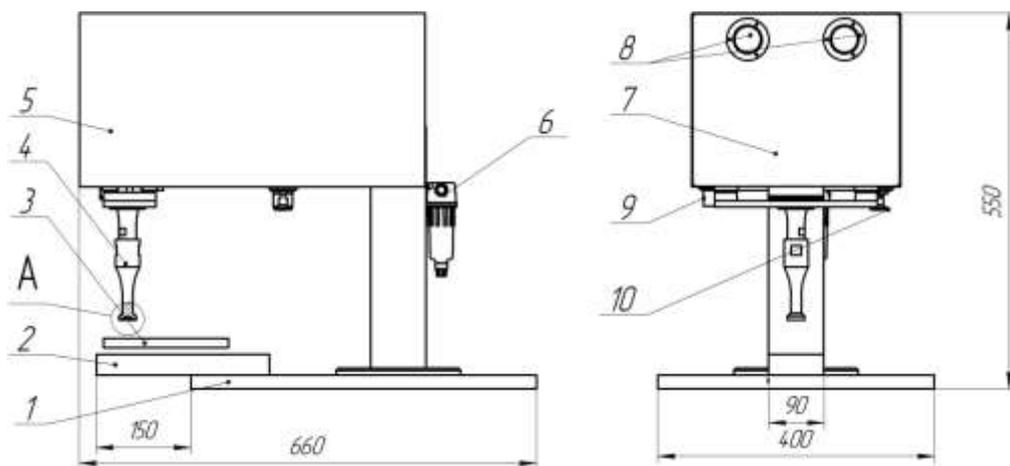
Рис. 1. Пакет с фильтрующей мембраной для грибных блоков.

Специализированный состав материала и форма пакетов обеспечивает возможность механической автоматизированной, а также ручной набивки блоков

мицелиями. Прочность и эластичность пленки, обработка пакетов озоном, и поддержание асептических условий, для того чтобы исключить заражение мицелия микроорганизмами, присутствующими в окружающей среде, эти факторы обеспечивают рост и получение качественного продукта. Для этого, для исключения заражения мицелий внешними микроорганизмами используется специальная фильтрующая мембрана из полимерного волоконного материала, ввариваемая в полимерный пакет.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для обеспечения герметичности, стерильности и прочности сварного шва [1-3], при возможном загрязнении свариваемых поверхностей необходимо применение ультразвуковой сварки для формирования кольцевого сварного шва, которая обеспечит все необходимые требования. При этом, основная задача, это формирование равномерного кольцевого сварного шва диаметром 25 мм и шириной 4 мм при сварке фильтрующей мембраны с пакетом 350x800 мм для получения грибных блоков. При этом мембраны могут изготавливаться из полиэтилентерефталата, и вспененного полипропилена. Для формирования кольцевого сварного шва при сварке полимерного пакета толщиной 50-65 мкм, и мембраны толщиной 20-30 мкм необходимо обеспечить равномерный прижим кольцевым сварочным инструментом ультразвуковой колебательной системы [3-4]. При этом необходимо учитывать что мембрана, изготовленная из полиэтилентерефталата (лавсан) требует ввода большей величины энергии ультразвуковых колебаний. Мембрана из вспененного полипропилена обладает неравномерностью распределения волокон вспененного полимера по площади формирования шва, и для обеспечения сварного шва необходимо обеспечить необходимое и достаточное усилие прижима сварочным инструментом к тонким пленкам.



1 – станина; 2 – сварочная опора; 3 – свариваемое изделие; 4 – ультразвуковая колебательная система со сварочным инструментом; 5 – пневмоцилиндры; 6 – пневмофильтр; 7 – корпус; 8 – манометры; 9 – регулятор давления для установки усилия прижима сварочного инструмента; 10 – клапан безопасности

Рис. 2. Стенд для проведения исследований.

Для обеспечения кольцевой сварки необходимо провести исследования и выбрать оптимальные технологические параметры процесса сварки кольцевых швов тонких мембран и полиэтилена с учетом особенностей используемых материалов [5-7]. Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Разработать стенд для проведения исследований, обеспечивающий необходимые технологические характеристики.
2. Провести исследования по формированию кольцевых сварных швов фильтрующих мембран.
3. Установить оптимальные технологические параметры процесса ультразвуковой кольцевой сварки.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ

Для решения первой из поставленных задач был разработан стенд для проведения исследований (Рис. 2). В состав стенда входит генератор электрических колебаний ультразвуковой частоты, который обеспечивает преобразование энергии промышленной сети в энергию электрических колебаний ультразвуковой частоты $22 \pm 1,65$ кГц для питания ультразвуковой колебательной системы.

Генератор электрических колебаний (Рис.3) ультразвуковой частоты обеспечивает оптимальный режим ультразвукового энергетического воздействия в процессе сварки и включает все необходимые системы, обеспечивающие режим работы колебательной системы на резонансной частоте. В состав генератора входят: инвертор, выполненный на полумостовой схеме и предназначенный для преобразования электрического постоянного напряжения в переменное напряжение ультразвуковой частоты, микроконтроллер для управления процессом сварки, выходной резонансный контур для согласования с колебательной системой, высокоскоростной регулятор амплитуды

колебаний (регулятор напряжения), корректор мощности, панель индикации и внешнего управления. В состав генератора входит также система фазовой автоподстройки резонансной частоты, система стабилизации амплитуды колебаний по обратной связи, система стабилизации мощности ультразвукового воздействия. Применение систем позволяет осуществить выбор оптимальных энергетических параметров ультразвукового воздействия в процессе сварки.



Рис.3. Генератор

Ультразвуковая колебательная система (УЗКС) предназначена для преобразования электрических колебаний в механические колебания ультразвуковой частоты, усиления упругих колебаний и введения их в зону сварки [8]. В состав ультразвуковой колебательной системы входит встроенное устройство принудительного воздушного охлаждения (вентилятор). Станина служит несущей конструкцией аппарата в целом и содержит места крепления ультразвуковой колебательной системы, сварочной

опоры, направляющих и пневмоцилиндров. Пневмоцилиндры в совокупности с направляющими предназначены для позиционирования ультразвуковой колебательной системы, а также прижима ультразвукового сварочного инструмента к изделию с усилием прижима от 400 до 3200 Н. Сварочная опора, предназначенная для установки изделия и обеспечивает прижатие сварочного инструмента ультразвуковой колебательной системы к изделию.

При решении второй задачи для проведения экспериментальных исследований, а также для отработки технологии было изготовлено оборудование, представленное на Рис. 4.



Рис. 4. Оборудование для проведения исследований.

В состав оборудования вошел пневмоцилиндр, регулятор давления, пневмопедаль для запуска, ультразвуковая колебательная система со сварочным инструментом, закрепленная на регулировочном узле, опора кольцевого типа, закрепленная на направляющей пневмоцилиндра [9-12].

Для проведения исследований и формирования кольцевых швов фильтрующих мембран из полиэтилентерефталата образцы укладывались на опору представленную на Рис. 4, покрытую одним слоем фторопластовой ленты толщиной 100 мкм. Сверху на образцы укладывался ещё один слой фторопластовой ленты толщиной 100 мкм, усилие прижима 1200 Н, время сварки 0,75 с, время удержания для стабилизации шва 0,5-1 с, потребляемая активная мощность аппарата 700-800 Вт (90% от максимальной).

В ходе проведения исследований и предварительной отработки технологии сварки были установлены оптимальные режимы сварки, обеспечивающие формирование сварного шва (Рис. 5) диаметром 25 мм и шириной 4 мм.

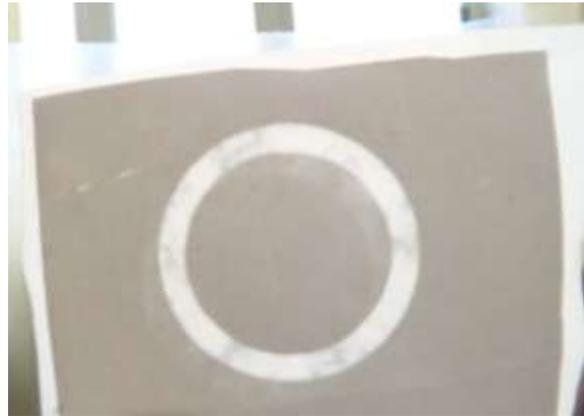


Рис. 5. Образец фильтрующей мембраны с кольцевым сварным швом на просвет.

При проведении исследований и формировании кольцевых сварных швов мембран из вспененного полипропилена образцы укладывались на опору (Рис. 4), покрытую двойным слоем фторопластовой ленты толщиной 100 мкм, сверху на образцы укладывался ещё один слой фторопластовой ленты толщиной 100 мкм, усилие прижима 1200 Н, время сварки 0,5 с, время удержания для стабилизации шва 0,5-1 с, потребляемая активная мощность аппарата 700-800 Вт (90% от максимальной).

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сварки фильтрующих мембран из полиэтилентерефталата и вспененного полипропилена было получено по 100 образцов изделий. При обеспечении технологии сварки с применением фторопластовой ленты было обеспечено качество 90% количества исследуемых образцов из числа изделий.

Таким образом, в результате проведения исследований [13] получены образцы с кольцевыми швами полиэтилена и лавсановой мембраны, и полиэтилена и вспененной мембраны (Рис. 6).

Таким образом, для сварки фильтрующих мембран из полиэтилентерефталата, и вспененного полипропилена с пакетом для получения грибных блоков был разработан стенд. Для формирования герметичного равномерного кольцевого сварного шва обеспечивается равномерный прижим кольцевым сварочным инструментом ультразвуковой колебательной системы с усилием 1200 Н.



Рис. 6. Образцы с кольцевыми швами.

При проведении экспериментальных исследований по формированию кольцевых сварных швов мембран толщиной 20-30 мкм с пакетами толщиной 50-65 мкм, установлены оптимальные параметры времени ультразвукового воздействия от 0,5 до 1 с. Применение ультразвуковых аппаратов для сварки тонких фильтрующих мембран 20-30 мкм при изготовлении грибных блоков позволяет обеспечить формирование герметичных кольцевых сварных швов диаметром 25 мм и шириной 4 мм. Для вваривания мембран с использованием аппарата ультразвуковой сварки и формирования кольцевых сварных швов при изготовлении грибных блоков рекомендуется придерживаться необходимой технологии обеспечивающей герметичность, стерильность и прочность сварного шва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Иванов, А.И. Стерилизация сверхвысокочастотной энергией субстратных блоков для выращивания съедобного гриба шиитаке (*lentinula edodes*) / А.И. Иванов [и др.]. // Нива Поволжья. – 2016. – № 2. – С. 29-34.
- [2] Рахронов, У.Н. Культивирование вешенки *pleurotus ostreatus* на различных субстратах // Бюллетень науки и практики. – 2018. – № 2. – С. 175-178.
- [3] Ушанева, М.Л. Оценка влияния субстрата на урожайность шампиньона двуспорового / М.Л. Ушанева, И.Б. Кирина. // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2018. – № 25. – С. 30-32.
- [4] Батищева, О.М. Повышение прочности соединений при ультразвуковой сборке / О.М. Батищева, В.А. Папшев, Г.А. Родимов. // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2. – С. 9.
- [5] Степаненко, Д.А. Теоретическое обоснование возможности усиления ультразвуковых колебаний с помощью составных кольцевых упругих элементов / Д.А. Степаненко [и др.]. // Техническая акустика. – 2017. – № 17. – С. 2-14.
- [6] State Standard 32491-2013 Geosynthetic materials. Method of tension test with the application of broad tape – М.: Standard publishing, 2014.
- [7] ГОСТ 17527-2003 Упаковка. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2003.
- [8] Khmelev, V.N. Ultrasonic welding of thermoplastic materials: monograph / V.N. Khmelev, A.N. Slivin, A.D. Abramov, S.S. Khmelev; under the editorship of V.N. Khmelev. – Altay State Technical University, VTI. – Biysk: Altay State Technical University publishing, 2014. – 281 p.
- [9] Холопов, Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов / Ю.В. Холопов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд. 1988. – 224 с.: ил.

[10] Шестопап А.Н. Справочник по сварке и склеиванию пластмасс / А.Н. Шестопап, Ю.С. Васильев – Киев: Техника, 1986. – 202 с.

[11] Мозговой И.В. Основы технологии ультразвуковой сварки полимеров: учеб. пособие / И.В. Мозговой. – Изд-во красноярского ун-та, 1991. – 280 с.

[12] Бабичев, А.П. Физические величины. Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братовский, и др. под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: «Энергоатомиздат», – 1991. – 1232 с.

[13] Way of sealing of plastic storage containers and processing of components of blood / RU Patent 2269334 / V.N. Khmelev, R.V. Barsukov, S.N. Tsyganok, A.N. Slivin // 10.02.06.

[14] Khmelev, V.N. Development of the ultrasonic equipment for packing machines / V.N. Khmelev, A.N. Slivin, R.V. Barsukov, S.N. Tsyganok, A.V. Shalunov, I.I. Savin, S.V. Levin // Izvestya of Tula state University. – 2006. – № 6. – pp. 12-18.

[15] Khmelev, V.N. Development of technology and equipment for ultrasonic welding of elements of a cartridge for water purification / V.N. Khmelev, A.N. Slivin, S.V. Levin // Izvestya of Tula state University. – 2004. – № 2. – pp. 175-182.



Vladimir N. Khmelev (SM'04) is deputy director for scientific and research activity at Biysk technological institute, professor and lecturer, Full Doctor of Science (ultrasound), honored inventor of Russia, laureate of Russian Government premium for achievements in science and engineering, IEEE member since 2000, IEEE Senior Member since 2004. His scientific interests are in field of application of ultrasound for an intensification of various technological processes.



Alexey N. Slivin has got engineer's degree at 1999 and Philosophy degree (Candidate of Engineering Sciences) at 2009. He is leading specialist in designing, making of electronic ultrasonic generation devices in developing of ultrasonic technological equipment for thermoplastic polymeric materials welding, laureate of Altay Region premium in the field of science and technique (2009), docent and lecturer in Biysk Technological Institute. His research interests are in field of ultrasonic equipment and

technologies and in applying of high intensive ultrasonic vibrations for intensifying of technological processes and for changing of materials and substances properties and in applying of ultrasonic vibrations for welding of thermoplastic polymeric materials.



Roman V Barsukov has got engineer's degree at 1998 and Philosophy degree (Candidate of Engineering Sciences) at 2005. He is leading specialist in designing of modern electronic ultrasonic generation devices, laureate of Russian Government premium for achievements in science and engineering, docent and lecturer in Biysk Technological Institute. His research interests are in field of ultrasonic equipment and technologies and in applying of high intensive ultrasonic vibrations

for intensifying of technological processes and for changing of materials and substances properties.



Viktor A. Nesterov has got a higher education on information measuring engineering and technologies from Altay State Technical University. He is engineer in Biysk Technological Institute. His research interests is finite-element modeling and designing ultrasonic oscillation system.



Alexey D. Abramov has got engineer's degree on information science and measuring engineering at 2006. He is engineer in Biysk Technological Institute. He is specialist in developing of ultrasonic technological equipment for thermoplastic polymeric materials welding. His research interests are in field of ultrasonic equipment and technologies applying for ultrasonic ring welding process.