

УДК 621.792.053

Проблемы технологического обеспечения герметичности изделий при автоматизированном нанесении уплотнений

Гнатенко Павел Эдуардович

gnatenko@bmstu.ru

Гончаров Александр Александрович

al.goncharov@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена обзору проблем, возникающих при герметизации изделий при автоматизированном нанесении уплотнений. В работе кратко описаны основные методы обеспечения герметичности, указаны их преимущества и недостатки. Главный фокус сделан на выявлении зависимостей между режимами нанесения уплотнений и физико-механическими свойствами готовых изделий. Приведены и проанализированы экспериментальные данные, на основании которых сформулированы выводы по работе. Статья представляет интерес для специалистов широкого круга, инженеров, технологов машиностроительных предприятий, исследователей, занимающихся технологическим обеспечением качества изделий.

Ключевые слова: технологическое обеспечение сборки, автоматизированное нанесение, герметичность, высота свободного вспенивания, пористость

Problems of technological ensuring the tightness of products during automated sealing

Gnatenko Pavel Eduardovich

gnatenko@bmstu.ru

Goncharov Alexander Alexandrovich

al.goncharov@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The article is devoted to an overview of the problems that arise when sealing products with automated sealing. The paper briefly describes the main methods of ensuring tightness, their advantages and disadvantages are indicated. The main focus is on identifying the dependencies between the sealing modes and the physical and mechanical properties of the finished products. Experimental data are presented and analyzed, on the basis of which conclusions on the work are formulated. The article is of interest to a wide range of specialists, engineers, technologists of machine-building enterprises, researchers involved in technological quality assurance of products.

Keywords: technological support of assembly, automated application, tightness, height of free foaming, porosity

Обеспечение герметичности является важной задачей при проектировании технологического процесса сборки большинства изделий машиностроения. Существуют изделия, работающие в условиях внешних воздействующих факторов (ВВФ), с особыми требованиями к герметичности такие как корпуса силовых агрегатов, узлы трансмиссии, заглушки фильтров и другие.

В настоящее время существует множество способов обеспечения указанного технического требования, рассмотрим основные из них.

Точная пригонка контактных поверхностей обеспечивает минимальный зазор в соединении и высокую плоскостность сопрягаемых деталей, в результате чего достигается герметичность изделия. Это достигается путем шабрения, доводки и притирки. Недостатками способа является высокая трудоемкость и сложность технологического процесса, а также невозможность его автоматизации.

Нанесение клея-герметика на стык сопрягаемых поверхностей — один из самых простых способов достижения герметичности, но имеет существенные ограничения. Соединение отличается невысокой надежностью особенно в условиях воздействия агрессивных сред и климатических факторов, а также является неразборным.

Применение жгута, закладываемого в стык между деталями для их герметизации, требует особой геометрии корпуса, что является существенным ограничением. Этот метод не подходит для автоматизации, а также имеет ряд недостатков, связанных с технологическим процессом.

Наиболее перспективным методом является автоматизированное нанесение силиконовых и полиуретановых уплотнений между сопрягаемыми деталями (рис. 1). Чтобы обеспечить герметичность указанным способом, необходимо правильно выбрать материал, технологию его подготовки и переработки, а также соответствующее оборудование [1].



Рис. 1. Нанесение уплотнений (Gasketing)

Известно, что характеристики компаунда при эксплуатации изделия зависят не только от его физико-механических свойств, но и от технологии переработки материала [2]. Наибольшую сложность представляет изготовление

вспененных уплотнений в условиях автоматизированного производства. Обеспечить высокое качество этих изделий не удастся из-за отсутствия научно обоснованных взаимосвязей между технологией переработки и характеристиками готового изделия [3].

Целью работы является изучение зависимости режимов переработки материалов на качество вспененных уплотнений. В работе рассматриваются два параметра: скорость нанесения/дозирования и частота вращения миксера, в качестве показателей качества были выбраны: высота вспенивания, твердость по Шору А, пористость.

Для эксперимента были выбраны 2 двухкомпонентных вспенивающихся материала: отечественный и импортный: Номаргом 7322 и Изолан Ф-63. Эксперименты проводились на установке двухкомпонентного смешивания с динамическим миксером «МОНОРОБОТ Т», твердость измерялась твердомером Восток 7, пористость контролировалась визуально (рис. 2).

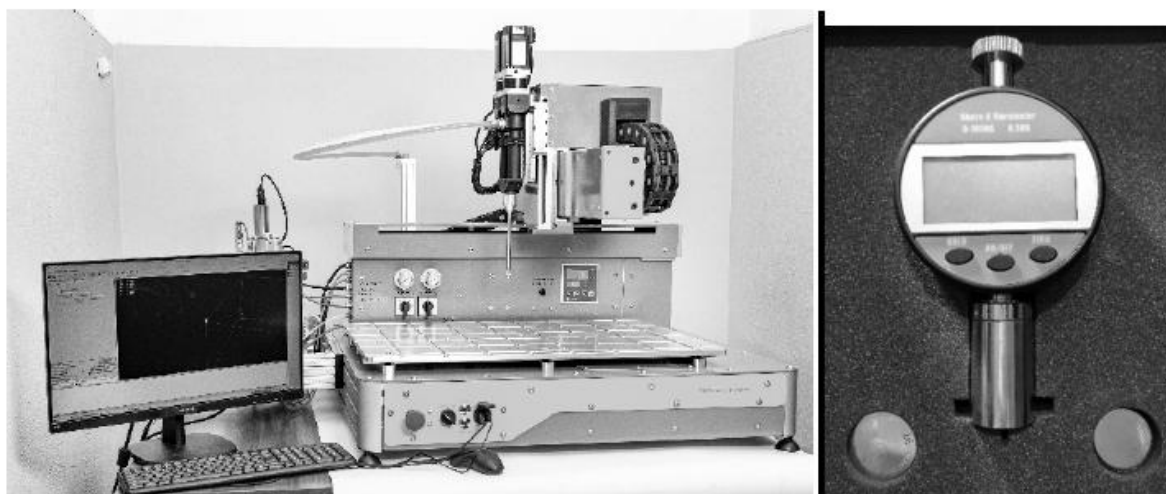


Рис. 2. Моноробот Т и твердомер Восток 7

В результате эксперимента с материалом Номаргом 7322 были получены следующие данные (табл. 1), где v — скорость нанесения, мл/мин; h — высота вспенивания, мм; n — частота вращения миксера 525 об/мин.

Таблица 1

Характеристики материала Номаргом 7322

№ изделия	n , об/мин	v , мл/мин	h , мм	Твердость по Шору А
1	525	50	17	4,5–6
2	525	100	14	5,5–7,5
3	525	150	12	7–8

По спецификации твердость вспененного материала Номаргом 7322 должна находиться в интервале 4–7А, как видно из полученных данных только изделие 1 соответствует паспортным характеристикам компаунда (рис. 3).

Помимо твердости скорость подачи влияет и на высоту вспененного уплотнения, что следует учитывать при выборе дозы.

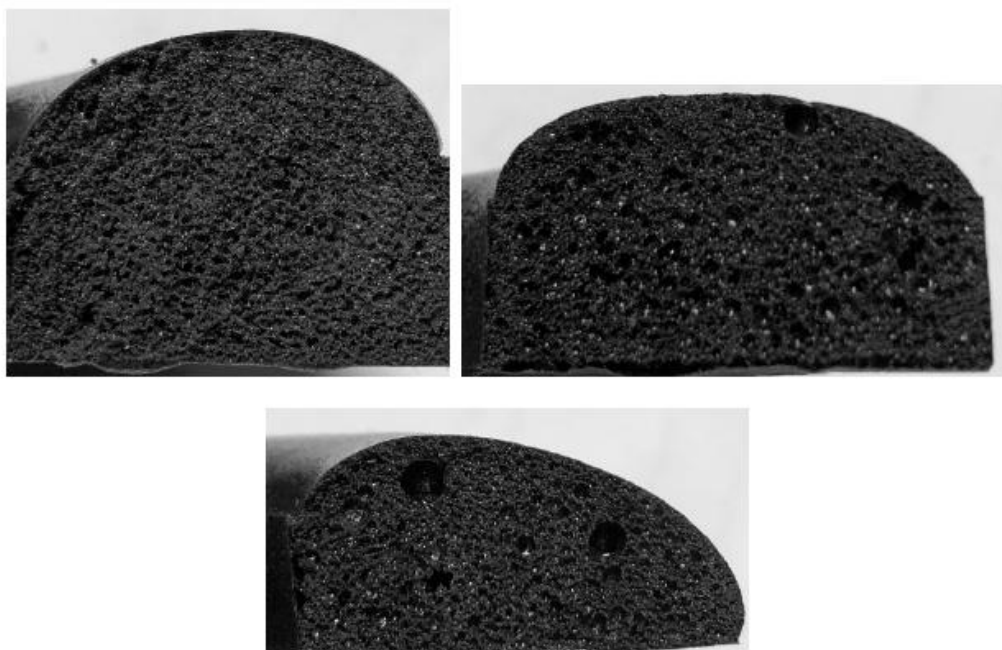


Рис. 3. Сечения уплотнений при различных значениях скорости

При переработке материала Изолан Ф-63, на указанных в табл. 1 режимах, не были получены изделия, с заявленными производителем характеристиками. Для изготовления уплотнений из зарубежного материала был заменен привод смешивающего узла. Результаты эксперимента представлены в табл. 2, рис. 4.

Таблица 2

Характеристики материала Изолан Ф-63

№ изделия	n , об/мин	v , мл/мин	h , мм	Твердость по Шору А
1	525	50	3	43–44,5
2	825	50	5	39,5–40,5
3	1250	50	7	35–36

В зависимости от технологического назначения и требуемых характеристик, управляя режимами переработки компаунда можно изменять твердость и структуру готового изделия. Помимо режимов переработки большое влияние на характеристики оказывает соотношение компонентов, способ подготовки и многие другие технологические особенности.

Наиболее перспективным способом обеспечения герметичности является нанесение полимерных уплотнений между изделиями. Обеспечения качества и надежности изделия указанным способом возможно только в условиях автоматизированного производства. Этот технологический процесс включает

в себя множество факторов, которые до конца не изучены. В этой статье показана зависимость показателей качества изделия от частоты вращения миксера и скорости подачи материала. Было выявлено, что при меньших скоростях нанесения и максимальных значениях частоты вращения миксера изделия сильнее вспениваются и достигают заявленных производителем характеристик.

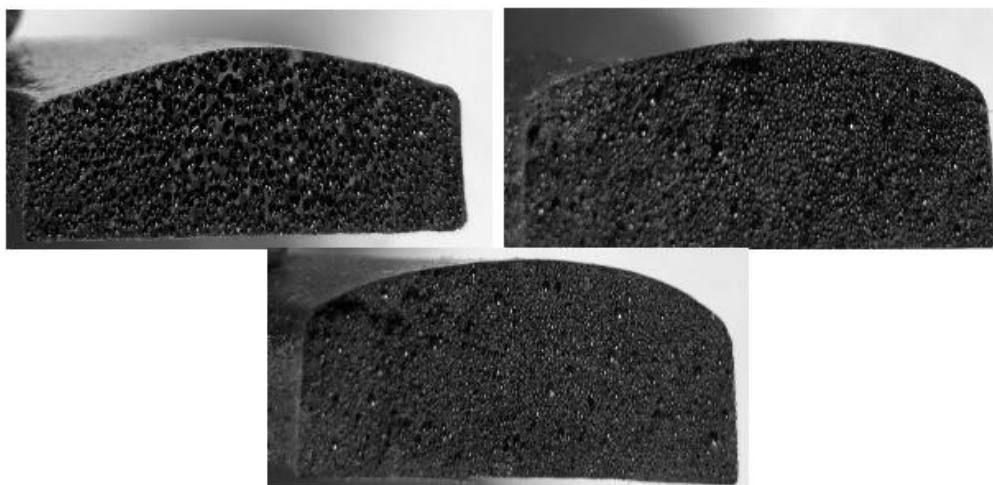


Рис. 4. Сечения уплотнений при различных значениях частоты вращения миксера

Минимальная скорость нанесения определена временем жизни материала, по истечению которого начинается стадия полимеризации и дальнейшая адгезия между слоями материала невозможна. Максимальная скорость ограничена возможностью оборудования и характеристиками изделия. Частота вращения миксера также зависит от оборудования, было замечено, что ее увеличение положительно влияет на физико-механические свойства изделия.

Список источников

- [1] Иванов В.Н. Особенности технологии заливки в пластик при герметизации интегральных микросхем и электронных компонентов. *Вектор высоких технологий*, 2020, № 6, с. 7–13.
- [2] Игнатов А.В. *Исследование и разработка метода герметизации разъемных соединений термопластичными материалами в машиностроении*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2003, 174 с.
- [3] Бритков О.М. *Разработка конструкций и технологий изготовления микроэлектромеханических приборов в герметичном исполнении*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2009, 235 с.