

УДК 621**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА
КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ**Надежда Сергеевна Минчева ⁽¹⁾*Студент 4 курса ⁽¹⁾,
кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: Е. В. Кречетова,
ассистент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

Клеевые соединения широко распространены в различных отраслях машиностроения, они используются как для склеивания неметаллических материалов, так и для металлических.

При склеивании металлических элементов большую значимость имеют требования к технологическому процессу. Склеивание желательно проводить при комнатной или сравнительно невысоких температурах, а также при малых давлениях и непродолжительно по времени [1]. Технологический процесс учитывает условия работы клеевого соединения и его назначение, свойства выбранного клея. Технология склеивания, как правило, состоит из следующих этапов:

- выбор клея и анализ склеиваемых материалов,
- очистка поверхности,
- подготовка склеиваемых поверхностей,
- обезжиривание поверхностей,
- подготовка клея к применению
- способы нанесения клея,
- обеспечение условий для качественной полимеризации клея,
- контроль качества [2].

Производство качественного готового изделия возможно только с использованием оценки соответствия продукции заданным требованиям. Контроль позволяет выявлять несоответствия, а также вносить корректировки в существующий технологический процесс, обеспечивая необходимый уровень качества получаемых изделий [3]. Для создания системы контроля качества клеевого соединения, необходимо определить этапы контроля и выбрать средства измерения, отвечающие поставленным задачам. Представим технологический процесс в виде таблицы, где для каждой технологической операции приведём возможные средства измерения и контроля (таблица 1).

Таблица 1 – Контроль на технологических этапах склеивания

Технологическая операция	Операция контроля	Средство измерения/контроля	Погрешность средства измерения	Диапазон измерения
Очистка поверхности	Контроль чистоты поверхности	Визуальный контроль	-	-
Подготовка клея	Контроль однородности клеевого	Визуальный контроль	-	-

	состава				
Подготовка поверхностей	Контроль шероховатости	Профилومتر MarSurf M 300	3% (предел допускаемой основной относительной погрешности по параметру Ra)	От 0 до 350 (90; 180; 350) мкм, по параметру Rz	
Нанесение клея и сборка	Контроль толщины соединения на этапе сборки	Штангенциркуль электронный (Electronic digital calliper)	±0,02 мм	0-150 мм	
		ШЦ-1-150-0,1 II класс	±0,1 мм	0-150 мм	
Обеспечение условий для качественной полимеризации клея	Контроль температуры и влажности среды, в которой происходит отверждение клеевого состава	Термогигрометр электронный RST02416	±0,3 °С (предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры); при температуре окружающего воздуха от +22 до +28°С включ. предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ±5,0 % (в диапазоне от 5 до 20 % включ.), ± 3,0 % (в диапазоне свыше 20 до 95%)	-10-+50°С (температура); 5,0-95,0 % (относительная влажность)	
		Контроль давления	Барометр цифровой MSB780	± 0,05 гПа	500-1100 гПа
		Контроль времени полимеризации	Часы	-	-
Контроль качества	Контроль толщины готового изделия	Штангенциркуль электронный (Electronic digital caliper)	±0,02 мм	0-150 мм	
		Вертикальный длиномер ИЗВ-1	±(0,0015+L/100000) мм	0-250 мм	
	Выявление наличия	Неразрушающие методы контроля	-	-	

	непроклеев			
	Контроль соответствия требованиям предела прочности на сдвиг и предела прочности на отрыв	Разрушающие методы испытаний	-	-

Таким образом, на каждом этапе технологического процесса необходимо проводить контроль различных параметров. Это позволит снизить вероятность появления дефектов клеевого соединения. Для клеевого соединения важнейшими параметрами являются шероховатость склеиваемых поверхностей, толщина клеевого шва и значения показателей, характеризующих среду, в которой происходит отверждение клеевого состава. Шероховатость поверхности не должна быть слишком низкой, так как «сцепление» адгезива с металлом будет слабое, это объясняется механической теорией адгезии. Согласно этой теории, адгезия осуществляется путём затекания клея в поры и трещины поверхности субстрата и последующего отверждения клея. Следовательно, оптимально выбранное значение шероховатости и его контроль на этапе склеивания позволят получать более прочные соединения. Контроль толщины клеевого шва на этапе сборки даёт возможность избежать появления утолщений и неоднородности, которые отрицательно влияют на прочность соединения. Кроме того, следует уделять внимание условиям среды для того, чтобы отверждение клея происходило равномерно и достаточное количество времени.

Приведённая таблица наглядно показывает, какие средства измерений возможно использовать при создании клеевого соединения. Как видно, технологический процесс имеет несколько ступеней, контроль на каждой из которых позволяет в конечном итоге прийти к изделию, удовлетворяющему требованиям.

Литература

1. Клеи и технология склеивания деталей в машиностроении: учебное пособие / В. Ф. Каблов, В. А. Носенко, Н. А. Кейбал, С. Н. Бондаренко. – Старый Оскол: ТНТ. – 2015. – 188 с.
2. *Калиниченко М. Л., Долгий Л. П., Калиниченко В. А.* Технология склеивания: теория, практика, материалы. – 2021. – 187 С.
3. *Калиниченко М. Л., Александров В. М.* Контроль качества клеевых соединений. – 2017. – с. 110-118