

Ю. П. КУЗЬМИН, К. П. ПОМПЕЕВ, А. А. ЦЕЛИЩЕВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ МИКРОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО СКЛЕИВАНИЯ СТЕКЛА С МЕТАЛЛОМ

Рассматривается вопрос повышения качества клеевого соединения стекла с металлом за счет образования частично регулярного микрорельефа, обеспечивающего необходимое значение параметра шероховатости, без нарушения требований к плоскостности.

*Ключевые слова:* склеивание, прочность, плоскостность, регулярный микрорельеф.

Клеевые соединения находят все большее применение в связи с созданием высококачественных синтетических клеев. Склеивание (вместо сварки, пайки, клепки) позволяет соединить почти любые материалы, это упрощает процесс сборки и соединения деталей, а также уменьшает массу конструкции [1]. Толщина клеевой прослойки обычно составляет 0,01—0,12 мм. Как правило, с помощью клея выполняют соединения, работающие на сдвиг или равномерный отрыв, в стальных изделиях при этом обеспечивается предел прочности на сдвиг 20—35 МПа, а в ряде случаев значительно выше.

По сравнению с другими способами образования неразъемных соединений достоинство клеевого соединения состоит в равномерном распределении механических напряжений по шву. В правильно подготовленной зоне соединения после склеивания не возникает коррозии. В большинстве случаев клеевые соединения герметичны и непроницаемы для паров и жидкостей. Клеевое соединение позволяет сохранить структуру и свойства склеиваемых деталей и соединить большие поверхности сложной формы. Надежное соединение деталей малой толщины, как правило, возможно только склеиванием. В этом состоят основные преимущества клеевого соединения.

К недостаткам клеевых соединений относятся невысокая тепловая стойкость (в большинстве случаев при температуре выше 90 °С их прочность резко снижается); склонность к ползучести при длительном воздействии больших статических нагрузок; длительные сроки сушки; необходимость нагрева для получения стойких и герметичных соединений; низкая прочность на сдвиг.

Качество склеиваемых поверхностей в значительной мере определяет прочность соединения. Для получения клеевого соединения, соответствующего условиям эксплуатации изделия, к физико-механическим свойствам, точности обработки и шероховатости поверхности предъявляют определенные требования. Для обеспечения должного сцепления клея с поверхностью в некоторых случаях требуется предварительно повысить значение параметра шероховатости поверхности.

Так, например, поверхности оправ, на которые приклеиваются оптические детали, должны быть достаточно шероховатыми, в то же время к ним предъявляется требование по плоскостности, которое обеспечивается при чистовой обработке поверхности. При этом величина удаляемого припуска незначительная (0,3—0,4 мм), соответственно поверхности получаются более гладкими, чем нужно, а их обработка с большей глубиной резания (1—1,3 мм) может привести к появлению внутренних напряжений и короблению детали, что недопустимо. Увеличивать шероховатость этих поверхностей вручную (шкуркой) нецелесообразно, так как будет нарушено требование по плоскостности.

Поэтому для повышения качества склеивания предлагается наносить резанием predetermined quality of adhesive joint microrelief of practically identical form and size with a strictly defined mutual arrangement. At the same time, it is necessary to find an optimal form of microrelief, for which the glue will be held in the best possible way not only on horizontal, but also on vertical surfaces. A promising form of microrelief is in the form of sinusoidal grooves, forming a partially regular microrelief (ЧРМР) [2]. At the same time, the cutting of ЧРМР on the surface for bonding is carried out on the same machine, as its final processing.

A sinusoidal microrelief, in the case of bonding materials in a vertical plane, will prevent the glue from flowing.

On fig. 1 is shown a sample for bonding with a regular microrelief with parameters according to GOST 24773-81 [3], here  $S_o$  — axial step of irregularities;  $S_k$  — circular step of irregularities;  $A$  — amplitude of a continuous regular irregularity;  $i$  — displacement of the following sinusoid relative to the previous one.

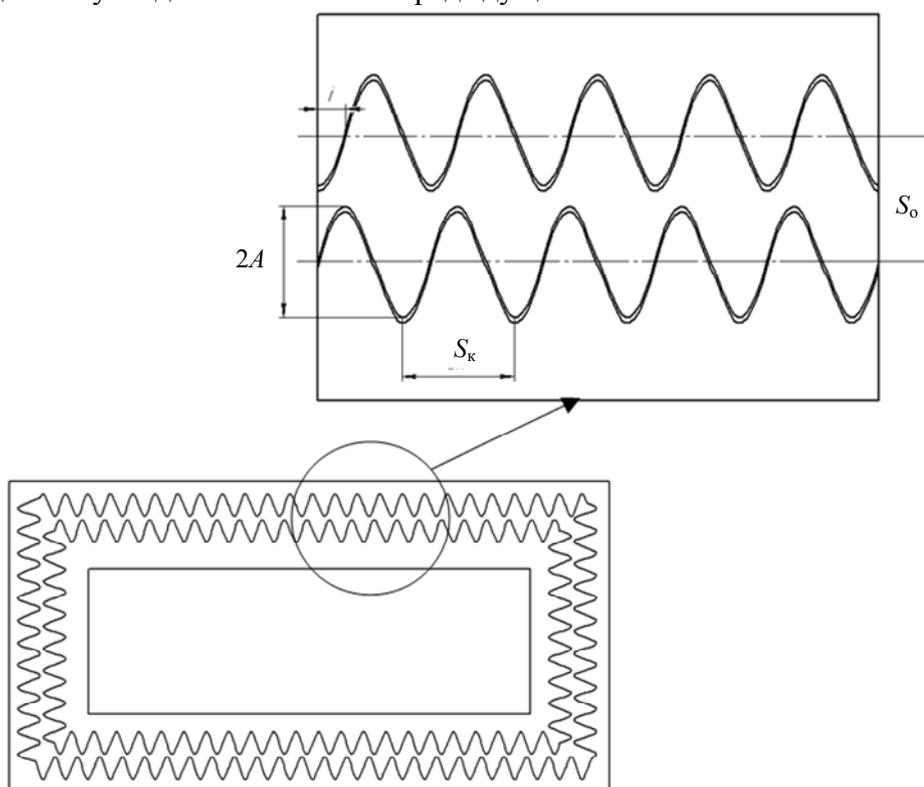


Рис. 1

Depending on the area of application of the adhesive joint, by varying the parameters, it is possible to achieve an optimal form of microrelief and correspondingly an optimal adhesive strength of the materials.

By changing the parameters of the grooves, it is possible to regulate the area of the formed ЧРМР [4] and correspondingly the level of strength of the adhesive joint. By the formation of ЧРМР, the required value of the roughness parameter ( $R_a$ ,  $R_z$ ) is achieved without violation of the requirements for flatness.

For the application of microrelief, a specialized instrument is not required, it is possible to use both a end mill, and a graver. In connection with the insignificant depth of the cut (0,02—0,03 mm) the wear of the instrument is minimal. By changing the cutting instrument, it is possible to vary the profile of the microrelief, which, in its turn, affects the quality of bonding of the parts. Depending on the profile of the microrelief, the area of contact of the

прягаемой детали с клеящим веществом. Различают три профиля микрорельефа: сферический (рис. 2, а); прямоугольный (б); треугольный (в).

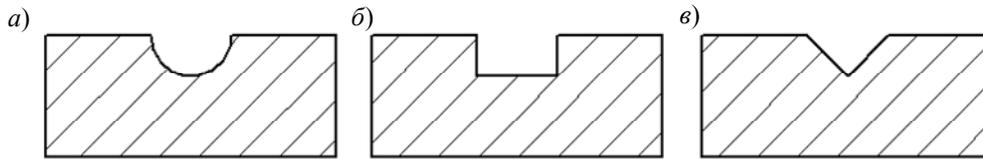


Рис. 2

Самым перспективным считается прямоугольный профиль. Площадь склеиваемой поверхности при использовании такого профиля наиболее велика.

Для определения влияния профиля микрорельефа на качество склеивания необходимо установить оптимальную геометрию микрорельефа, а затем провести испытания по разрушению клеевого соединения.

Экспериментально исследовались соединения оптических деталей с инваром. Использовался клей марки DP-190, обладающий высокой прочностью на сдвиг и расслаивание, а также устойчивостью к воздействию окружающей среды. В сравнительных испытаниях на прочность соединения образцов оптические детали приклеивались на предварительно зашкуренную ( $Ra = 5\text{—}2,5$  мкм) поверхность [5] или на поверхность с нанесенным ЧРМР (в последнем случае микрорельеф состоит из пересекающихся либо непересекающихся канавок).

Полученные образцы испытываются на разрывной машине на сдвиг и разрыв. По результатам испытания возможно дать рекомендации по выбору оптимальных значений параметров ЧРМР.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Склеивание [Электронный ресурс]: <<http://allreferat.wow.ua/referat/91421>>.
2. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. Л.: Машиностроение, 1982.
3. ГОСТ 24773-81. Поверхности с регулярным микрорельефом. Классификация, параметры и характеристики. М.: Изд-во стандартов, 1988.
4. Технология финишной обработки давлением: Справочник / Под ред. Ю. Г. Шнейдера. СПб: Политехника, 1998.
5. Клеевые соединения [Электронный ресурс]: <<http://gardenweb.ru/kleevye-soedineniya>>.

#### Сведения об авторах

- Юрий Петрович Кузьмин** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: up\_kuzmin@mail.ru
- Кирилл Павлович Помпеев** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: kirpom@rambler.ru
- Андрей Александрович Целищев** — магистр; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: Tselishchevandrey@yandex.ru

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
09.04.14 г.