

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗ СТЕКЛА**

***Илья Юрьевич Маслов***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, обучающийся, тел. (996)378-93-30, e-mail: maslow.work@gmail.com

***Елизавета Геннадьевна Бобылева***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

В статье представлено описание конструкции и принцип действия устройства для выполнения операций шлифования и полирования стеклянных поверхностей, эксплуатируемых в различных условиях при максимальной простоте и минимальных затратах. Рассмотрены проблемы, возникающие в процессе обработки и способы их устранения.

**Ключевые слова:** шлифование, полирование, восстановление характеристик, устройство, шпиндель, обработка

## **DESIGNING A DEVICE FOR GRINDING AND POLISHING GLASS SURFACES**

***Ilya Yu. Maslov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (996)378-93-30, e-mail: maslow.work@gmail.com

***Elizabeth G. Bobyleva***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

The paper describes the design and operating principle of the device for performing grinding and polishing operations in different operating conditions with maximum simplicity and minimum costs. The problems that arise during processing and ways to eliminate them are considered.

**Keywords:** Grinding, polishing, restoration of characteristics, device, spindle, processing

### ***Введение***

В современном мире задача по обработке поверхностей, имеющих заданные оптические свойства – это целая отрасль со своими технологиями и проблемами. Шероховатость поверхности влияет на эксплуатационные свойства конечного изделия или отдельных его частей, а также может значительно снизить срок службы. Кроме того, глянцевые поверхности имеют более благородный вид.

Основным направлением отрасли является получение качественных полированных поверхностей, а также минимизация трещиноватого слоя. Для этого

используют профессиональное оборудование – дорогостоящее, сложное в эксплуатации, габаритное и недоступное простому человеку.

Оно обеспечивает необходимый результат при производстве, но возникают ситуации, когда необходимо восстановить поверхность до заданных характеристик, а повторная обработка на производстве нецелесообразна или невозможна.

### *Методы и материалы*

Шлифование – процесс, при котором обрабатываемая поверхность приобретает заданную форму за счет абразивной обработки.

При грубом шлифовании снимается большая часть припуска и формируется контур изделия.

Тонкое шлифование необходимо для удаления менее значительных по глубине дефектов поверхности и минимизации трещиноватого слоя.

Полирование – это срабатывание неровностей, оставшихся на поверхности оптической детали после мелкого шлифования для получения требуемого класса чистоты и заданной точности по плоскостности или кривизне обрабатываемой поверхности.

Инструментами для полирования служат планшайбы, грибы и чашки, на которые наносится слой полировальной смолы (для достижения высокой точности обработки), наклеивается фетр, сукно, войлок либо полимерные материалы.

В качестве исходной поверхности для обработки выбрана стеклокерамическая плита. Сложность работы заключалась в необходимости полирования не всей поверхности плиты, а только одной варочной зоны (рис. 1), то есть нужно сделать переход от обработанной поверхности к нетронутой как можно более незаметным.

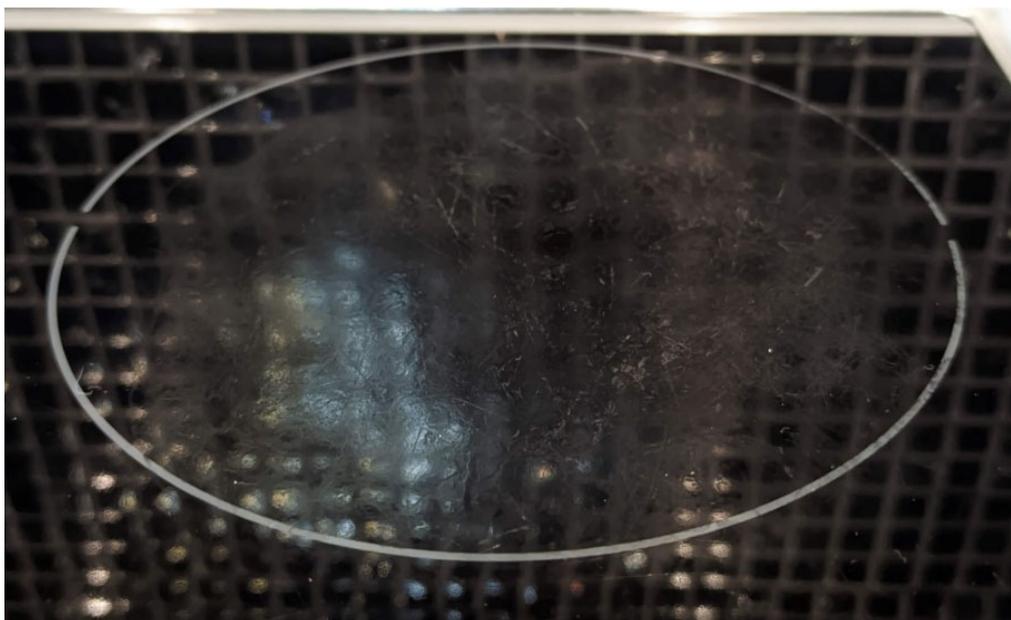


Рис. 1. Исходная стеклокерамическая поверхность

Это как раз тот случай, когда замена варочной поверхности нецелесообразна, как и замена всей плиты в сборе. Также невозможна повторная обработка без демонтажа и доставки куда-либо, где имеются требуемые возможности и мощности.

Глубина разрушенного слоя варочной поверхности оценивалась на глаз и составляла примерно от 0,05 до 0,1 мм.

Процесс шлифования стеклокерамической поверхности выполнялся с помощью чугунной планшайбы диаметром 120 мм, которая крепилась на шуруповерт с помощью специального вспомогательного инструмента. При каждом переходе шлифования использовался более мелкий абразивный порошок, уменьшались обороты обработки и давление на инструмент. Это приводило к увеличению времени на каждый переход операции шлифования. Для минимизации ступеньки от необработанной поверхности к обработанной обработка велась внахлест с каждым предыдущим слоем.

В табл. 1 представлены характеристики обработки абразивными порошками, применяемыми при грубом и тонком шлифовании стеклокерамической плиты.

*Таблица 1*

Режимы обработки абразивными порошками

Абразивный порошок	об/мин	Время обработки
№12	600	10
№8	500	10
M20	400	20
M14	350	20

После начала полировочных работ с помощью шуруповерта пришло осознание того, что этот процесс очень длительный, и выполнять его в ручном режиме крайне проблематично. Было решено разработать установку, которая помогла бы, если не уменьшить время, то хотя бы механизировать процесс (рис. 2).

В качестве шпинделя была взята силовая установка неисправного шуруповерта в сборе с редуктором 2 и трехкулачковым патроном 3. Достоинства очевидны – это простота управления коллекторным двигателем, доступность компонента, низкое питающее напряжение, высокий крутящий момент, большой диапазон регулировки оборотов и наличие редуктора и патрона.

Питание рассматривалось исключительно от сети 220 В, поэтому было решено взять блок питания 5V, 2А и повышающий модуль mt3608 ввиду их наличия. Достоинства – регулировка напряжения осуществляется на самом модуле повышения напряжения, а блок питания можно использовать любой на 5V и не менее 2 А.

Инструментом для обработки является планшайба 10. Планшайба крепится через два шарнира 7 и 8, обеспечивающих ее подвижность в горизонтальной

и вертикальной плоскостях, к алюминиевому поводку квадратного сечения 6 и длиной 250 мм. На поводке установлен, согласно схеме (рис. 2), на расстоянии 150 мм от края сквозной винт 11 для закрепления догрузки. Поводок прикреплен хомутом 4 через шарнир 5 к электродвигателю 1 с редуктором 2 и патроном 3. Также при первых запусках с планшайбой малого диаметра использовался дополнительный поводок. Но при переходе на применение инструмента большего диаметра, когда стал применяться груз, появилась возможность его исключить.

Все это, во-первых, обеспечило подвижность и возможность застопорить на месте обрабатывающий инструмент, во-вторых, появился свободный доступ к зоне обработки, и, в-третьих, применялись все необходимые степени подвижности.

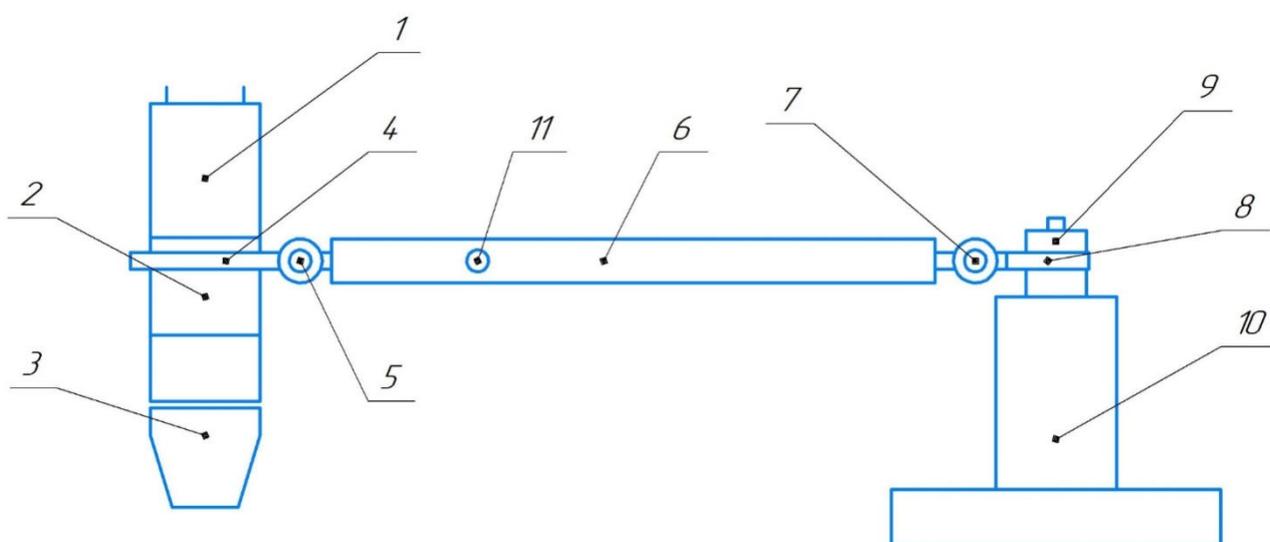


Рис. 2. Схема установки

Эта установка использовалась и при полировании поверхности плиты. В качестве полирующего материала был выбран имеющийся в наличии полирит, а инструментом служил войлочный круг, являющийся легкодоступным материалом.

Во время пробного полирования диаметр круга, зафиксированного на планшайбе, составлял 30 мм. Когда практически подтвердилась возможность получения качественной полированной поверхности, было решено применить круг большего диаметра.

Круг диаметром 100 мм был оптимальным выбором, под него была спроектирована и изготовлена планшайба и крепление в шпинделе с компенсатором перпендикулярности оси вращения и плоскости обрабатываемой поверхности. Как оказалось, этот узел спроектирован удачно, компенсатор позволил быстро и без дополнительных действий отвести установку из зоны обработки, а отверстия в планшайбе – добавлять воду (СОЖ) непосредственно в зону обработки.

## *Результаты*

После окончания полирования можно сделать вывод, что в некоторых местах все же не удалось избежать выраженной ступеньки. Также присутствует небольшая видимая локально выраженная волнистость, связанная с переходом на более мощный блок питания установки и увеличением скорости вращения шпинделя из-за устранения просадки напряжения питания и отсутствия качаний.

Все явные дефекты отполированной поверхности обозначены на рис. 3 красными стрелками.

В целом опыт шлифования и полирования поверхности стеклокерамической плиты можно считать успешным.

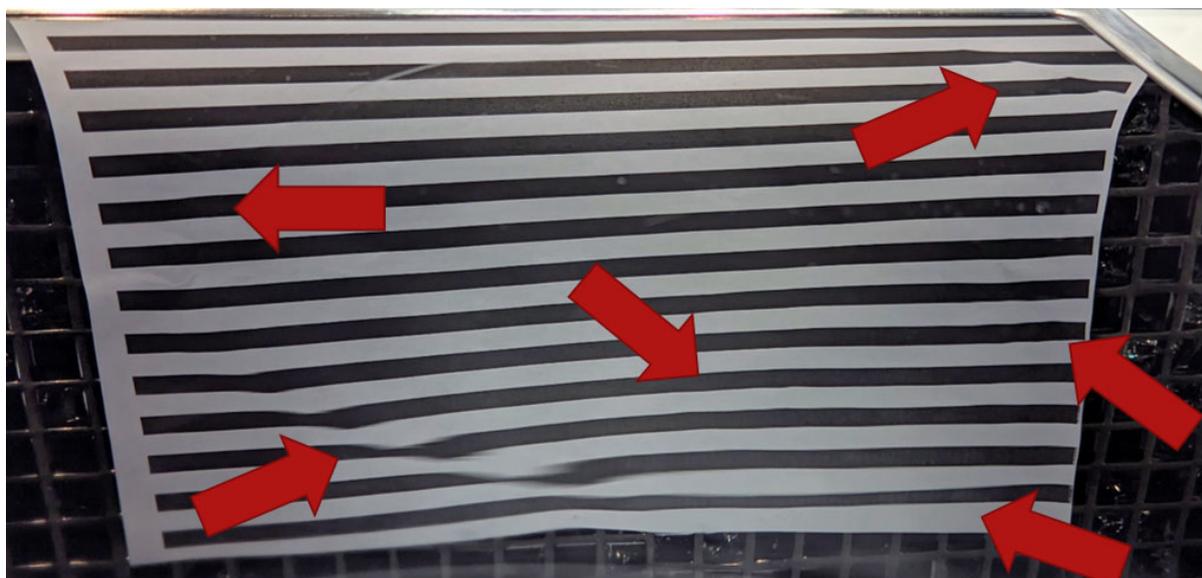


Рис. 3. Поверхность плиты после окончания восстановительных работ

## *Обсуждение*

По результатам работы можно сказать, что шлифование и полирование стеклокерамики в домашних условиях вполне возможно, хотя и требует определенных теоретических знаний, навыков и подготовки.

Успешность операции по восстановлению варочной поверхности зависит от всех этапов обработки, и по окончании можно обобщить полученный результат выявленными проблемами и путями их решения:

Первая проблема – недостаточная прочность шарнира между шпинделем и поводком.

Решение – наращивание толщины пластиковых деталей и увеличение площадей контакта.

Вторая проблема – перегрев блока питания и повышающего модуля.

Решение – использовать мощный блок питания и понижающий модуль для регулировки оборотов.

Третья проблема – шум при работе.

Решение – использовать бесколлекторный двигатель, рассчитанный на низкие обороты и высокий крутящий момент. Это позволит отказаться от редуктора и увеличит энергоэффективность установки.

Четвертая проблема – отсутствие ограничителей угла отклонения шпинделя из-за отказа от дополнительного поводка.

Решение – добавить второй поводок параллельно первому с возможностью регулировки его длины. Это не только добавит жесткости системе в целом, но и позволит устанавливать шпиндель под определенным углом.

Последняя, пятая, проблема – отсутствие качаний при обработке. Это серьезный недостаток при увеличении оборотов полирования или шлифования, так как возникает дополнительная волнистость поверхности, и возможен ее значительный локальный нагрев.

Решение – спроектировать специальный вспомогательный механизм качания.

### *Заключение*

Создание качественной поверхности с заданными характеристиками – трудоемкий процесс, требующий тщательной подготовки и необходимой оснастки, так же как и разработка установки, выполняющей данную операцию.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-оптика: к изучению дисциплины / М. А. Окатов, Э. А. Антонов, А. Байгожин ; ред. М. А. Окатов. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб : Политехника, 2004. – 679 с.
2. Зубаков В.Г., Семибратов М.Н., Штандель С.К. Технология оптических деталей. – М: Машиностроение, 1985. – 368с.
3. Джамай В.В. Прикладная механика: учебник для бакалавров.– М.: Юрайт, 2016. – 360 с.
4. Иосилевич Г.Б. Прикладная механика: для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 2016. – 576 с.
5. Горохов В.А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: учебник :в 2-х т. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 1072 с.

© И. Ю. Маслов, Е. Г. Бобылева, 2021