

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗКИ СТЕКЛА

Ю. П. Петрашенко

*Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. И. Злотников

Современную технологию обработки материалов невозможно представить без широкого использования технологических сред различного функционального назначения. Наибольшее применение технологические среды находят при обработке металлов и их сплавов резанием и давлением.

Менее масштабным, но не менее важным является использование технологических сред при производстве и обработке стекла. В частности, для облегчения резки стекла и повышения качества разлома в современной стекольной промышленности применяют так называемые расклинивающие жидкости. Резка листового стекла – особенно ответственная операция, так как при неудовлетворительном качестве технологической жидкости не просто снижаются показатели процесса резки и готовой продукции, но малейший сбой приводит к хрупкому разрушению стекла и многие квадратные метры готовой продукции уходят в отходы.

Механизм действия расклинивающих жидкостей заключается в следующем. Проникая в магистральную трещину, наносимую режущим инструментом (твердосплавным роликом) на поверхность стекла, жидкость создает в ней расклинивающее давление – эффект Ребиндера [1]. Суть этого явления заключается в первую очередь в том, что молекулы жидкости, достигая зон, где ширина микротрещины примерно равна размеру молекулы, своим давлением стремятся расклинить эту трещину для дальнейшего продвижения. Давление на стенки микротрещины у ее вершины может достигать огромных значений – до 10 ГПа [2]. Все это значительно облегчает разлом стекла по линии реза. Кроме того, применение расклинивающей жидкости улучшает качество торца и кромки стеклоизделий, уменьшая образование микроосколков, и обеспечивает надежность и долговечность режущего узла за счет его смазывания.

Для обеспечения данного эффекта применяемая жидкость должна обладать низким поверхностным натяжением (поверхностной энергией) и соответственно высокой смачиваемостью. При этом жидкость не должна проявлять коррозионную агрессивность по отношению к стеклу и режущему инструменту, а также обладать смазывающей способностью.

Традиционно применяемый для этих целей керосин хотя и снижает усилие разлома стекла почти в 2 раза [3], однако обладает рядом недостатков. К ним следует отнести быструю испаряемость, особенно при резке горячего стекла на автоматических линиях, что приводит к ухудшению кромки разрезанного стекла и к появлению различных дефектов типа сколов, щербин, раковин, высокая пожароопасность и токсичность его паров. Кроме того, чистый керосин не обеспечивает смазывания ролика и оси роликодержателя.

В связи с этим были проведены исследования эффективности расклинивающего действия различных жидкостей и перспективности их использования в качестве основы новых технологических жидкостей для резки стекла.

В качестве объектов исследования были испытаны углеводороды: сольвент нефтяной (ГОСТ 10214-78), минеральное масло марки И-12А, скипидар живичный (ГОСТ 1571-82), а также полисилоксановая жидкость марки ПМС-100 и водный раствор поверхностно-активного вещества (ПАВ) – синтамида. Все испытания жидкостей проводили в сравнении со стандартной жидкостью для резки стекла АЦЕКАТ 5503 (Германия), применяемой на ОАО «Гомельстекло».

Эффективность действия расклинивающих жидкостей на процесс резки стекла оценивали по усилию разлома стеклянного образца по линии надреза. Для этого на поверхность прямоугольного образца стекла размером 20 × 60 мм и толщиной 4 мм наносили поперечную линию реза твердосплавным роликом с углом заточки 140° при нагрузке на ролик 10–60 Н. Дорожку, вдоль которой наносился надрез, предварительно смазывали исследуемой расклинивающей жидкостью. Линию надреза на образец стекла наносили с помощью специально изготовленного лабораторного устройства, обеспечивающего регулирование и постоянство нагрузки на режущий ролик. Образец с нанесенным надрезом подвергали испытанию на двухупорный изгиб. Параметры испытания: расстояние между опорами – 40 мм, скорость нагружения 5 мм/мин, нагружающий индентор располагался со стороны обратной линии надреза.

Влияние различных жидкостей на усилие разлома стеклянных образцов иллюстрирует приведенная на рисунке диаграмма.

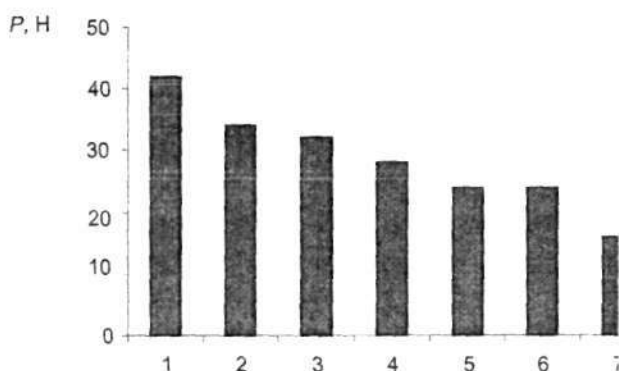


Рис. 1. Зависимость усилия разлома стекла от типа применяемой расклинивающей жидкости:

- 1 – без жидкости; 2 – масло И-12А; 3 – 5%-й водный раствор синтамида;
4 – скипидар; 5 – жидкость ПМС-100; 6 – сольвент; 7 – АЦЕКАТ 5503

На основании проведенных предварительных испытаний были выбраны жидкости, обеспечивающие наибольшее снижение усилия разлома стекла: сольвент, полисилоксановая жидкость ПМС-100 и скипидар. Для улучшения смазывающего действия в состав вводили минеральное масло. Были испытаны различные комбинации отобранных жидкостей, составы которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Составы жидкости для резки стекла, мас. %

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
Полисилоксановая жидкость марки ПМС-100	8	10	12	14	16	16	18	20
Минеральное масло марки И-12А	32	30	25	20	20	18	12	10
Скипидар живичный	–	–	–	–	15	15	–	–
Сольвент нефтяной	60	60	63	66	49	51	70	70

Данные об эффективности действия жидкостей оцененной по усилию разлома стеклянного образца по линии надреза приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные свойства жидкостей для резки стекла

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	АЦЕКАТ 5503
Усилие разлома стекла, Н, при нагрузке на ролик, Н:									
50	48	46	44	41	36	37	40	44	36
60	33	32	32	29	23	25	31	34	22

Как свидетельствуют полученные данные, сочетанием таких жидкостей, как сольвент, скипидар, полисилоксановая жидкость ПМС-100 и минеральное масло (составы 5 и 6), удалось получить технологическую жидкость, эффективность которой при резке стекла практически не уступает зарубежному аналогу АЦЕКАТ 5503.

Интересно отметить тот факт, что хотя чистый скипидар менее эффективен, чем сольвент и жидкость ПМС-100, однако, будучи введенным в их смесь, он снижает усилие разлома. Такой синергизм действия можно объяснить тем, что скипидар, обладая самым низким среди испытанных жидкостей коэффициентом поверхностного натяжения (22 мН/м), наиболее легко проникает в магистральную трещину и облегчает проникновение туда полисилоксановой жидкости, которая обладает более высоким поверхностным натяжением (54 мН/м). Молекулы последней имеют более

крупные размеры и поэтому создают большее расклинивающее давление. Наличие в составе минерального масла не ухудшает расклинивающих свойств жидкости, но хорошо смазывает режущий узел, снижая износ режущей кромки ролика и оси роликодержателя, а также облегчает легкость вращения ролика. Полисилоксановая жидкость не испаряется даже при резке горячего стекла и обеспечивает склеивание микроосколков стекла, образующихся при резании, что улучшает качество кромки листового стекла.

Что касается применения водных растворов ПАВ в качестве основы технологических жидкостей, то, как следует из данных, приведенных на рисунке, водный раствор синтамида обладает заметным расклинивающим действием. Если удастся повысить эффективность растворов ПАВ, то будет получена принципиально новая технологическая жидкость для резки стекла, обладающая рядом преимуществ по сравнению с традиционными жидкостями на основе углеводов – пожаробезопасность, нетоксичность, легкая смываемость с поверхности стекла и экологическая чистота.

Опытные образцы жидкостей для резки стекла были испытаны в промышленных условиях на ОАО «Гомельстекло» на операциях раскроя листового стекла и получили положительную оценку.

Литература

1. Ребиндер, П. А. Поверхностные явления в твердых телах в процессах из деформации и разрушения / П. А. Ребиндер, Е. Д. Шукин // УФН. – 1972. – Т. 108, вып. 1. – С. 3–42.
2. Гаркунов, Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – Москва : Машиностроение, 1985. – 424 с.
3. Овчинникова, Е. И. Оптимальные параметры резки стекла твердосплавным роликом / Е. И. Овчинникова, В. А. Литвинов, Т. А. Хазова // Стекло и керамика. – 1984. – № 1. – С. 12–13.