

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ПОЛОСНОСТЬ СТЕКЛА ФУРКО

А. Т. Логвиненко

На стеклозаводе „Белый бычек“ (Ленинградской обл.) была проведена работа по изучению влияния отдельных факторов на полосность стекла Фурко в обычных условиях производства листового стекла.

В течение двух месяцев велись наблюдения за условиями работы машин и степенью полосности стекла. Образцы для изучения отбирались в виде лент во всю ширину машины.

В настоящей статье сокращенно излагаются результаты проведенных наблюдений.

I. СТЕПЕНЬ ПОЛОСНОСТИ СТЕКЛА

За указанный период завод давал стекло с различной степенью полосности, начиная от грубо полосного до практически безполосного,—слабую полосность которого можно было установить только при помощи прибора.

Ниже приводимая фотография (сделанная по предложенному мною методу¹⁾) дает характеристику имевшейся полосности (рис. I). Образец 1 (сверху)—3 сорт; образцы 2 и 3—экспортное стекло; образец 4—по специальному заказу.

Во время работы не было отмечено такого случая, когда все машины давали бы одновременно или сильно полосное стекло, или слабо полосное. Обычно на разных машинах шло стекло с различной полосностью.

II. ИЗНОС ЛОДОЧКИ

При систематическом наблюдении работы лодочки, с момента вставки ее в подмашинную камеру, до удаления как непригодной, можно отметить следующее: как правило, в первый пуск после вставки лодочки, машина дает стекло с очень слабой полосностью. Иногда, на общем фоне слабой полосности, появляется резкий участок полосности, но он не зависит от качества лодочки; о причинах возникновения его будет сказано ниже. С течением времени резкость полосности постепенно нарастает. После обновления машины она снова становится слабой.

Наращение полосности, вследствие износа лодочки, происходит медленно и становится отчетливо заметным только при сравнении образцов, взятых после первого пуска и через 10—15 суток работы лодочки.

Однако, если наращение полосности, вследствие износа лодочки идет медленно в средней части ленты, то нельзя этого же сказать про участки, находящиеся подле бортов. Здесь усиление полосности наступает чрезвычайно быстро. Через 8—10 суток работы лодочки, участки, шириною в 15—20 см со стороны каждого борта (конуса), приобретают постоянную резкую полосность.

¹⁾ Логвиненко А. Т. Прибор для контроля полосности стекла Фурко. Ж. Керамика и стекло 1934 г. № 4, стр. 15

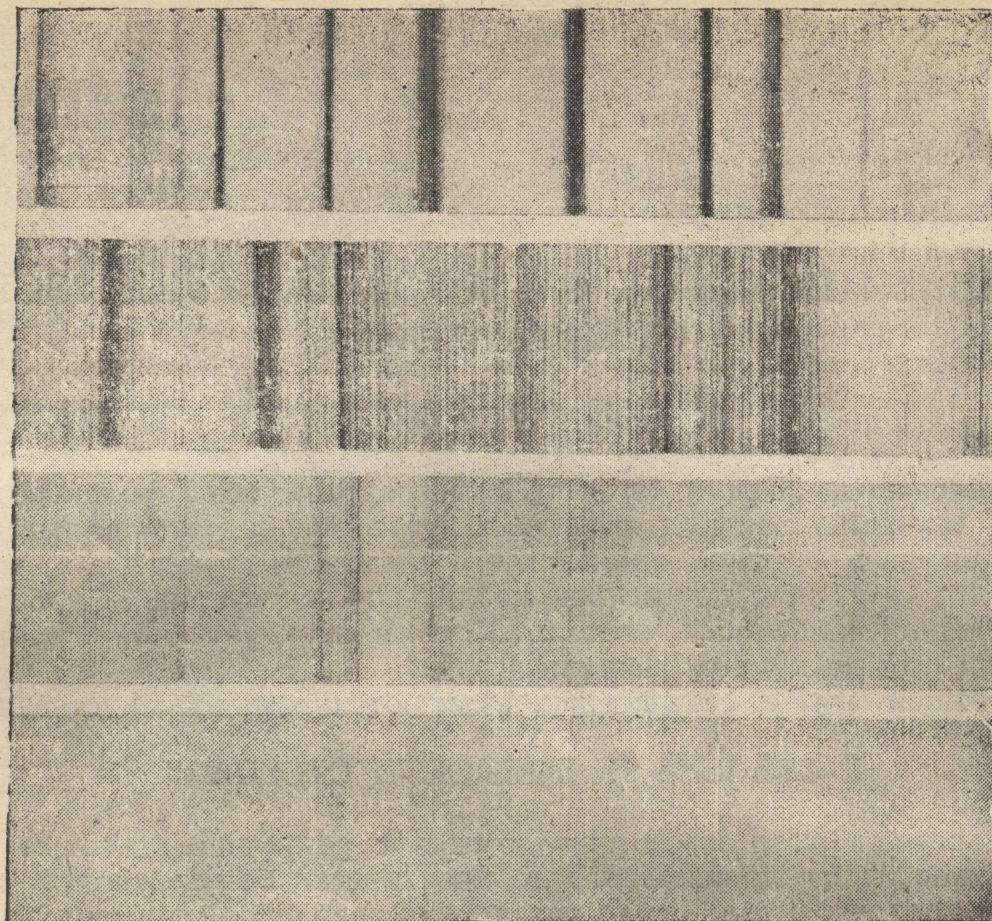


Рис. 1

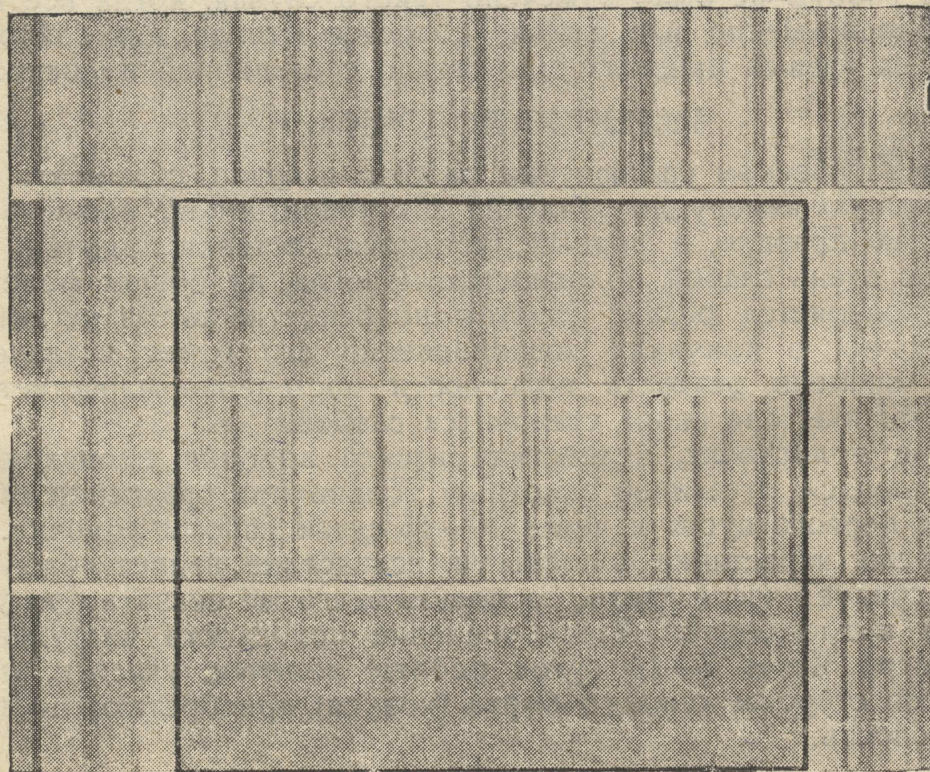


Рис. 2.

Более сильный износ лодочки в конусах, по сравнению со средней частью, происходит с одной стороны вследствие того, что вязкость стекла в этих местах более высока, чем на середине, благодаря чему усиливается механическое изнашивание лодочки потоками проходящего стекла и, с другой стороны,—в конусах быстрее нарастают кристаллы и производится более энергичная подрезка, вызывающая разрушение губы.

Старая, изношенная лодочка после обновления дает стекло с сильной полосностью, быстро и резко нарастающей.

III. ПОДГОТОВКА МАШИНЫ К ПУСКУ

Нормальный срок разогрева машины на заводе 6 часов. В течение этого времени производится очистка машины, разогрев, хальмовка и затем студка.

Часто время разогрева колебалось, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. За время работы удалось наблюдать на одних и тех же машинах длительные разогревы (10—12 часов) и короткие (до 4 часов). При сравнении образцов за одинаковые промежутки работы машины в том и другом случае было установлено, что после коротких разогревов машины имели более полосное стекло, и даже больше, можно было часто наблюдать, как в течение первого периода работы машины шла резкая полосность, снижавшаяся вначале до минимума (через 4—5 часов после пуска) и затем, обычным порядком, возрастающая. Наряду с этим, в первые часы работы такой машины, наблюдалось появление косой полосности—свилы. Указанные явления могут быть объяснены тем, что во время разогрева в подмашинной камере не была достигнута термическая однородность стекла и после пуска, в машину наряду с горячим стеклом, шло и сравнительно холодное стекло—вызывая усиленную полосность.

Разогрев подмашинной камеры с перевертыванием лодочки заметных улучшений в отношении полосности не дал.

IV. ПОЛОЖЕНИЕ МАШИНЫ НА КАНАЛЕ ФУРКО

Существует распространенное мнение, что при бельгийской системе расположения машин на машинах, удаленных от середины канала Фурко, нельзя получить стекло со слабой полосностью, так как на длинном и сложном пути (сужение канала, мосты, подогревательные камеры) нарушается однородность стекла (рис. 3).

Однако, практика работы завода не подтверждает этого. На канале Фурко машины №№ 5 и 6 дают более широкую ленту, чем остальные и после них канал сужается, что должно было бы особенно неблагоприятно отразиться на полосности стекла последующих машин, т. е. №№ 4 и 7, но этого не наблюдалось; последние машины очень часто давали слабо-полосное стекло. Точно также был отмечен ряд случаев, когда крайние машины (№№ 1, 2, 3, 9) давали слабо-полосное стекло, в это же время на средних машинах (№№ 5, 6) шло сильно-полосное.

Неоднократно были отмечены случаи, когда крайние машины, проработавшие по 50—60 часов после пуска, продолжали давать слабо-полосное стекло.

Таким образом на каждой машине может быть получено слабо-полосное стекло и полосность обуславливается не положением машины на канале, а качеством лодочки, подготовкой машины к пуску и сроком работы машины.

V. УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛОСНОСТИ

Полосность на машине не является устойчивой. Если взять с машины два образца стекла, через некоторый промежуток времени один после другого, и сравнить их, то можно видеть, что полосность одного образца не соответствует полосности другого.

Если сделать набор таких образцов через сравнительно короткие про-

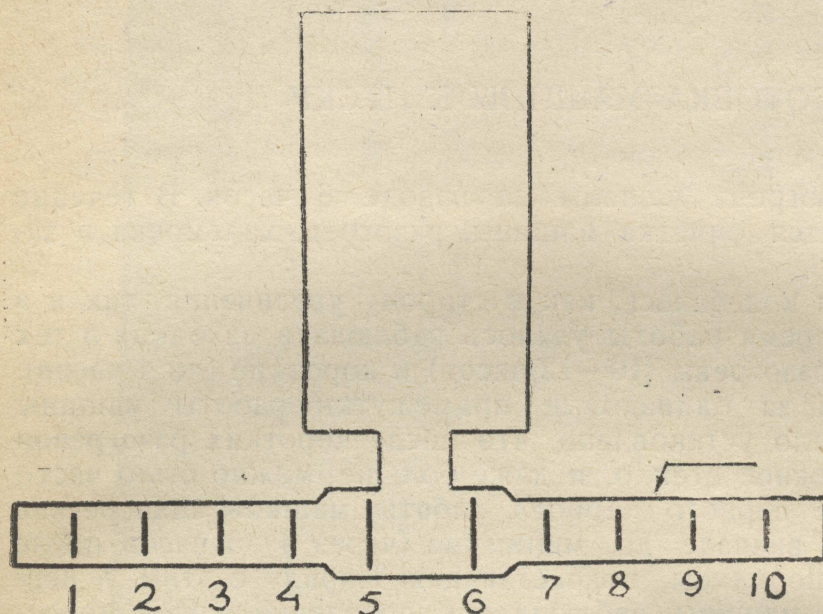


Рис. 3.

межутки времени, то можно проследить смещение отдельных полос, исчезновение некоторых и возникновение новых. Только небольшое количество полос преимущественно у борта остается устойчивыми, большая же часть их исчезает и появляется вновь. Но наряду с неустойчивостью полосности по расположению, следует отметить, что она весьма устойчива по резкости. Картина полосности меняется, но общая резкость ее остается неизменной

за небольшие промежутки времени, за более же длительные можно установить медленное, но неуклонное нарастание ее.

Подрезка машины, при сильной полосности, дает положительные результаты, значительное улучшение происходит у бортов и меньшее — в средней части. Но подрезкой машины, как мерой борьбы с полосностью, пользуются очень редко. Машину подрезают только в том случае, когда на ней идет рух.

VI. ХОЛОДИЛЬНИКИ, ПЕРЕВОД ГАЗА, СПУСК СТЕКЛА

Односторонний подвод холодной и отвод нагретой воды в холодильниках заметного влияния на полосность не оказывает. Холодильники, в течение всего срока работы машины, работают, примерно, с одинаковым температурным режимом. Полосность же после пуска и перед обрывом различна. Точно также режим работы холодильников на машинах с сильной и слабой полосностью существенно не отличается. Степень полосности борта, находящегося со стороны подвода холодной воды, не больше, чем у борта, где отводится теплая вода. Следовательно, непосредственное, резкое охлаждение гребешка ленты холодильниками существенного влияния на полосность не имеет. Точно также не было установлено влияние на полосность перевода газа на канале Фурко.

Спуск стекла из кюльдесаков вызывает некоторое ослабление полосности на последних машинах, что объясняется повышением температуры стекла в подмашинных камерах.

Многочисленные наблюдения показали, что пуск и остановка соседних машин на полосности работающей машины не отражается ни положительно, ни отрицательно, а также вновь пущенные машины, находящиеся подле старой машины, дающей сильно полосное стекло, часто дают стекло

с очень слабой полосностью. Последнее дает основание полагать, что в подмашинных камерах имеются зоны стекла, которые в очень незначительной степени участвуют в питании стеклом лодочки и пополняясь стекломассой из проходящего по каналу потока стекломассы сами в этом потоке практически не участвуют. Температура стекла в этих зонах во время работы машины понижается, что ведет к непрерывному усилению полосности на машине, но так как это стекло не увлекается дальше, то на полосность соседних машин оно не влияет.

Данное соображение подкрепляется следующим: из-за недостатка топлива на заводе временно были остановлены все машины. Во время перерыва в работе, температура в подмашинных камерах настолько понизилась, что стекло закристаллизовалось и после пуска на машинах долгое время шел рух. Рух был двух родов: один поверхностный, идущий с губ лодочки, и другой глубинный—представляющий собой оплавившиеся кристаллы, находящиеся внутри ленты и идущие из канала Фурко.

Степень зарухания на разных машинах была различной. Некоторые, ближе расположенные к середине канала машины, имели больший глубинный рух, чем расположенные дальше.

Рух исчезал через 10—15 часов работы машины после пуска. Очищаться от глубинного руха первыми начали крайние машины, как пущенные ранее и проработавшие более долгий срок; когда на них шел только поверхностный рух, на машинах, расположенных ближе к середине, шел и тот и другой вид руха.

Очевидно, в каждой подмашинной камере имелось различное количество глубинного руха, заполнявшего зону, которой не касался общий поток стекла, идущего по каналу. По мере вытягивания руха лентой, стекло на машине улучшалось независимо от качества его на соседних машинах; так, например, машина № 8 имела очень много руха, машина № 9—очень мало, машины № 2 и № 4 были остановлены, вследствие большого количества руха, а машина № 3, в это же время, давала удовлетворительное стекло.

VII. ТЕРМИЧЕСКИЕ ПОТОКИ И ПОЛОСНОСТЬ

После пуска машины, можно заметить характерное явление, особенно резко выступающее при работе с новыми лодочками. На фоне общей слабой полосности по всей ширине машины в одном месте появляется участок резкой полосности, шириною в 10—20 см. Чаще он появляется на середине листа и реже бывает сдвинут в сторону того или другого борта. Появляется он вскоре после пуска машины и сохраняется от 20 до 100 час. Вид полосности такого участка во времени меняется. Он сдвигается вправо или влево, но резкость полосности остается устойчивой и нарастает в соответствии с нарастанием полосности на всей ленте стекла.

После остановки и нового пуска такой участок может появиться в другом месте или совершенно не появиться. Следовательно дефект лодочки не является причиной его возникновения. Точно также образование руха на губе лодочки не может вызвать появление участка резкой полосности, так как промежуток работы машины слишком короток. Причиной образования и длительного сохранения этой полосности могут быть только термические потоки стекла.

Поверхность стекла Фурко не является плоской, а имеет вид чередующихся цилиндрических выпуклых и вогнутых линз; такой характер поверхности и вызывает явление, называемое полосностью. Обычно на одной из поверхностей неровность выражена резче а на другой слабее, В этом можно убедиться, если поочередно эти поверхности выравнивать. Указанную операцию можно произвести при помощи плоской пластинки стекла

и жидкости, имеющей коэффициент преломления одинаковый со стеклом. Если на поверхность образца стекла налить, например, канадский бальзам или кедровое масло и затем покрыть плоской пластинкой стекла, то поверхность стекла будет выравнена в оптическом отношении и при проектировании света через такое стекло на экране мы можем установить степень влияния данной стороны на полосность стекла. На рис. 2 верхняя полоска представляет собой фотографию полосности образца стекла, следующая полоска (в части ограниченной рамкой) дает полосность при „выравнивании“ одной из сторон, затем при „выравнивании“ противоположной стороны и, наконец, нижняя—при одновременном „выравнивании“ обеих сторон.

На фотографии отчетливо видно, что полосность вызвана преимущественно одной стороной—вторая же сторона ослабленно, без деталей повторяет эту картину. При „выравнивании“ обеих сторон образца, полосность имеет очень слабый, однообразный характер, совершенно не отражающий характер полосности образца. В отношении указанного выше участка резко выраженной термической полосности следует отметить, что во всех наблюдаемых случаях большая неровность поверхности была установлена на стороне, противоположной притоку стекла из ванной печи.

При наличии хорошей лодочки машина, дающая после пуска слабополосное стекло, постепенно начинает давать все более и более полосное и старые машины дают, как правило, стекло с сильной полосностью. После обновления машина вновь дает стекло с незначительной полосностью. Такой характер колебания полосности трудно объяснить химической неоднородностью стекла. Точно также невозможно, с этой точки зрения, объяснить различную степень полосности двух соседних машин и получение с одного канала стекла с резко различной полосностью, так как утверждать, что в какой-либо камере стекло химически более однородно, чем в соседней нет абсолютно никаких оснований.

Химическая неоднородность присуща стеклу, сваренному в ванной печи и имеется в равной степени, как в слабополосном, так и сильнополосном стекле.

Наиболее вероятной причиной появления полосности (после плохого качества лодочки и кристаллизации стекла на губах лодочки), является падение температуры стекла в подмашинной камере во время работы машины и образование области относительно холодного стекла, в котором вязкость различных слоев резко разнится друг от друга.

Такое стекло затягивается в ленту и вызывает усиленную полосность.

Для уменьшения полосности требуется: повышение механической прочности губ лодочки, периодическая подрезка машин и обеспечение стабильной температуры стекла в подмашинной камере в течение всего времени работы машины. Для выполнения последнего условия нужно обеспечить изоляцию поверхности стекла в подмашинной камере от действия холодильников и утеплить подмашинные камеры с торцов.