

Педдль К. И.

Пороки стекла

Deffects in glass

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
К11

К11 **К. И. П.**
Пороки стекла: Deffects in glass / Педдль К. И. – М.: Книга по Требованию, 2024. – 202 с.

ISBN 978-5-521-27432-1

ISBN 978-5-521-27432-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы приходится очень много слышать о зависимости современной промышленности от науки. Представители последней часто склонны полагать, что только одна наука окончательно разрешит большинство стоящих перед промышленностью проблем; роли же техника, его характеру и индивидуальным качествам обычно придают мало значения. Но нам кажется, что залогом действительного успеха в производстве является сочетание природных способностей производственника с научной эрудицией и опытом. Такой работник всегда достигнет больших успехов, чем тот, которому приходится полагаться только на свои природные дарования. Если последнему и удастся, быть может, после ряда неудач, преодолеть встретившиеся на пути его препятствия, то первый в состоянии их заранее предвидеть и, благодаря опыту и знанию, своевременно устранить их или обойти.

В настоящее время только небольшое число заводов прибегает к научному методу при рационализации и развитии своих производств; некоторые (их число больше) готовы подчинить производство контролю компетентных научных работников; большинство же прибегает к науке лишь в крайних случаях, подобно тому как некоторые прибегают к религии, т.-е. в момент опасности, крупных неудач и т. п.

Как на то указывает заглавие книги—„Пороки стекла“, она имеет в виду притти на помощь в затруднительных случаях, когда для выхода из положения приходится искать поддержки в науке. Действительно, на страницах предлагаемой книги приводится очень много недочетов, возникающих в процессах плавки и обработки стекла (их перечень указан в оглавлении), но в то же время, и это я хочу подчеркнуть,—труд этот представляет собой нечто большее, чем простой перечень таких затруднений и рецептов к их устранению. Подобно тому как больной требует теперь от медицины не только облегчения своих страданий, но и указания мер для их предупреждения, так и эта книга имеет в виду тех, кто отдает себе полный отчет в пороках стекла, от которых им надо избавиться, указывает и пути к их устранению при помощи совместного с читателем

обсуждения причин недостатков. При этом идет речь не только об устранении дефектов, но и о способах предотвратить их в будущем. Вследствие этого автор касается ряда существенных вопросов, излагая их в свете современной науки и в то же время заинтересовывая читателя настолько, что возбуждает в нем стремление расширить свои знания в этой области путем систематического чтения других книг по данной специальности.

В книге рассматривается большинство „пороков“, обычно встречающихся в процессе варки стекла. Конечно, ни один труд не в состоянии охватить все относящиеся сюда случаи; нередко, например, факты, когда тот или иной „порок“ является результатом целого комплекса причин, и для выяснения основной причины требуются большая эрудиция и опыт. Поэтому полного внимания заслуживает замечание автора о том (стр. 8), что „о каждом, замеченном в процессе работы недочете рабочий должен доносить специалисту немедленно и ни в коем случае не принимать мер к устранению недочета, не получив указаний от поставленного на то компетентного лица“. Мне хотелось бы еще подчеркнуть другое указание автора, а именно, что немедленное, „по горячему следу“ выяснение причин допущенной ошибки обеспечивает не только скорейшее устранение этой ошибки, но предотвращает ряд других, связанных с ней нежелательных явлений“. Если руководители предприятий будут следовать этим советам, то им, вероятно, не всегда удастся сохранить втайне свое новое достижение, но зато в подобных случаях, они будут себя чувствовать хозяевами положения. В современном производстве мы должны стремиться к рационализации хотя бы одних процессов, если ее нельзя применить к людям.

Д-р Педдль просил меня написать к его книге предисловие. Я охотно это делаю, так как знаю его еще со времен студенчества, а позднее не мог не оценить его, как выдающегося ученого-практика. Во время войны я с неусыпным интересом следил за его работой в деле усовершенствования производства оптического стекла; многие из его оригинальных статей печатались в 1920 и 1921 гг. в „Journal of the Society of Glass Technology“, и этих статей достаточно, чтобы доставить вполне заслуженную известность их автору. То, что д-р Педдль обладает еще огромным опытом в области варки различных типов стекол в заводском масштабе, придает его труду особую авторитетность.

Настоящую книгу я горячо рекомендую всем занимающимся производством и обработкой стекла, а также и его потребителям.

В. Е. Тернер.

(W. E. S. Turner, Dr. Sc., Prof. of Glass Technology, University of Sheffield).

ОТ АВТОРА

Успех, который сопровождал появление моих статей в журнале „Glass“ за 1925 г., побудил меня издать и предлагаемую книгу. Многие из затронутых в упомянутых статьях вопросов нашли себе место и в этой книге, но здесь они разработаны возможно подробнее. В текст вставлено и значительное количество новых рисунков.

Надеюсь, что эта книга окажется полезной для всякого, интересующегося вопросами стекольной промышленности, независимо от той отрасли, в которой он работает. Потребитель готового изделия, равно как и производитель (будь то фабрикант или рабочий) одинаково заинтересованы в том, чтобы не было пороков в стекле; потребитель—потому, что предпочитает иметь товар хорошего качества, а для заводчика—отменный фабрикат—это хорошая репутация фирмы. В целях поощрения стремления к усовершенствованию производства, хотя бы это стремление вызывалось даже чисто материальными соображениями, и была предпринята предлагаемая работа.

Каждый порок в стекле исследовался мной согласно новейшим приемам как в лабораторном, так и заводском масштабах. Вопросу „расстекловывания“ мной отведено в книге много места, по сравнению с другими факторами. Но это объясняется, главным образом, той важной ролью, которую указанное явление играет в стекольном производстве. Такого же мнения держится и д-р Т. Муршед, указавший в своей речи на заседании О-ва стекольной технологии в 1925 г., что „нам необходимо всячески расширять наши познания в вопросе о зависимости расстекловывания от состава. Скорейшее и возможно более полное выяснение причин этого явления окажет промышленности огромную услугу, особенно в вопросе фидеров для механизированного производства бутылок.“

В заключение, считаю своим долгом выразить искреннюю признательность д-ру Ф. Е. Райту (Бюро Стандартов, Вашингтон), разрешившему мне поместить в этой книге ряд интересных фотографий, и м-ру К. Секстону—за его любезное содействие, советы и просмотр корректуры.

К. Педдль

Ливерпуль

ГЛАВА I

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Число могущих встретиться в стекле разных недостатков довольно велико, вследствие огромного количества затруднений, связанных с производством стекла. Некоторых из них можно избежать путем правильного ведения производства, другие же очень трудно устранимы, вследствие чего производитель, как и потребитель, часто вынуждены довольствоваться не вполне совершенным продуктом, который только приближается к идеалу. Стекло—это поистине компромисс, ибо часто приходится жертвовать одними его достоинствами для достижения лучших результатов в других отношениях. Например, при производстве зеркального стекла, ради обеспечения сбыта, приходится поступаться некоторой долей прозрачности фабrikата и выпускать на рынок товар, несколько окрашенный. Применение более чистых сырых материалов, конечно, способствует увеличению прозрачности стекла, но одновременно повышает его продажную цену, а, следовательно, затрудняет сбыт. При изготовлении оптического стекла, часто для получения фабrikата с некоторыми особыми оптическими свойствами употребляется сырьё, дающее окрашенное и мошkovатое стекло. Фабрикату оптических инструментов приходится мириться с упомянутыми недостатками такого стекла во имя тех ценных специальных свойств, которыми оно обладает. Некоторые оптические стекла очень „мягкие“, легко получают царапины и легко выветриваются, но с этим приходится мириться, так как упомянутые недостатки неизбежны в тех или других специальных сортах с определенными оптическими свойствами. Химическая посуда отличается высокой устойчивостью против механических и термических воздействий, но эти весьма желательные свойства связаны с высокими температурами, необходимыми для варки и осветления, и с большей вязкостью при выработке, чем у обыкновенного стекла. Вследствие этого, в химической посуде очень часто встречаются „ширы“ и „свили“, и стекло обладает окраской. Таким образом, очевидно, что некоторого рода пороки неиз-

бежны, так как они зависят от условий производства и тех целей, для которых стекло предназначено. В данном случае искусство стеклодела может заключаться лишь в том, чтобы число неизбежных пороков сократить до минимума, без ущерба для свойств стекла: с таким положением приходится мириться как производителю, так и потребителю. Другое дело — недостатки, которые явились следствием неумелого или небрежного ведения производства. Плохой фабрикат, независимо от сорта, всегда ведет к неприятным для предприятия последствиям: к значительным убыткам, сокращению заработка рабочих и, если плохой товар был выпущен на рынок, то и к потере фирмой репутации.

Пороки в стекле могут появляться вследствие различных причин, и их можно обнаружить в любой стадии производства, однако, в не вполне готовом продукте их установление представляет трудности; гораздо легче их заметить в готовом фабрикате.} Очень важно тщательное изучение каждой мелочи производства: только таким способом можно получить возможность отмечать пороки немедленно после их появления. Чем скорее тот или иной недостаток будет открыт, тем легче окажется возможным найти средства к его устранению при минимальной затрате времени и денег. Рабочему персоналу должно быть внушено, что следует немедленно ставить в известность заводского специалиста о замеченных в стекле недостатках, все равно, находится ли оно в расплавленном или готовом виде, отнюдь не пытаясь при этом устранять их самостоятельно. Конечно, весьма важно после обнаружения недостатков немедленное их устранение, но не менее важно — еще до принятия соответствующих мер — выяснение их происхождения, иначе принятые меры могут оказаться случайными и неподходящими для данного случая. Когда бы и кем бы порок ни был обнаружен, борьба с ним должна явиться делом всего участвующего в производстве персонала, и явление это должно быть исследовано всесторонне. Только благодаря большому опыту и внимательному отношению к каждой мелочи, удастся поймать и исправить недостаток тотчас после его возникновения. Все, что было установлено относительно появления порока, все относящиеся к этому факту детали, к какой бы стадии производства это ни относилось, все должно быть сейчас же записано. Если, например, данный недостаток был выявлен во время варки, то следует отметить подробности, касающиеся температуры, продолжительности плавки, рода шихты, отношения количества боя к весу шихты, продолжительности выработки стекла и проч. Немедленная запись наблюдений, по горячему следу, помогает быстрому исправлению недочетов и предупреждает возникновение ряда неприятностей и хлопот не только в течение данной плавки, но и при последующих, в которых может повториться та-же ошибка. Для ведения такого рода записей в каж-

дом предприятия должен иметься специальный журнал, где следует отмечать характер порока, его происхождение, способы устранения и проч. Если порок своим появлением обязан составу стекла, то в журнале должны быть указаны результаты анализа последнего, состав шихты и боя, их взаимное отношение и т. ч.

Ниже приводятся образцы соответствующих записей, касающихся „камней“ в известково-натриевом стекле (бесцветный хрусталь для флаконов), которое варилось в закрытом горшке. Огромная ценность таких записей видна даже при беглом их просмотре.

№ 1

- Порок.* Небольшие белые круглые камни с „хвостом“ свилей.
- Происхождение.* Исследование под микроскопом показало, что каждый камень окружен ясно очерченным кольцом стекла, по виду отличающимся от остальной массы. Это указывает на материальные камни (из шихты) кремнеземного характера.
- Причина.* Песок был крупнозернистый, что подтвердилось после просеивания образца.
- Меры к устранению.* Повышена температура и продлено время варки.
- Меры предупреждения.* Следует брать только просеянный песок; крупные зерна отбрасывать, а шихту размешивать с максимальной тщательностью.

№ 2

- Порок.* Тот же, что и под № 1.
- Происхождение.* Исследование под микроскопом указывало на материальные камни кремнеземного характера.
- Причина.* Так как песок для данной плавки был просеян, то это явление нельзя приписать присутствию нерасплавившихся зерен песка. Прочие материалы тоже просеивались. Окись кальция была введена в шихту в виде измельченного мела. В сплаве были обнаружены небольшие частицы кремня, размером немного больше булавочной головки.
- Меры к устранению.* Повышены температура и продолжительность плавки. Успех только частичный. Большая часть стекла была вычерпана.
- Меры предупреждения.* Измельченный мел в шихте заменен молотым известняком.

№ 3

- Порок.* Небольшие белые неправильной формы камни различной величины.
- Происхождение.* Едва ли камни были „шихтные“, так как все материалы просеивались. Рассмотрение под микроскопом показало, что камни в главной массе состояли из сетки игольчатых кристаллов, по всей вероятности силлиманита или муллита; отсюда следует заключить, что камни — от „горшка“.
- Причина.* Ячеистое разъедание стенок горшка.
- Меры к устранению.* Понижена температура во время плавки; для уменьшения разъедания количество боя, при последующих засыпках, было увеличено. Однако, количество камней не уменьшилось, а наоборот увеличилось, и потому пришлось переменить горшок.

- Порок.** На поверхности расплавленной массы неожиданно появились белые комки; хотя стекло можно было набирать "совершенно свободным от „каменей“, но при выдувании в флаконах, особенно в горлышках, появились белые налеты и полосы.
- Происхождение.** Повидимому, произошло выделение кремнезема (расстекловывание). Анализ стекла показал, что оно содержит 76% кремнезема, 6,5% окиси кальция и 16% окиси натрия.
- Причина.** Избыток в стекле кремнезема.
- Меры к устранению.** Вычерпан из горшка верхний слой и добавлена шихта с большим содержанием мела и меньшим кремнезема (см. ниже).
- Меры предупреждения.** Следует изменить состав шихты в смысле увеличения количества извести и уменьшения кремнезема и добавить немного полевого шпата. Анализ такой смеси показал, что в ней содержится 72% кремнезема, 11% окиси кальция, 15% щелочных окислов и 2% глинозема. Количество боя при этом следует постепенно уменьшать.

Некоторые пороки, являющиеся результатом неаккуратного ведения производства, могут быть обнаружены лишь после того, как стекло поступит в употребление; но такого рода случаи портят репутацию завода. Если изделие было изготовлено из слабо устойчивого стекла, то это обнаружится во время употребления, когда окажется, что стекло слишком мягко, легко царапается или разъедается хранящимися в нем жидкостями. То же самое следует сказать относительно плохого отжига, который обнаруживается лишь после того, как стекло поступит в употребление. В том, что плохой фабрикат, попав в руки потребителя, может лишь дискредитировать предприятие и принести убыток его владельцу, уже не сомневается ни один заводчик, и потому, до выпуска товара на рынок, продукт стали всячески испытывать и проверять. Конечно, в интересах самого завода испытание должно быть самое тщательное, и какая либо небрежность или поспешность в этом деле недопустимы. Соблюдение этого условия всегда окупится. Следует указать, что и потребитель немало может содействовать улучшению качества продукции тем, что будет сообщать заводу о замеченных в товаре недостатках и об его изменениях во время употребления. Если, например, партия банок оказалась неудачной вследствие того, что они лопались при наполнении, то причину этого явления надо, конечно, искать или в плохом отжиге изделия или в неподходящем для таких изделий составе стекла, который следует соответственно изменить.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОКОВ

Лучшим и наиболее целесообразным способом классификации пороков в стекле (расплавленном или готовом) является подразделение их по стадиям производства, в которых они проявились. Не сле-

дует, однако, забывать, что один и тот же порок может появляться не в одной, а в нескольких стадиях производства. Например, опалесценция может иметь место как во время плавки и выработки, так и при отжиге стекла. С другой стороны, тот или иной порок может возникнуть в одном каком либо процессе, а стать заметным только в одном из последующих, или даже во время употребления готового изделия. Так, например, свили и камни могут уже существовать в расплавленном стекле, когда оно в ванне или горшке, но установить их присутствие удастся, быть может, только при выработке стекла или при окончательной его браковке.

Приводим список главнейших встречающихся в стекле пороков.

1. Пороки в расплавленной стеклянной массе

а) Неоднородность, — когда в стекле горшка или ванны образуются слои неодинаковой плотности, вязкости и т. п. Эта слоистость является причиной различного отношения стекла к выработке, а также к отжигу, последствием чего оно может стать негодным для употребления.

б) Складки, нити, полосатость и жилки.

в) Пузыри и мошка.

г) Вскипание и вспенивание сплава во время варки.

д) Наличие разного типа „камней“ во время плавки.

е) Расстекловывание, т. е. выделение „камней“ в виде кристаллов из материала, который перед тем был вполне стеклообразный.

ж) „Шершавый“ сплав; стекло расстекловывается на поверхности во время выработки.

з) Хальмоз или „щелок“, — встречающиеся в виде пены на поверхности или распределенные по всему сплаву.

и) Опалесценция: выделение ультрамикроскопических частиц, придающих стеклу опаловый оттенок.

к) Плохо обесцвеченное стекло: оно может иметь зеленый („недокрашенный“) оттенок или розовый („перекрашенный“). При тщательном рассмотрении окраска может оказаться также бурой или грязноватой.

л) Стекло может быть „пестрое“ (полосатое), вследствие неравномерного распределения окраски.

м) Стекло чересчур „вязкое“, „жесткое“ или „жидкое“, все это мешает правильной заделке.

н) Темные крапинки в стекле (обычно это наблюдается в зеленых стеклах).

о) Слишком малый интервал температуры выработки стекла (слишком „короткое“ стекло).

2. Пороки стекла, обнаруживающиеся при его выработке

Многие пороки расплавленного стекла не могут быть обнаружены до момента выработки. К числу таких недостатков следует отнести камни, расстекловывание, опалесценцию, шершавую поверхность, пузыри, мошку, „жесткое“ или „жидкое“ стекло, грубую и тонкую свили, плохое обесцвечивание („плохой цвет“) и т. п. „Короткое“ стекло выявляется также во время заделки.

Все перечисленные недостатки на самом деле относятся к варке и не имеют никакого отношения к выработке. Во время последней могут возникнуть пороки, перечисляемые ниже.

- а) Маленькие трещины, царапины и ямки на поверхности.
- б) Мутная („рябая“) поверхность, волнистость и „кованность“ от формы.
- в) Неаккуратная заделка и неравномерная толщина стенок.
- г) Шероховатая и шершавая поверхность (иначе говоря, поверхностное расстекловывание).
- д) Ирризация и опалесценция. Плохая закраска.

3. Пороки, появляющиеся в процессе отжига

а) Плохой отжиг, обнаруживаемый благодаря наличию в стекле натяжений.

б) Деформация, вызванная слишком высокой температурой в отжигательной печи.

в) Вдавления и присташие к размягченной поверхности стекла грязь, песок и т. п.

г) Растрескивание, лопание, „посечки“, вследствие слишком низкой температуры во время отжига.

д) Налеты, ирризация и опалесценция.

е) Плохое обесцвечивание, например: зеленый („недокрашено“) или розовый („перекрашено“) оттенки. Выделение металлического свинца на поверхности свинцовых стекол.

4. Пороки, появляющиеся в период последующей обработки стекла

а) Расстекловывание, например, во время обработки на паяльной горелке.

б) Плохое спаивание стекла.

в) Налеты, ирризация, опалесценция и изменение цвета.

г) Слишком твердое или слишком мягкое стекло: крошится во время шлифовки или не поддается травлению.

д) Образование больших и мелких пузырей вследствие выделения газов из стекла при размягчении.

е) Последствия плохого отжига: стекло, например, ломается даже при слабом повышении температуры.