ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПИ 1.2.315—89

(Взамен инструкции № 752—71, ТР16-1070, ТР1.2.090—78, ТР1.2.147—79, ТР1.2.202—80, ТР1.2.313—82)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ВИАМ

Р. Е. ШАЛИН

Срок введения
с 1 июля 1990 г.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПИ1.2.315—89

(Взамен инструкции № 752—71, ТР16-1070, ТР1.2.090—78, ТР1.2.147—79, ТР1.2.202—80, ТР1.2.313—82)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Инструкция является руководством по изготовлению деталей остекления из органического стекла марок СО-95, СО-120, СО-120Т, СО-140, АО-120, Э-2, Э-2У, СО-200, а также триплекса на основе органических стекол СО-95, СО-120 и АО-120.

В инструкции предусмотрены основные операции и принципиальные режимы всего технологического цикла изготовления деталей остекления из органического стекла.

1.2. Органические стекла представляют собой различные типы полиакрилатов линейного строения.

Органическое стекло СО-120 является полимером метилового эфира метакриловой кислоты (полиметилметакрилат), СО-95 является тем же полимером, но с наличием пластификатора — дибутилфталата, а СО-120Т — с наличием термостабилизирующей добавки. СО-140 — сополимерное стекло. Стекла Э-2 и СО-200 — модифицированные полимеры акрилового ряда.

Ориентированные органические стекла АО-120 и Э-2У получают путем растяжения по плоскости органических стекол СО-120 и Э-2 при температуре выше температуры размягчения с последующим их охлаждением в растянутом состоянии. Стекла СО-95, СО-120Т и СО-200 тоже могут подвергаться ориентации и применяться в ориентированном состоянии.

Органический триплекс представляет собой материал, состоящий из двух или более органических стекол, соединенных между собой эластичной прослойкой из поливинилбутиральных пленок.

1.3. Все вышеперечисленные органические стекла являются термопластичными материалами, которые при нагревании размягчаются, а при охлаждении отверждаются. Это свойство стекла используют при изготовлении деталей различных форм.

1.4. Физико-механические свойства органического стекла в стеклообразном состоянии зависят от температуры. На рис. 1 приве-

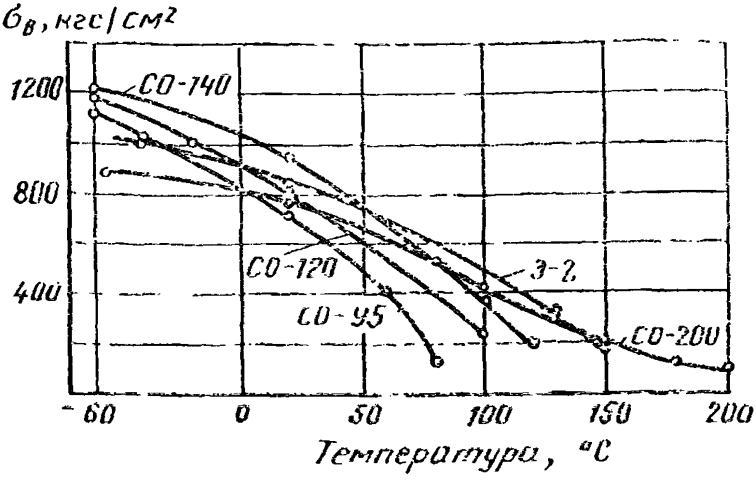

Рис. 1. Зависимость разрушающего напряжения при растяжении неориентированного органического стекла марок СО-95, СО-120, СО-140, Э-2 и СО-200 от температуры

дены кривые, которые показывают зависимость прочности при растяжении стекол от температуры. С повышением температуры снижается величина этого показателя.

1.5. В зависимости от температуры органическое стекло может находиться в трех состояниях: стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем.

Каждое из этих состояний полимера характеризуется присущим ему комплексом физико-механических свойств, которые наиболее резко изменяются в температурных интервалах перехода из одного состояния в другое.

1.6. Температурные интервалы различных состояний полимера можно установить по графику зависимости деформации от температуры.

На рис. 2 приведены кривые зависимости, полученные при деформации стекол на сжатие под напряжением 0,1 кгс/см², действующим в течение 10 с (термомеханические кривые).

1.7. Кривые зависимости деформации от температуры для стекол СО-95, СО-120, СО-140 и Э-2 (см. рис. 2) имеют одинаковый характер (подобны по форме), но смещены по оси температур.

1.8. Термомеханические кривые характеризуют поведение полимера в широком температурном интервале. Как видно из поло-

жения кривой для стекла СО-120 ниже температуры 120°С полимер находится в стеклообразном состоянии и обладает свойствами твердого тела. В этом состоянии под действием внешней силы в органическом стекле развиваются в основном лишь незначительные обратимые деформации.

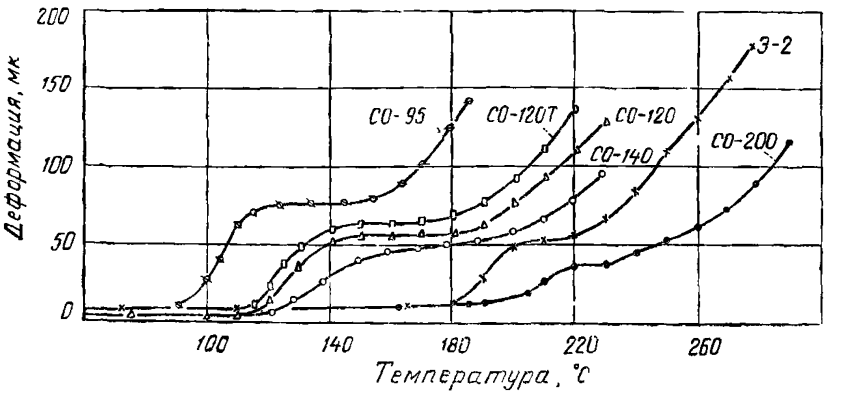

Рис. 2. Зависимость деформации при сжатии органического стекла СО-95, СО-120, СО-140, Э-2 и СО-200 от температуры

В интервале температур 120—140°С полимер размягчается, переходит в высокоэластическое состояние. Свойства полимера при этом резко изменяются, снижается прочность при растяжении, увеличивается разрывное удлинение. Модуль упругости при растяжении уменьшается примерно в тысячу раз.

1.9. Для полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии, характерно проявление больших обратимых деформаций, развивающихся под воздействием малых усилий. В температурном интервале 140—185°С, соответствующем высокоэластическому состоянию, деформация стекла СО-120 при постоянной нагрузке мало изменяется. При температурах выше 185 С деформация вновь начинает возрастать, что означает переход полимера в вязкотекучее состояние. Вязкотекучее состояние отличается от высокоэластического тем, что в полимере под влиянием малых усилий начинает развиваться, наряду с обратимыми, и необратимые деформации (вязкое течение), обусловленные скольжением макромолекул относительно друг друга.

1.10. Подобное рассмотрение деформационных кривых для других стекол позволяет установить их температурные интервалы различных состояний.

Температурные интервалы размягчения, высокоэластической области и области перехода в вязкотекучее состояние для органических стекол приведены в табл. 1. Температуру начала размягчения принято условно называть температурой размягчения ($T_р$).

Таблица 1

Марка стекла	Температура, °С		
	размягчения	области высокоэластического состояния	перехода из высокоэластического состояния в вязкотекучее
СО-95	90–105	95–155	155
СО-120	120—125	125—175	175
СО-120Т	120–125	125—180	190
СО-140	140—145	145–195	195
Э-2	180—185	185—250	250
СО-200	200—205	210—270	230

Примечание. Температура размягчения ориентированных оргстекол соответствует неориентированным.

1.11. В температурных интервалах перехода в вязкотекучее состояние наблюдается увеличение выделения летучих веществ (потеря массы за 1 ч), причем интенсивность выделения их возрастает при дальнейшем повышении температуры и приводит к появлению пузырей или изменению окраски, свидетельствующих о деструкции полимера. Температурные интервалы, в которых органическое стекло начинает деструктировать, приведены в табл. 1, причем первые (более низкие) значения температур соответствуют интенсивному увеличению выделения летучих веществ, вторые (более высокие) значения температур соответствуют появлению пузырей или резкому изменению окраски.

1.12. Переход в вязкотекучее состояние сопровождается частичной деструкцией материала. Поэтому процесс формования и ориентации органического стекла при температуре выше температуры размягчения должен проводиться в температурной области высокоэластичного состояния.

Формование неориентированных стекол СО-95, СО-120, СО-120Т и СО-140 при более низких температурах (при температуре размягчения, ниже температуры размягчения) может привести к «замораживанию» внутренних напряжений, в результате чего такие детали могут проявлять плохую температурную формоустойчивость и низкую стойкость к растрескиванию поверхности («серебростойкость»).

Вследствие повышенной пластичности и «серебростойкости» органических стекол АО-120, Э-2, Э-2У и СО-200 формование можно осуществлять по режиму «холодного» формования, т. е. ниже температуры размягчения.

1.13. Ориентация органического стекла значительно повышает его пластические свойства. Ударная вязкость, например, возрастает в 1,5—2 раза, разрывные удлинения в 1,5—5 раз, стойкость к растрескиванию под напряжением в 10—1000 раз. Температура начала проявления вынужденно эластических деформаций (температура хрупкости) смещается в область низких температур. Ориентированное оргстекло менее чувствительно к концентраторам напряжений.

1.14. Прочность при растяжении и модуль упругости при растяжении у ориентированного оргстекла такие же, как у неориентированного или несколько выше.

1.15. Ориентированное органическое стекло и органический триплекс обладают, в отличие от неориентированного органического стекла, локальным разрушением при ударных испытаниях, в том числе и в условиях избыточного давления.

1.16. Способы и технологические режимы переработки органических стекол в детали остекления, изложенные в настоящей инструкции, могут быть использованы для переработки конструкционных и технических органических стекол. По режимам переработки стекол СО-95, СО-120 и СО-140 могут перерабатываться конструкционные оргстекла соответственно марок СОЛ, СТ-1 и 2-55, и технические оргстекла марок ТОСП, ТОСН и ТОСС при этом необходимо учитывать температуру размягчения.

1.17. Материалы, применяемые при изготовлении деталей остекления из органического стекла, должны соответствовать государственным стандартам или техническим условиям, указанным в *приложении 1.*

2. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ОРГАНИЧЕСКИМ СТЕКЛОМ

2.1. Органическое стекло обладает при определенных условиях склонностью к растрескиванию и образованию «серебра» (микротрещин).

«Серебро» вызывается напряжениями растяжения, которые могут возникнуть в деталях остекления при изготовлении или при эксплуатации.

На процесс образования «серебра» влияют также факторы, снижающие поверхностную прочность органического стекла: органические растворители, ультрафиолетовое облучение, интенсивные местные прогревы поверхности, воздействие горячей воды и др.

2.2. При отработке технологии формования, механической обработки и других технологических операций, а также в случае проверки соблюдения режимов технологии рекомендуется производить определение уровня растягивающих напряжений в формованных

деталях. Наличие напряжений устанавливается методом определения «серебростойкости» образцов оргстекла в ацетоне по методике, изложенной в *приложении 2.*

2.3. Органическое стекло категорически запрещается протирать органическими растворителями. В случае крайней необходимости разрешается протирать только нефрасом-С3—80/120.

Работы с органическим стеклом, связанные с применением органических растворителей, проводить в чистых помещениях, оборудованных хорошей принудительной вентиляцией, обеспечивающей удаление паров растворителей из воздуха.

2.4. При окраске самолета следить за тем, чтобы лак не попадал на детали остекления. Для этого перед окраской их рекомендуется снимать. Если это сделать невозможно, то оклеивать их несколькими слоями защитной бумаги или покрывать клеевой пленкой, или полиэтиленовой пленкой, прикрепленной по периметру стекла липкой лентой.

2.5. Во избежание образования в органическом стекле внутренних напряжений при распиловке, фрезеровании и сверлении следить за тем, чтобы не было разогревов от режущего инструмента по местам обработки.

Режимы механической обработки стекол для всех марок идентичны.

2.6. На деталях из органического стекла допускается устранение мелких механических повреждений шлифованием непосредственно на изделии вручную с помощью тампона из мягкой хлопчатобумажной ткани и шлифовального порошка зернистостью не крупнее 4 с последующим полированием полировочной пастой для оргстекла.

2.7. С целью исключения притяжения частиц пыли и волокна в процессе изготовления деталей из оргстекол можно применять антистатик.

2.8. Знание правил обращения с органическим стеклом является обязательным для всех работающих по изготовлению деталей остекления из органического стекла.

ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА И ПРЕДОХРАНЕНИЕ ЕГО ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ

3.1. Органическое стекло как на центральном, так и на промежуточных складах хранить в отапливаемых помещениях при температуре от 5 до 35°С и относительной влажности не выше 65% в условиях, исключающих воздействие растворителей или их паров.

Листы располагать вертикально в ящиках или стеллажах, имеющих отдельные ячейки шириной 100—150 мм.

Детали остекления и заготовки из органического стекла хранить на специальных стеллажах, обитых байкой, исключающих их деформацию.

Срок хранения деталей остекления на складах изготовителя и потребителя определяется сроком хранения оргстекла по существующим ТУ при условии соблюдения режимов изготовления деталей остекления.

3.2. При внутрицеховой транспортировке листы органического стекла перевозить небольшими партиями в стеллажах, обеспечивающих его сохранность от повреждений.

3.3. Поверхность органического стекла для предохранения от повреждений при хранении, транспортировке и изготовлении деталей необходимо оклеивать бумагой или покрывать клеевой пленкой, завертывать стекло в папиросную бумагу с последующим заклеиванием в пакет из плотной бумаги.

При межцеховой транспортировке сдвижной части фонаря и при монтажных работах на изделии необходимо применение жестких чехлов, или тканевых протекторов (*приложение 3*), предохраняющих поверхность стекла от повреждений. Рекомендуется снимать эти чехлы только перед сдачей всего изделия на пробную эксплуатацию.

3.4. Для оклеивания применять бумагу следующих сортов: крафт (оберточную), кабельную, бумагу для оклейки органического стекла.

3.5. Бумагу к поверхности органического стекла приклеивать следующими клеями: казеиноглицериновым, желатиноглицериновым, глюкозокрахмальным, полиизобутиленовым (КП-16) и клеем на основе поливинилового спирта (*приложение 4*).

Для предохранения органического стекла клеевой пленкой применять следующие клеи: казеиноглицериновый, желатино-глицериновый и на основе поливинилового спирта (*приложение 4*).

Органическое стекло марки СО-140 очень чувствительно к воздействию щелочной среды (действие щелочной среды приводит к образованию помутнения и серебра), поэтому защита его казеиноглицериновым клеем запрещается.

3.6. Поверхности органического стекла и деталей остекления, подлежащие оклеиванию, должны быть чистыми и сухими.

3.7. При оклеивании органического стекла бумагой клей на его поверхность наносить мягкой кистью.

Бумагу приклеивать к поверхности стекла и приглаживать рукой резиновым валиком или ватным тампоном. Поврежденные места на бумаге заклеивать заплатой.

3.8. При защите органического стекла клеевой пленкой от повреждений клей на поверхность стекла наносить ровным слоем толщиной 0,5—1,0 мм при помощи мягкой кисти.

3.9. Сушку бумаги или клеевой пленки, нанесенной на органическое стекло и детали остекления, проводить в сухом помещении не менее 4 ч при температуре не выше 40°С.

3.10. Для устранения на органическом стекле следов полиизобутиленового клея следует перед снятием оклеечной бумаги плотно пригладить ее к поверхности оргстекла при помощи резинового валика. Если следы клея все же остаются на поверхности (что

возможно в случае неравномерного нанесения и недостаточной просушки), то на резиновый валик намотать кусок плотной ткани или бумаги с предварительно нанесенными и высушенными двумя-тремя слоями полиизобутиленового клея (клеем наружу) и прокатить по органическому стеклу, следы клея при этом полностью удаляются.

4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

4.1. Формовочная оснастка

4.1.1. С целью получения деталей остекления с минимальными формовочными напряжениями при выборе материала для оснастки, а также на всех стадиях переработки стекла — при разогреве заготовки, формовании, охлаждении отформованной детали, — необходимо учитывать теплофизические свойства материалов технологической оснастки и особенно высокий коэффициент линейного расширения и низкую теплопроводность органического стекла.

Коэффициент линейного расширения, удельная теплоемкость и теплопроводность основных материалов технологической оснастки и органического стекла указаны в табл. 2.

Таблица 2

Материал	Коэффициент линейного расширения, $\alpha \cdot 10^6$, 1/град	Удельная теплоемкость, кДж/кг·град	Теплопроводность, Вт/м·град
Дуралюмин	21,9—22,6	0,87	208,8
Сталь	11,0—12,2	0,46	45,2
Шамотные изделия	1,6—5,7	—	0,72
Дерево вдоль волокон	4,9—5,4	2,72	0,35—0,40
Дерево поперек волокон	34,0—54,5	—	0,14—0,16
Силикатное стекло	6—9,7	—	0,74
Оргстекло	56—111	1,12—1,67	0,16—0,21

4.1.2. Качество деталей остекления зависит от выбора наиболее рационального метода формования, соблюдения требований технологии, а также от конструкции, материала и качества оснастки для формования.

4.1.3. При выборе материала для изготовления оснастки необходимо учитывать температурные условия ее работы (в термошкафу или вне его), многократность использования, величину прилагаемых при формовании нагрузок, требования, предъявляемые к оптическим свойствам формуемых деталей.

4.1.4. Для изготовления форм, которые не испытывают большого давления, можно использовать дерево, фанеру, листовой ме-

талл, стеклопластики, оргстекло, маршалито-магнезитовую смесь и другие материалы. Формы двойной кривизны с большой глубиной изготовляются литыми из металлов, пескоклеевой массы, дельта-древесины, маршалито-магнезитовой смеси и т. п.

4.1.5. **Материалом для деревянных форм** служит хорошо высушенная сосна, липа, красное дерево, бук, дельта-древесина.

Теплостойкость клеев и лаков, применяемых при изготовлении деревянных форм, должна быть выше температуры формования.

При изготовлении оснастки из сосны необходимо учитывать возможность выделения смолы на формообразующих поверхностях оснастки при длительном воздействии температур.

4.1.6. **Металлические формы** изготовляются механической обработкой из металлических отливок литьем из сплавов типа АЛ3 или из листового металла типа АМц, Д16, сталей.

4.1.7. **Полимерные формы** на фенольных и других термореактивных смолах, а также на полиэфирных и эпоксидных смолах выклейкой могут быть изготовлены как выпуклые, так и вогнутые.

4.1.8. **Формы из оргстекла** обладают достаточной жесткостью и прочностью при хорошем качестве поверхности. Чаще оргстекло используется как облицовочный материал в металлических, деревянных и других формах. Для изготовления форм и облицовки их поверхности применяется оргстекло, температура размягчения которого выше, чем у формуемого материала.

4.1.9. **Формы из маршалито-магнезитовой смеси** хорошо обрабатываются полировкой, обладают минимальной усадкой и хорошей поверхностью (*приложение 5*).

4.1.10. Материал форм влияет на скорость охлаждения стекла при контакте с формой. Металлические формы охлаждают стекло быстрее, чем деревянные или стеклопластиковые.

4.1.11. Для прижима стекла к форме используют струбцины или различные быстродействующие зажимы, устанавливаемые на формы.

4.1.12. Поверхности форм, с которыми контактирует стекло при формовании, за исключением зон технологических припусков, должны быть тщательно зашлифованы и заполированы.

В случае изготовления формовочной оснастки из древесины эти поверхности перед шлифовкой и полировкой необходимо прошпатлевать. Теплостойкость шпатлевок должна быть выше температуры формования.

4.1.13. В процессе окончательной доводки формообразующих поверхностей оснастки их рекомендуется покрывать из пульверизатора алюминиевой краской, например краской на основе лака АК-113 с добавкой 4% алюминиевой пудры ПАК-4. Такое покрытие при просмотре криволинейных поверхностей в отраженном свете позволяет более четко видеть отклонения от заданной формы, способные повлиять на оптические свойства формуемой детали.

4.1.14. Для повышения оптических свойств деталей, формуемых контактным методом, поверхности форм покрываются замшей, байкой, а также пленкой, изготовленной на основе Виксинта К-18 (*приложение 6*).

4.1.15. С этой же целью формообразующие поверхности форм покрываются перед формованием специальной смазкой ЦПА ТИМ-201.

4.1.16. Перед нанесением смазки поверхность приспособления, соприкасающуюся со стеклом, тщательно очистить от загрязнений и пыли. Смазку наносить равномерным слоем шпателем или рукой.

Для более равномерного нанесения слоя смазки рекомендуется поверхность матрицы или болванки подогревать до температуры 90—100°С. В этом случае прогрев можно осуществлять в термошкафу или под экранами инфракрасного обогрева.

4.1.17. Следы смазки, оставшиеся на детали после снятия ее с формовочного приспособления, удалять 1,5—2%-ным водным раствором моющего средства «Синтанол», нагретым до 40°С или пастой полировочной для оргстекла. Следы смазки удалять ватным тампоном, не содержащим посторонних включений.

4.1.18. Формование с применением смазки следует проводить в особо чистом помещении; до формования поверхность формовочного приспособления с нанесенной смазкой тщательно прикрывать целлофаном для предохранения от пыли. При загрязнении смазки ее следует удалить шпателем и нанести новый слой.

4.1.19. Помимо смазки, улучшение оптических свойств формуемой детали может быть достигнуто за счет применения при формовании подкладного листа. В качестве подкладного листа используется стекло толщиной 2—5 мм той же теплостойкости, что и формуемое стекло. Между подкладным листом и формуемой заготовкой нанести тонкий слой смазки. Заготовка с подкладным листом совместно разогревается и формуется. На подкладном листе проявляются отпечатки от форм. Подкладные листы могут быть использованы многократно.

4.2. Подготовка стекла к формованию и ориентации

4.2.1. Разметку листов органического стекла и раскрой его на заготовки производить карандашом «Стеклограф» или чертилкой в специально отведенном для этого помещении, отдельном от помещения, где происходит нагрев, ориентация и формование. Разметочные столы должны быть покрыты мягкой губчатой резиной или байкой. Разметку проводить по шаблонам с учетом технологических припусков, величина которых зависит от конструкции формовочной оснастки и размеров формуемой детали. Раскрой заготовок производится на ленточных или дисковых пилах.

4.2.2. Торцы заготовок для ориентации и формования стекол после раскроя должны быть по периметру зациклены с целью уст-

ранения заколов и зазубрин, способных явиться причиной разрыва стекла при вытяжке или формовании.

После механической обработки заготовку обдуть сжатым воздухом для удаления стружки и пыли. Контроль качества обработанных кромок осуществлять визуально.

4.2.3. Перед нагревом с поверхности заготовки снять протекторное покрытие, заготовку промыть от остатков клея или протереть пастой полировочной и протереть мягкой стираной хлопчатобумажной тканью, марлей, хлопчатобумажной гигроскопической ватой без посторонних включений.

4.2.4. Для промывки стекол употребляется теплая вода с мылом, типа «Детское», с температурой не выше 40°С.

4.2.5. Подготовленную заготовку подвергнуть визуальному контролю по чистоте и отсутствию царапин, «серебра», пузырей и других дефектов. Промывку и протирку заготовок производить в помещении, где происходит нагрев или ориентация, на специальных столах, покрытых мягкой губчатой резиной или байкой.

4.3. Условия и режимы формования

4.3.1. Помещения, в которых проводят разогрев и формование стекла, должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию, снабженную фильтрами и подогревом воздуха в зимнее время.

Температура воздуха в этих помещениях во время формования должна быть не ниже 20°С.

4.3.2. К помещениям, где производят ориентацию и формование органического стекла, предъявляются повышенные требования по чистоте.

4.3.3. Оснастка для формования должна располагаться в непосредственной близости от термошкафа для разогрева заготовки, в местах, защищенных от сквозняков и прямого попадания воздуха от приточной вентиляции.

4.3.4. Основным способом нагрева заготовок из органического стекла является разогрев в термошкафах с принудительной циркуляцией воздуха. Передача тепла от нагревательного элемента стеклу должна происходить только за счет конвекции.

4.3.5. Перепад температур в различных зонах термошкафа не должен превышать ±3°С. Температура в термошкафу поддерживается при помощи терморегулирующих приборов. Для контроля температуры шкаф снабжается ртутными выносными термометрами, или термопарами, которые желательно располагать в непосредственной близости от заготовки.

4.3.6. При использовании термошкафа для разогрева стекла вместе с оснасткой и для формования деталей непосредственно в термошкафу, он должен иметь смотровые застекленные окна и подсвет, обеспечивающие наблюдение за стеклом на всех стадиях формования.

4.3.7. Небольшие заготовки стекла и детали можно располагать в термошкафу на полках, обитых мягкой тканью для предохранения от механических повреждений.

Большие листы подвешивают вертикально в зажимах, имеющих насечку. Зажимы могут работать от пневмосистемы. Быстрый разжим заготовки позволит сохранить температуру стекла.

4.3.8. Для разогрева заготовок толщиной до 4 мм небольших габаритов может быть использован терморадиационный инфракрасный обогрев. Основное преимущество его в скорости разогрева. Лист оргстекла толщиной 3 мм прогревается при использовании терморадиационного обогревателя с одной стороны стекла за 1—3 мин.

4.3.9. Формование неориентированного стекла СО-95, СО-120, СО-120Т, СО-140 проводят только при температуре высокоэластической деформации (выше температуры размягчения). Понижение температуры формования может привести к возникновению больших внутренних напряжений в детали. Иногда эти напряжения могут немедленно проявиться в виде «серебра», а чаще они проявляются при наложении дополнительных эксплуатационных нагрузок и могут привести к появлению «серебра», короблению или разрушению детали.

Неориентированные органические стекла Э-2 и СО-200 могут формоваться по режиму «холодного» формования.

4.3.10. Перед формованием нагретую заготовку из неориентированного стекла подвергать визуальному осмотру на наличие дефектов нетермостойкости. Определение нетермостойкости стекла допускается проводить на отформованной детали.

4.3.11. Температура формования зависит от марки стекла, его толщины, способа формования и формы детали.

В табл. 3 указаны температурные интервалы, в которых можно проводить формование неориентированных стекол различных марок.

Таблица 3

Марка стекла	Температура формования, °С
СО-95	105—150
СО-120, СО-120Т	130—170
СО-140	150—180
Э-2	150—180
СО-200	160—200

4.3.12. Для получения сложных деталей с минимальными внутренними напряжениями и хорошей поверхностью необходимо использовать верхний предел температуры формования. В этом случае после выгрузки из термошкафа заготовку стекла выдержать на воздухе для охлаждения поверхности, которая становится менее восприимчивой к отпечаткам. Внутренняя часть листа остается горячей. Время выдержки стекла на воздухе определяется при опытных формовках.

4.3.13. Время выдержки стекла в термошкафу до полного прогрева зависит от толщины стекла и составляет около 3—4 мин на 1 мм толщины. Время прогрева отсчитывается после загрузки заготовки с момента доведения температуры шкафа до заданной. Более точное время разогрева устанавливается на опытной заготовке с помощью тормопар.

4.3.14. Заготовка оргстекла должна быть отформована за такое время, чтобы температура в конце формообразования была не ниже температуры размягчения плюс 5°С для всех марок стекол, независимо от способа формования, кроме холодного.

4.3.15. Время формования — максимальное время с момента выгрузки заготовки из термошкафа до получения полной формы зависит от температуры воздуха в помещении, температуры стекла и температуры формы. Для уменьшения времени, необходимого на формование, нужно приблизить формовочную оснастку к термошкафу, или формовать непосредственно в шкафу, использовать быстродействующие разжимы на подвесках заготовки в термошкафу, быстродействующие зажимы на оснастке. Увеличить допустимое время формования можно повышением температуры помещения и использованием оснастки нагретой до (70—80)°С. Нагрев оснастки можно проводить в термошкафу или использовать инфракрасный обогреватель. Спирали электрического обогрева могут быть вмонтированы в оснастку.

4.3.16. После формования стекло должно охлаждаться медленно и равномерно. Такое охлаждение снижает величину внутренних напряжений, возникающих при формовании, особенно для стекол больших толщин. Принудительное охлаждение, например обдув сжатым воздухом, не допускается. Охлаждение можно проводить непосредственно в шкафу или вне шкафа под теплоизоляционным чехлом. Неравномерное быстрое охлаждение является основной причиной неприлегания контуров отформованной детали к формовочной оснастке.

4.3.17. Избыточное давление или разрежение под формуемой деталью, а также прижим контурными рамками необходимо сохранять до снижения температуры стекла на (35—40)°С ниже температуры размягчения, после чего давление или вакуум сбросить,

а прижим стекла ослабить. Детали с формовочного приспособления снимать при температуре стекла не выше (45—50)°С.

4.3.18. После охлаждения отформованной детали до комнатной температуры она подвергается проверке на соответствие заданным размерам и обводам. Детали, отформованные бесконтактными способами, проверяют по контрольным шаблонам, а детали, отформованные в матрицах или на болванках, — по формовочной оснастке или по идентичным с ней контрольным корзинкам.

4.4. Формование

4.4.1. Методы и способы формования

4.4.1.1. Пластические свойства органического стекла позволяют путем формования изготовить из листового материала детали сложной формы.

4.4.1.2. Допускается переформовывать детали из неориентированного стекла не более 5 раз, детали из ориентированного стекла — не более 3 раз.

4.4.1.3. Формование деталей остекления может осуществляться двумя основными методами:

а) **бесконтактным**, когда оптические поверхности детали при формовании не соприкасаются с формовочным приспособлением;

б) **контактным**, когда детали по всей площади, с одной или двух сторон, контактируют с поверхностями формовочной оснастки — матрицами или болванками.

Формование контактным и бесконтактным методами может быть осуществлено различными способами, которые в каждом конкретном случае определяются в зависимости от марки стекла, размеров и конфигурации детали, ее назначения и предъявляемых к ней требований.

4.4.2. Бесконтактное формование

4.4.2.1. Бесконтактный метод формования обеспечивает получение деталей с высокими оптическими свойствами, однако ограничивает изготовление деталей строго заданной формы.

4.4.2.2. При формовании бесконтактным методом — через протяжные кольца или опорные рамки — возможны отклонения максимальной высоты (глубины) детали в пределах ±2,5%.

4.4.2.3. Формование выкладкой заготовки на контурной рамке

4.4.2.3.1. Некрупные детали с незначительной одинарной или двойной кривизной типа стекол козырьков пилотских кабин можно изготовлять выкладкой разогретой заготовки на контурной опорной рамке, обводы которой соответствуют местам заделки стекла в каркас. Способ не применим для изготовления деталей из ориентированного стекла.

Схема формования представлена на рис. 3.



Рис. 3. Схема формования выкладкой заготовки на контурной рамке

4.4.2.3.2. Формообразование детали в этом случае происходит за счет собственной массы стекла.

Если массы стекла оказывается недостаточно для полного формообразования, допускается приглаживание стекла рукой в многослойной байковой рукавице.

4.4.2.4. Пневмо- и вакуум-формование через протяжное кольцо

4.4.2.4.1. При этом способе формообразование детали происходит за счет разности атмосферного давления и избыточного давления или разрежения, создаваемых в объеме, образованном стеклом и оснасткой.

4.4.2.4.2. Применяя протяжные кольца различной формы, можно изготавливать детали сложной конфигурации, имеющие форму близкую к телам вращения — блистера, иллюминатора и т. п. Этим способом можно получать также детали незамкнутой формы двойной кривизны, такие, например, как боковые стекла козырька пилота. В этом случае формованием получают один элипсоид, из которого затем вырезают две и более деталей. Формование через одно протяжное кольцо одновременно нескольких деталей возможно лишь при малой кривизне деталей. При большой высоте детали будут получаться разнотолщинными (рис. 4).

Схема пневмоформования представлена на рис. 5, схема вакуум-формования — на рис. 6.

4.4.2.4.3. При формовании разогретую заготовку зажать на оснастке между двумя кольцами, одно из которых герметично связано с пневмо- или вакуум-камерой. В случае вакуум-формования

это кольцо является протяжным формообразующим. При пневмоформовании формообразующим является прижимное кольцо.

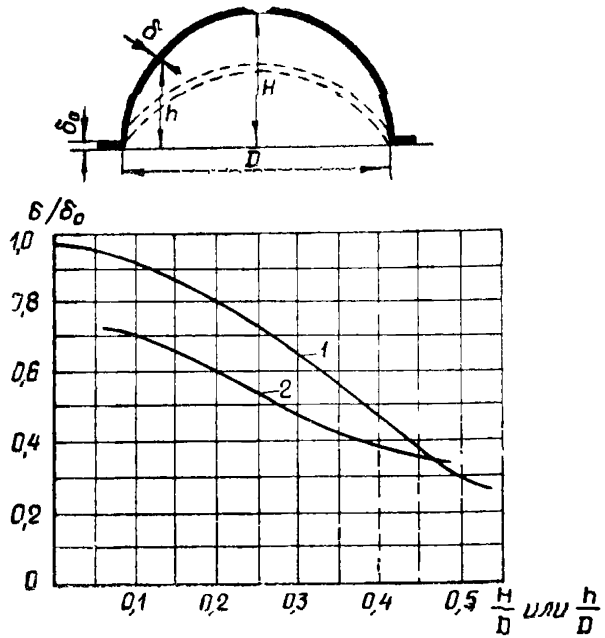

Рис. 4. Зависимость толщины материала от радиуса сферы при формовании:

1 — зависимость толщины стенок блистера от глубины вытяжки; *2* — изменение толщины стенок блистера по длине дуги

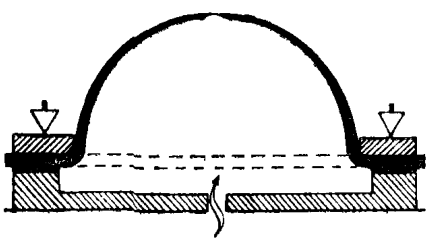

Рис. 5. Схема пневмоформования через протяжное кольцо

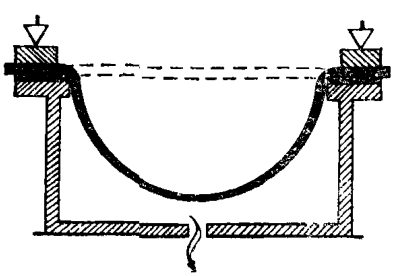

Рис. 6. Схема вакуум-формования через протяжное кольцо

4.4.2.4.4. Герметизация объема, образованного стеклом и камерой, осуществляется резиновым кольцом.

4.4.2.4.5. При формовании деталей с фланцем, например блистеров, формообразующий диаметр или контур протяжных колец должен быть на 15—20 мм меньше опорного кольца.

4.4.2.4.6. Прижимное кольцо со стороны, соприкасающейся со стеклом должно иметь притупленную насечку глубиной 1,5—3,0 мм, а внутренняя кромка формообразующего кольца должна быть скруглена радиусом, равным или большим толщины формуемого стекла.

4.4.2.4.7. В случае формования непосредственно в термошкафу заготовку разогревать зажатой в формовочной оснастке.

4.4.2.4.8. При пневматическом формовании система, подводящая к формовочной оснастке избыточное давление, должна быть снабжена плавно действующим краном, клапаном сброса давления и манометром. Аналогичным оборудованием снабжается и оснастка для вакуум-формования. При этом подключение формовочной оснастки к вакуум-системе должно производиться через ресивер.

4.4.2.4.9. При формовании избыточным давлением отверстие для ввода воздуха следует прикрывать байкой или металлическим экраном во избежание попадания прямой струи воздуха на разогретую заготовку, так как холодный воздух может вызвать местное переохлаждение стекла. Лучшие результаты дает применение подогретого до 70—90 С воздуха.

4.4.2.4.10. Высота (глубина) формуемой детали контролируется только в одной наиболее высокой точке визуально — по ограничителю или линейке — или фотоэлементом, сблокированным с реле, отключающим вакуум-насос или перекрывающим пневмосистему по достижении деталью заданной высоты.

4.4.2.5. Пневматическое формование с предварительной укладкой заготовки на болванку

4.4.2.5.1. Этим способом изготавливаются детали глубокой незамкнутой формы типа стекол сдвижных фонарей, стекол скафандров и других деталей из неориентированного стекла.

Способ является частным случаем пневмоформования через протяжное кольцо и отличается от него тем, что разогретая заготовка укладывается не на плоское кольцо, а на ложную болванку или опорную контурную рамку, форма которой близка к конфигурации формуемой детали.

Схема формования представлена на рис. 7.

4.4.2.5.2. Разогретую заготовку стекла уложить на болванку, зажать по периметру формообразующей рамкой и формовать избыточным давлением до заданной высоты, которая контролируется визуально или фотоэлектрическим реле по одной, наиболее высокой точке детали.

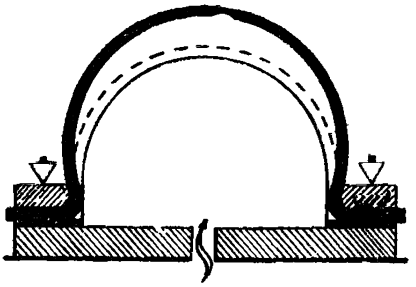

Рис. 7. Схема пневмоформования с предварительной укладкой заготовки на болванке

4.4.3. Контактное формование

4.4.3.1. Контактный метод формования позволяет изготавливать детали с минимальными отклонениями от требуемой формы, однако оптические свойства деталей при контактном формовании более низкие, чем у деталей, отформованных бесконтактным методом.

4.4.3.2. Вакуумное формование в матрицу со скольжением

4.4.3.2.1. Способ используется при изготовлении крупногабаритных деталей типа стекол сдвижных фонарей глубокой незамкнутой формы, незначительной двойной кривизны с минимальным утонением стекла при формовании. Способ не применяется для изготовления деталей из ориентированного стекла.

Схема формования представлена на рис. 8.

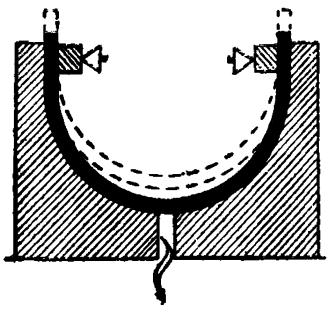

Рис. 8. Схема вакуум-формования в матрицу со скольжением

4.4.3.2.2. Особенность формования состоит в том, что заготовка, уложенная в оснастку, в процессе формообразования имеет возможность скользить по стенкам матрицы. Скольжение стекла облегчает формообразование, снижает усилие прижима стекла к поверхности матрицы, что позволяет изготавливать детали с минимальными отпечатками от облицовочного материала.

4.4.3.2.3. Разогретую заготовку органического стекла уложить в матрицу и по верхним кромкам прижать раздвижной рамкой;

в процессе формообразования усилия прижима стекла рамкой регулировать с учетом возможности скольжения стекла по матрице. По открытым торцам заготовку приглаживать рукой в многослойной байковой рукавице до создания герметичности между стеклом и матрицей. Полное прилегание стекла ко всей поверхности матрицы достигается вакуум-формованием. Вакуум поддерживается в течение всего времени, необходимого для остывания отформованного стекла. Минимально необходимая для полного формообразования детали степень вакуумирования устанавливается опытным путем.

4.4.3.2.4. Контроль плотности прилегания осуществляется с помощью электроконтактов или тиоколовых шариков диаметром 2—3 мм, располагаемых по продольной оси матрицы в местах наибольшей вытяжки.

4.4.3.3. Пневмо- и вакуум-формование в матрицу

4.4.3.3.1. Способ применяется при изготовлении деталей двойной кривизны, отличающихся от тел вращения. От пневмо- или вакуум-формования через протяжное кольцо способ отличается тем, что форма детали задается матрицей.

Схема формования представлена на рис. 9, 10.

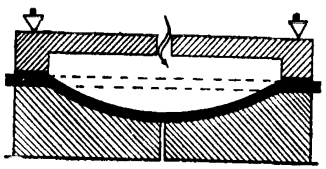

Рис. 9. Схема пневмоформования в матрицу

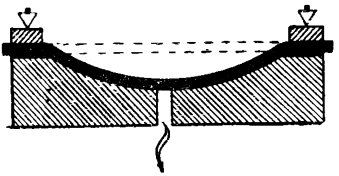

Рис. 10. Схема вакуум-формования в матрицу

4.4.3.3.2. При вакуум-формовании вакуум создается в объеме, образованном стеклом и полостью матрицы. При пневмоформовании избыточное давление попадает в объем, образованный стеклом и прижимным кольцом-днищем.

4.4.3.3.3. При формовании заготовку, разогретую в термошкафу, уложить на борта матрицы, прижать при помощи быстродействующих зажимов, кольцом и избыточным давлением или вакуумированием формовать деталь до полного соприкосновения стекла с облицовкой матрицы.

4.4.3.3.4. Оптимальная величина избыточного давления или вакуума, требуемых для формообразования с учетом получения деталей с минимальными отпечатками, подбирается опытным путем,

так как зависит от толщины и марки формуемого стекла, размеров и конфигурации детали.

4.4.3.4. Пневмо- и вауум-формование с посадкой на болванку

4.4.3.4.1. Этим способом формуются детали замкнутой глубокой формы, существенно отличающиеся от тел вращения.

Схема формования представлена на рис. 11.

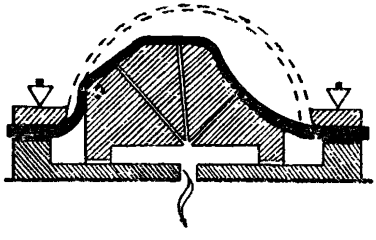

Рис. 11. Схема пневмоформования с посадкой на болванку

4.4.3.4.2. Процесс формования проводить в две стадии. Вначале через протяжное кольцо, близкое по форме к наружным обводам болванки в плане, избыточным давлением или вакуумированием формуется деталь, в которую на второй стадии, после охлаждения, вводится болванка. Затем весь пакет подвергнуть повторному нагреву, при котором вследствие усадки стекло облегает болванку. Для более плотного облегания стеклом болванки на конечной стадии формообразования дополнительно может применяться вакуум или избыточное давление или то и другое вместе.

4.4.3.4.3. При наличии механизированной оснастки ввод болванки в отформованную избыточным давлением или вакуумированием деталь производится сразу же по окончании формообразования, не снимая давления или вакуума под отформованной деталью. Это исключает необходимость охлаждения детали перед второй стадией формования и повторного подогрева.

4.4.3.5. Формование на болванках контурной рамкой

4.4.3.5.1. Способ применяется при изготовлении деталей с незначительной одинарной или двойной кривизной типа стекол иллюминаторов и пилотских кабин в том числе и со штампованным фланцем.

Схемы формования представлены на рис. 12 и 13.

4.4.3.5.2. При этом способе формования разогретую заготовку наложить на болванку и прижать по контуру рамкой. Прижим заготовки осуществляется в зоне технологического припуска по

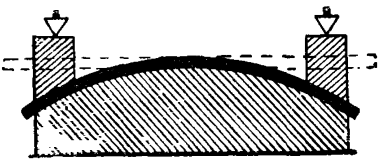

Рис. 12. Схема формования на болванке контурной рамкой



Рис. 13. Схема формования на болванке контурной рамкой со штампованным фланцем

месту заделки стекла в каркасе. В этом случае возможно изготовить деталь со штампованным фланцем.

4.4.3.5.3. Формование стекол со штампованным фланцем осуществляется на оснастке, которая состоит из болванки нужной кривизны и двух металлических рамок, удерживающих стекло при разогреве. Верхняя рамка одновременно выполняет роль штампа (см. рис. 13).

Прижим контурных рамок, при формовании деталей со штампованным фланцем, осуществлять в винтовом или гидравлическом прессе. Усилие прижима подбирать опытным путем.

4.4.3.6. Формование обтяжкой болванки

4.4.3.6.1. Формование этим способом деталей глубокой формы двойной кривизны позволяет, в отличие от формования контурной рамкой, избежать образования складок стекла по периметру детали, а в случае формования деталей одинарной или двойной кривизны избежать образования гофров на вогнутой поверхности формуемого стекла.

Схема формования представлена на рис. 14.

Рис. 14. Схема формования обтяжкой болванки



4.4.3.6.2. При формовании обтяжкой болванки деталей двойной кривизны разогретую заготовку зажимать по всему контуру между двумя рамками. Форма рамок должна соответствовать форме болванки в плане с учетом толщины формуемого стекла. Рамки могут быть плоскими или, когда кромки формуемой детали не лежат в одной плоскости, повторяющими основную кривизну детали. Усилия, необходимые для обтяжки, прикладываются к рамке. При формовании деталей с одинарной кривизной стекло зажимать в захваты только по прямым противолежащим сторонам.

Для устранения коробления стекла по торцам детали рекомендуется дополнительно применять прижимную рамку или отдельные дуги.

4.4.3.6.3. Обтяжку проводить до полного прилегания стекла по всей площади болванки или, в случае формования деталей с одинарной кривизной, до разглаживания гофра, образующегося на внутренней поверхности стекла вследствие сжатия его при изгибе.

4.4.3.6.4. Для уменьшения трения стекла по болванке рекомендуется болванку покрыть тонким слоем смазки.

4.4.3.7. Формование в закрытых штампах

4.4.3.7.1. Этим способом изготавливаются детали сложной кривизны, с наличием резких граней или имеющие местные резкоочерченные участки. Данный способ не рекомендуется применять при формовании деталей, к оптическим свойствам которых предъявляются повышенные требования.

Схема формования представлена на рис. 15.

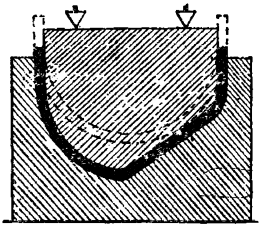

Рис. 15. Схема формования в закрытых штампах

4.4.3.7.2. При формовании разогретую заготовку из органического стекла уложить в матрицу и довести до требуемой формы пуансоном.

5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРИЕНТИРОВАННОГО СТЕКЛА

5.1. Ориентация органического стекла

5.1.1. Получение листового ориентированного органического стекла осуществляется путем растяжения по плоскости предварительно разогретого выше температуры размягчения органического стекла с последующим охлаждением его в растянутом состоянии.

5.1.2. Подготовку стекла к ориентации проводить в соответствии с пп. 4.2.1—4.2.5.

5.1.3. Растяжение стекла производится на специальных установках с горизонтальным или вертикальным расположением стекла.

Установки для ориентации оргстекла представляют собой систему тянущих узлов с захватами, расположенными в плоскости на жесткой раме по периметру растягиваемого стекла.

Захваты перемещаются в обогревной камере одновременно и синхронно. Ход захватов должен быть таким, чтобы обеспечить вытяжку минимальной заготовки на 90—100%. Скорость вытяжки стекла — 10—40 мм/мин на сторону.

5.1.4. С целью предотвращения перегрева стекла в захвате и выползания его из захватов в процессе вытяжки, захваты снабжаются системой водяного охлаждения. Для охлаждения применять воду: водопроводную или подогретую до 80—90°С. Система охлаждения должна обеспечивать снижение температуры стекла в захвате на 10—15°С ниже температуры размягчения.

При терморадиационном нагреве охлаждение водой захватов не обязательно, если поверхности захватов хромированы. Снижение температуры должно быть одинаковым во всех захватах. Для этого шланги, подводящие воду, должны быть снабжены зажимами, регулирующими количество подаваемой воды, а отводящие шланги имеют приспособление для визуального контроля воды на сливе.

5.1.5. Разогрев стекла, зажатого в губках захватов, осуществляется горячим воздухом, который циркулирует в камере обогрева по замкнутому циклу. Подогрев воздуха осуществляется в калорифере. Температура в обогреваемой камере должна поддерживаться на заданном уровне автоматически.

5.1.6. В установке для ориентации допускается нагрев заготовки с помощью терморадиационных нагревателей, например стандартных ТЭНов, смонтированных в одной плоскости на общей панели. Использование для нагрева стекла открытых электроспиралей не допускается.

5.1.7. Панель, на которой монтируются нагревательные элементы, должна иметь отражатели из листового алюминия или его сплавов. Отражатели следует делать секционными, так как во время разогрева они могут расширяться и коробиться, что нарушает равномерность разогрева стекла.

5.1.8. Площадь нагревательных панелей должна полностью перекрывать максимальные размеры ориентированного стекла. Допускается посекционное включение обогревов, обеспечивающее вначале разогрев только исходной заготовки, а затем — в процессе вытяжки — всей площади ориентированного стекла.

5.1.9. Разогрев стекла толщиной более 5 мм должен осуществляться двумя панелями, расположенными с двух сторон нагреваемого стекла. Оптимальные расстояния панелей от стекла подбираются опытным путем, что должно быть предусмотрено конструкцией установки.

5.1.10. Электрическая схема питания нагревательных элементов должна обеспечивать контроль, например сигнальными лампочками, работы отдельных элементов или секций обогрева. Элементы

или секции должны иметь индивидуальные средства регулировки степени нагрева.

5.1.11. При наладке механической части необходимо обеспечить:

равномерность расположения захватов по периметру заготовки;

расположение всех неподвижных губок захватов в одной плоскости;

отсутствие люфтов и перекосов тянущих винтов в редукторах;

плавность и одновременность работы всех захватов (в случае их гидравлического привода);

плотность прилегания крышек к раме установки.

5.1.12. После исправления всех недостатков механической части установки производится отработка температурного режима. Для этого в захваты зажать заготовку максимального габарита, снабженную термопарами (по 12—20 шт. с каждой стороны). Термопары должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить замер температуры в различных зонах стекла (в центре, у захвата, под губкой, между губками, на различном расстоянии от центра, во всех углах и т. д.).

5.1.13. Заготовку нагреть. Регулировкой величины и направления теплового потока, с помощью шиберов и заслонок, расположенных на воздуховодах, или регулировкой степени нагрева ТЭНов (в случае терморадиационного нагрева) добиться равномерности температуры по всему полю листа.

5.1.14. Перепад температур по полю заготовки независимо от способа нагрева не должен превышать ±3°С.

5.1.15. После отработки температурного режима отрегулировать количество воды, поступающей в каждый захват.

5.1.16. Стабильность режимов разогрева стекла и охлаждения губок захватов проверяется на 1—2 заготовках, вытянутых с термопарами.

5.1.17. Перед укладкой заготовки в установку произвести замер толщины стекла в 4—6 точках, отстоящих от края заготовки на 100—150 мм. По результатам замеров определяется среднее значение начальной толщины стекла, по которому производится расчет степени вытяжки в зависимости от заданной конечной толщины ориентированного стекла. Степень вытяжки ($\varepsilon_в$, %) определять по формуле

$$\varepsilon_в = \left(\sqrt{\frac{h_{нач}}{h_{кон}}} - 1\right) \cdot 100,$$

где $h_{нач}$ — толщина стекла до ориентации, мм;

$h_{кон}$ — толщина стекла после ориентации, мм.

На рис. 16 показано соотношение между $h_{нач}$ и $h_{кон}$ для различных степеней вытяжки $\varepsilon_в$.

5.1.18. Величину линейной вытяжки стекла L, мм, определять по формуле

$$L = \frac{l \cdot \varepsilon_в}{2 \cdot 100},$$

где l — наименьшее расстояние между губками двух противолежащих захватов, мм;

$\varepsilon_в$ — степень вытяжки, %.

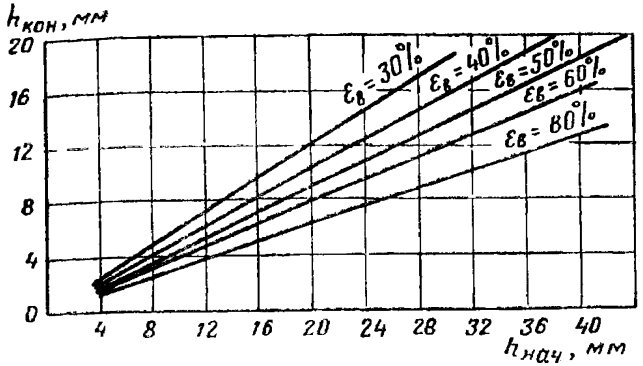

Рис. 16. Зависимость толщины ориентированного стекла от толщины исходного стекла и степени вытяжки

Зависимость величины линейной вытяжки стекла от размеров исходной заготовки и заданной степени вытяжки показан на рис. 17.

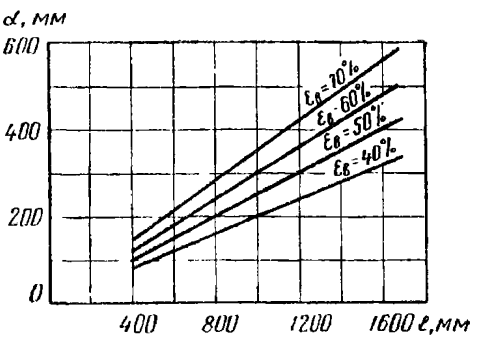

Рис. 17. Зависимость величины линейной вытяжки стекла от размеров исходной заготовки и степени вытяжки

5.1.19. Ориентация органического стекла осуществляется на режиме высокоэластической деформации стекла при строгом соблюдении температурных условий вытяжки. Оптимальной температурой вытяжки является температура, на 15—30°С превышающая температуру размягчения стекла. Отклонение от оптимальной температуры в ту или другую сторону приводит, как правило, к разрыву стекла в процессе вытяжки.

5.1.20. Узкий диапазон температур вытяжки обязывает учитывать температуру размягчения каждого листа стекла, указанную в этикетке или паспорте на лист.

5.1.21. Время полного прогрева стекла устанавливается опытным путем и зависит от заданной температуры разогрева, толщи-

ны разогреваемого стекла, мощности и температуры нагревательных элементов.

5.1.22. При установлении времени полного прогрева необходимо пользоваться термопарой, которая помещается в засверленное на половину толщины стекла отверстие по центру опытной заготовки.

5.1.23. При разогреве стекла в установке для ориентации с воздушным обогревом время прогрева отсчитывается с момента первого отключения терморегулятором системы обогрева. Обычно оно составляет 2,5—3 мин на каждый миллиметр толщины стекла.

При разогреве стекла терморадиационными нагревателями время разогрева составляет, примерно 1—1,5 мин на каждый миллиметр толщины стекла.

5.1.24. При достижении стеклом температуры вытяжки необходимо произвести поджим губок захватов для внедрения насечки губок в разогретое стекло.

5.1.25. Перед началом вытяжки в установках с воздушным обогревом в губки захватов подать воду для снижения температуры стекла в захвате до температуры на 15—25°С ниже температуры размягчения стекла, что исключает выползание заготовки из захвата в процессе вытяжки. Наличие охлаждающей воды во всех захватах контролировать перед каждой вытяжкой стекла. Интенсивность охлаждения губок отрабатывается при наладке установки.

5.1.26. После окончания вытяжки стекла отключить обогрев установки, крышку приподнять на 150—200 мм и стекло медленно и равномерно охладить в растянутом состоянии до температуры на 70—80°С ниже температуры размягчения, после чего вынуть из установки. Принудительное охлаждение стекла, например обдув сжатым воздухом, создание сквозняков и т. п., не допускается.

5.1.27. При температуре ниже температуры размягчения на 30- 40°С необходимо включить установку для сведения захватов на 2—3 мм с целью снятия напряжений, возникающих при охлаждении. При необходимости эта операция может быть повторена.

5.1.28. Проверку стекла на наличие дефектов нетермостойкости проводить при просмотре разогретой заготовки в установке до начала ориентации или после ориентации на листе, извлеченном из установки.

5.2. Формование

5.2.1. Методы и способы формования

5.2.1.1. Усадка ориентированного стекла до исходных размеров при разогреве его выше температуры размягчения вносит ряд особенностей в технологию его формования при этой температуре.

5.2.1.2. Для предотвращения усадки ориентированного стекла при нагреве, заготовка крепится в специальные рамки, с которыми и укладывается на оснастку для формования. Заготовка может

быть зажата между опорным и протяжным кольцом непосредственно на оснастке для формования, вместе с которой разогревается в термошкафу.

5.2.1.3. Для более надежного удержания стекла при нагреве в рамках они могут быть снабжены трубками или каналами охлаждения водой, которая должна снижать температуру стекла в зоне закрепления на 10—15°С ниже температуры размягчения. Заготовка стекла должна выступать за наружный контур рамок на 10—20 мм, с тем чтобы при нагреве образовалась «бульба», которая дополнительно удерживает заготовку в рамках при нагреве и формовании.

5.2.1.4. Детали с одинарной кривизной из ориентированного стекла толщиной менее 5 мм допускается монтировать без предварительного формования. В этом случае радиус изгиба должен превышать толщину стекла не менее чем в 100 раз.

5.2.1.5. Кроме того, можно проводить формование непосредственно в установке для ориентации, связывая в единый технологический процесс ориентацию и последующее формование (совмещенная технология формования). Этот технологический процесс существенно снижает трудоемкость изготовления деталей.

5.2.1.6. При работе с ориентированным стеклом необходимо тщательно соблюдать температурный режим разогрева стекла. Основными параметрами, определяющими технологический режим формования ориентированного стекла, являются следующие:

температура размягчения — температура перехода стекла из стеклообразного в высокоэластическое состояние;

температура усадки — температура, при длительном воздействии которой ориентированное стекло полностью восстанавливает свои исходные (до ориентации) размеры;

температура устойчивости линейных размеров — температура, при которой ориентированное оргстекло длительно, не менее 6 ч практически не изменяет своих линейных размеров (усадка до 1%).

Температура устойчивости линейных размеров ниже температуры размягчения на 20—25°С.

5.2.1.7. Необходимость тщательного соблюдения температурного режима формования ориентированного стекла обязывает учитывать температуру размягчения каждого листа стекла.

5.2.2. Холодное формование

5.2.2.1. Холодным формованием возможно изготовить стекла пилотских кабин и иллюминаторов без штампованного фланца, стекла сдвижных фонарей рассченной конструкции, имеющие одинарную или незначительную двойную кривизну. Радиус деталей одинарной кривизны должен превышать толщину формуемого материала не менее чем в 30 раз.

5.2.2.2. Холодное формование может осуществляться контактным или бесконтактным методами. При контактном формовании конфигурацию детали определяет болванка (см. рис. 12). Для формования деталей одинарной кривизны этими способами применяется также приспособление продольного изгиба (рис. 18).

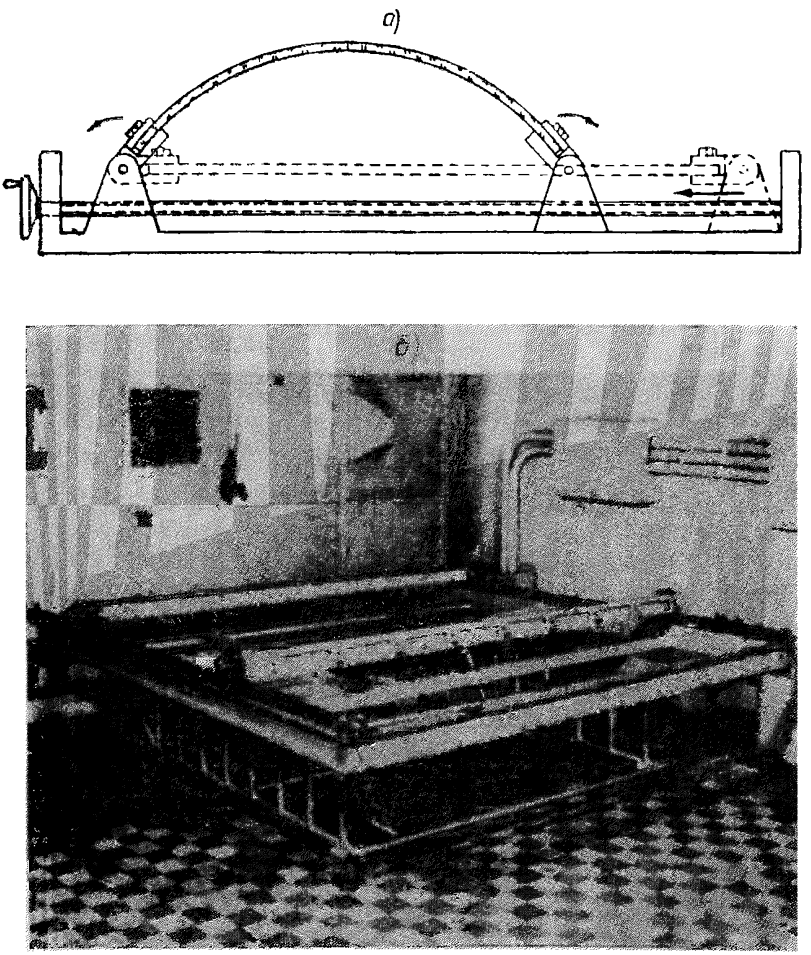

Рис. 18. Схема и приспособление для формования деталей одинарной кривизны продольным изгибом:
а — схема формования; *б* — приспособление для формования

При бесконтактном методе формовочной оснасткой служит полая болванка с контурной рамкой.

5.2.2.3. При холодном формовании органическое стекло менее восприимчиво к облицовочному материалу болванок, что дает возможность избежать образования отпечатков и получить детали с повышенными оптическими свойствами.

5.2.2.4. Чтобы исключить возможность снижения температуры на всех стадиях формования, формование при температуре ниже температуры размягчения необходимо проводить в термошкафу.

5.2.2.5. Холодное формование деталей проводят по следующей технологической схеме:

разогрев стекла перед изгибом;
изгиб стекла;
фиксация полученной формы отжигом;
охлаждение отформованной и отожженной детали.

Все стадии процесса неразрывны и следуют непосредственно одна за другой.

5.2.2.6. Узкий диапазон температур формования обязывает проводить тщательную тарировку термошкафа на перепад температуры по полю формуемой заготовки стекла. Перепад температуры в процессе разогрева или отжига по всей площади заготовки не должен превышать ±3 С.

5.2.2.7. Замер температур при тарировке производится при помощи термопар, равномерно расположенных по полю заготовки и в зонах технологических припусков. Заготовка при этом должна быть уложена в оснастку для формования, в положение, соответствующее разогреву заготовки перед изгибом.

5.2.2.8. Время полного прогрева стекла устанавливается в процессе тарировки, так как скорость нагрева зависит от мощности термошкафа, конструкции оснастки, заданной температуры.

5.2.2.9. Изгиб стекла следует проводить при температурах на 20—30 С ниже температуры размягчения.

Более точно температура формования подбирается опытным путем для каждой конкретной детали. Изгиб стекла при более низких температурах может вызвать появление «серебра», изгиб при более высоких температурах может привести к усадке ориентированного стекла.

5.2.2.10. Изгиб деталей с одинарной кривизной из стекла толщиной не более 6 мм можно производить без предварительного разогрева.

5.2.2.11. Изгиб стекла производится постепенным плавным или ступенчатым приложением нагрузки. Время с начала изгиба до полного прилегания стекла к болванке устанавливается опытным путем в зависимости от толщины стекла и формы детали.

В автоматическом режиме процесса формообразования количество и продолжительность циклов нагружения и релаксации регулируют при помощи датчика усилия (гидравлического, механического, электрического и т. п.), встроенного в систему нагружения. Датчик отключает систему нагружения при достижении заданного максимального усилия и вновь включает ее при снижении нагруз-

ки до заданной минимальной в процессе релаксации (~0,5 от максимального)*.

5.2.2.12. Приданная стеклу форма фиксируется отжигом при температурах на 20—25°С ниже температуры размягчения.

5.2.2.13. Если изгиб стекла производится при температуре, отличающейся от температуры отжига, переключение температуры шкафа на режим отжига производится через 10—15 мин после окончания изгиба.

5.2.2.14. Время отжига деталей одинарной кривизны должно быть не менее 30 мин на 1 мм толщины стекла, но не менее 3 ч, при двойной кривизне деталей — не менее 60 мин на 1 мм толщины.

5.2.2.15. При формовании деталей остекления одинарной кривизны допускается одновременно формование на болванке 2—3 стекол толщиной не более 6 мм, уложенных в пакет одно на другое и переложенных одним слоем байки.

5.2.2.16. По окончании отжига отформованная деталь вместе с болванкой и рамкой медленно охлаждается на 25—35°С после чего для снижения напряжений от термической усадки прижим рамок должен быть ослаблен.

5.2.3. Двухстадийное формование

5.2.3.1. Этим способом могут формоваться из стекла АО-120, Э-2, Э-2У, СО-200 детали двойной кривизны незамкнутой формы типа стекол фонарей, стекол скафандров, вертолетные стекла и др.

Сущность данного метода заключается в предварительном изгибе заготовки ориентированного стекла при температуре ниже температуры размягчения по одинарной кривизне с последующим разогревом стекла выше температуры размягчения и приданием окончательной формы с помощью избыточного давления или вакуумирования.

Обе стадии формования проводят в термошкафу.

При изготовлении деталей, имеющих значительное изменение кривизны по длине (разницу радиусов по передней и задней дугам) пневмоформование второй стадии производится на приспособлении, обеспечивающем симметричный раздув цилиндрической или близкой к ней формы заготовки, а затем при температуре ниже температуры размягчения производится доводка изделия по привальным поверхностям (термообработка при подгонке по каркасу). Этот способ обеспечивает более высокие оптические и аэродинамические качества детали*.

5.2.3.2. В зависимости от формы детали вторая стадия формообразования может быть осуществлена методом контактного фор-

---

* Защищено а. с. № 909881.
* Защищено а. с. № 180841.

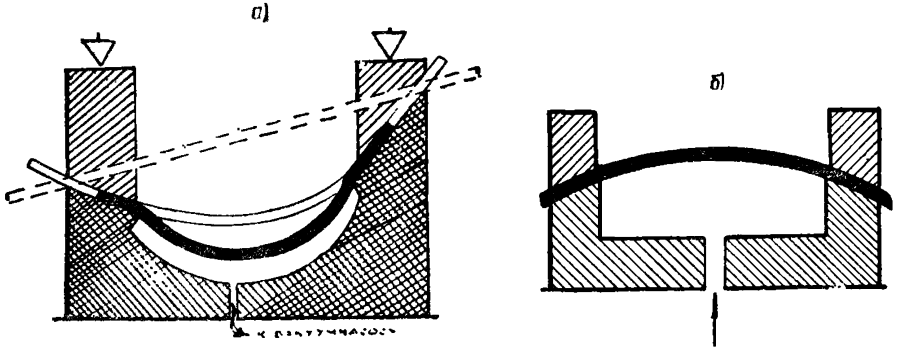

Рис. 19. Схема двухстадийного формования деталей:

а — вакуум-формование в матрицу; *б* — пневмоформование

мования в матрицу или методом свободного пневмо- или вакуум-формования.

Проведение первой стадии формования — изгиб заготовки — производится в соответствии с требованиями раздела «Холодное формование». В зависимости от формы детали вторая стадия формообразования может быть осуществлена методом контактного формования в матрицу или методом бесконтактного пневмо- или вакуум-формования. Обе стадии формования могут осуществляться на одной оснастке (рис. 19, *а* и *б*). Для сложных деталей типа нерассеченных фонарей на второй стадии формования применяется отдельное приспособление (рис. 20).

5.2.3.3. Изогнутое в одинарной на 1-й стадии кривизне стекло плотно зажать в рамках, а температуру в шкафу поднять на 10—15°С выше температуры размягчения. С целью надежного закрепления стекла в рамках в процессе разогрева, по мере необходимости, в систему охлаждения рамок подается вода для снижения температуры на стекле между рамками на 25—30°С по отношению к температуре формования. Время разогрева устанавливается опытным путем, так как оно зависит от мощности термошкафа, конструкции оснастки, размеров и толщины формуемой детали. По мере полного прогрева стекла в оснастке для формования создать избыточное давление или разрежение, необходимое для полного формообразования.

Вторая стадия формования стекол Э-2, Э-2У и СО-200 осуществляется при температуре ниже $T_р$ (Э-2 и Э-2У — 150÷170°С; СО-200 — 160÷180°С).

5.2.3.4. Окончание формообразования может определяться электрическим или механическим сигналом в момент соприкосновения стекла с поверхностью матрицы, а в случае свободного формования — по высоте формуемой детали.

5.2.3.5. Отформованная деталь выдерживается 5—10 мин при температуре формования, поддерживая при этом полученную фор-

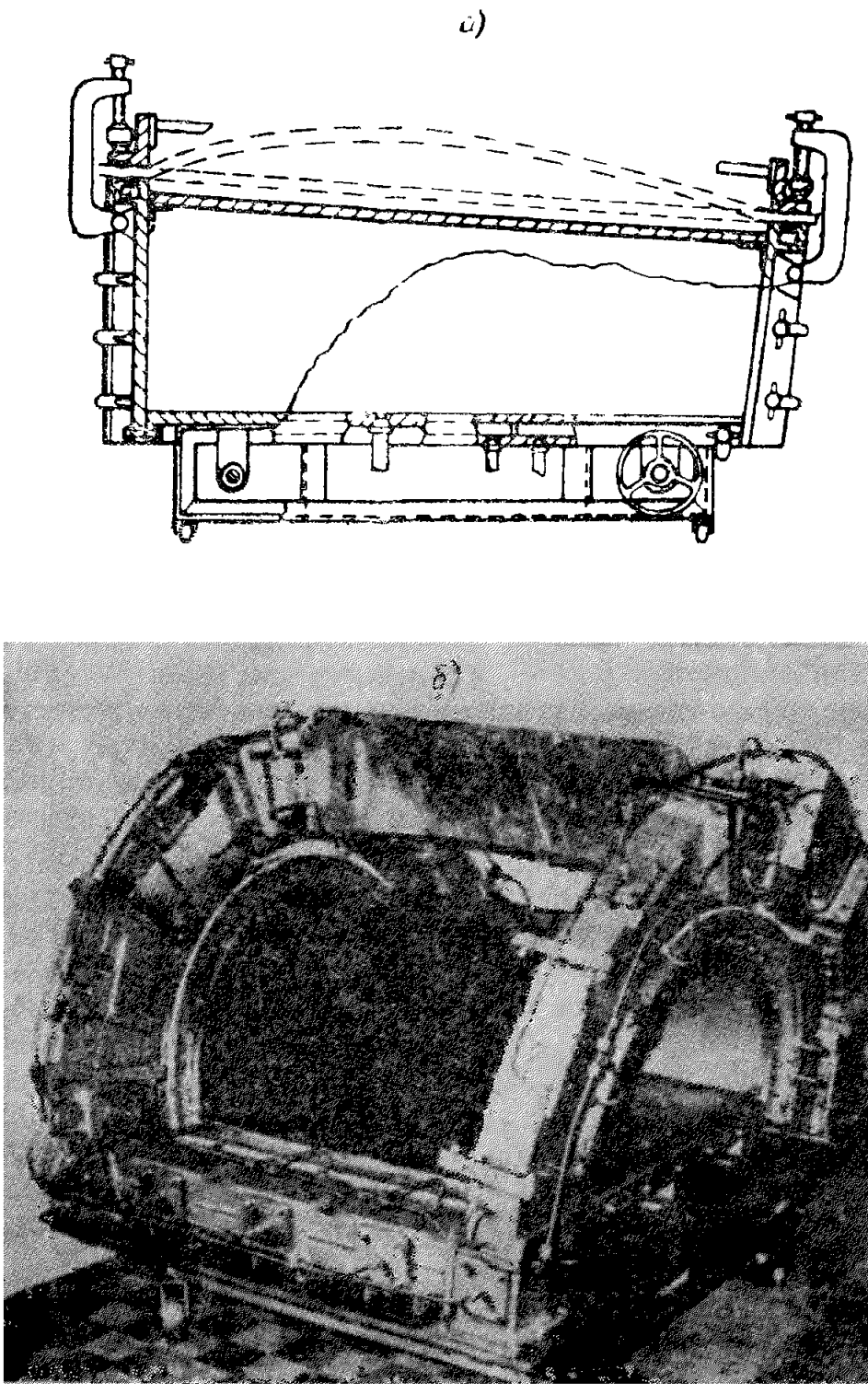

Рис. 20. Схема и приспособление для пневмоформования второй стадии сложных деталей:

а — схема пневмоформования; *б* механизированная оснастка с дистанционным управлением

му давлением. Не снижая давления, проводится медленное охлаждение до температуры размягчения. Дальнейшее охлаждение проводится без давления с ослаблением прижима стекла между опорной и прижимной рамкой или матрицей. Охлаждение можно производить в термошкафу или под теплоизоляционным чехлом.

5.2.4. Совмещенное формование

5.2.4.1. Совмещенное формование позволяет изготовлять из ориентированного стекла контактным или бесконтактным методом детали остекления двойной кривизны типа вертолетного остекления, стекол штурманских кабин, блистеров и иллюминаторов.

При этом способе вытяжка стекла и формование из него деталей остекления осуществляется в виде неразрывного технологического процесса, проводимого непосредственно в установке для ориентации, снабженной вакуумной или механической приставкой для формования.

5.2.4.2. По окончании вытяжки открывается установка для ориентации, а на растянутое неохлажденное стекло укладывается вакуум-камера и немедленно начинается формование.

Схема формования приведена на рис. 21.

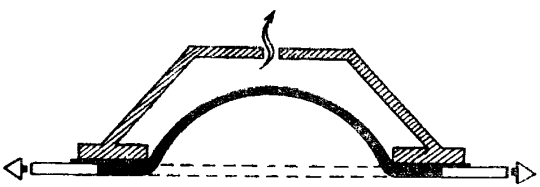

Рис. 21. Схема совмещенного формования

5.2.4.3. Формование может осуществляться бесконтактным или контактным методами, с применением протяжных формообразующих колец или вакуумных матриц. Кроме того, машины для ориентации могут быть оборудованы устройствами для механического приложения формовочных усилий, например, гидравлическими прессами, что позволяет проводить формование на болванках с контурной рамкой.

5.2.4.4. Приставка для совмещенного вакуумного формования представляет собой камеру, которая при укладке ее на растянутое стекло образует с ним замкнутый объем.

Для создания герметичности между стеклом и камерой плоский фланец камеры подклеить термостойкой листовой резиной толщиной 1—2 мм, которая на 15—20 мм свободно выступает за внешний контур фланца. Фланец камеры одновременно может являться формообразующим протяжным кольцом.

5.2.4.5. В зависимости от размеров формуемой детали в плане и габаритов растянутого листа может быть применена однаваку-

ум-камера или несколько, собранных в общий блок, с расчетом максимального использования площади ориентированного стекла.

Все камеры должны быть соединены с вакуум-насосом через общий рессивер. Каждая камера должна быть снабжена индивидуальным плавнодействующим краном регулировки вакуума.

5.2.5.6. В том случае, когда фланец вакуум-камеры не является одновременно протяжным кольцом, формообразующие элементы — протяжные кольца и матрицы — располагаются внутри общей вакуум-камеры. При этом матрицы и кольца могут быть размещены не только в плоскости, параллельной растянутому листу.

5.2.4.7. В случае использования многогнездной крупногабаритной вакуум-камеры, перед укладкой ее на растянутый лист камера должна быть подогрета до 70—80°С на отдельном от установки обогревном устройстве.

5.2.4.8. С целью сохранения в растянутом листе заданной температуры от подъема крышки до установки вакуум-камеры и начала формования, вакуум-насос включать заблаговременно для создания вакуума в рессивере.

5.2.4.9. Окончание формообразования определяется по высоте формуемой детали в случае бесконтактного формования или по показанию электрического или механического датчика при формовании в закрытые вакуум-матрицы.

5.2.4.10. Для визуального наблюдения за процессом формообразования вакуум камера должна быть снабжена смотровыми окнами и подсветом.

5.2.4.11. После окончания формования деталь медленно и равномерно охладить до температуры на 70—80 С ниже температуры размягчения, после чего вынуть из установки.

При температуре ниже температуры размягчения на 30—40 С необходимо включить установку для сведения захватов на 2—3 мм с целью снятия напряжений, возникающих при охлаждении. При необходимости эта операция может быть повторена.

5.2.4.12. Проверку стекла на наличие дефектов нетермостойкости производить при просмотре разогретой заготовки в установке до начала ориентации или перед формованием, или после ориентации и формования на детали, извлеченной из установки.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ТРИПЛЕКСА

6.1. Изготовление органического триплекса

6.1.1. Органический триплекс изготавливается из органических стекол марок СО-120 и АО-120.

6.1.2. Триплексирование органического стекла проводится с целью улучшения локальности разрушения при действии ударных нагрузок и понижения чувствительности органического стекла к концентраторам напряжений.

6.1.3. Триплексирование органических стекол дает возможность получать материал и детали остекления больших толщин, чем выпускаемые органические стекла, комбинировать разные марки органических стекол в соответствии с требованиями конструктора, а также получать детали остекления на основе металлизированного органического стекла с электронагревательным элементом, детали, обладающие электротехническими свойствами, а также свойством отражать тепловую и световую энергию.

6.1.4. Органический триплекс представляет собой материал, состоящий из органических стекол и прослойки из поливинилбутиральных пленок, склееных путем прессования в автоклаве. Склеивание органических стекол с эластичными прослойками проводится с использованием подслоя, который наносится на поверхность стекла.

6.1.5. Композиция и толщина органического триплекса устанавливается в зависимости от требований конструктора.

6.1.6. Изготовление органического триплекса осуществляется на оборудовании, применяемом в серийном производстве силикатного триплекса.

6.1.7. **Раскрой органического стекла** на заготовки требуемых размеров производить согласно разделу 4 настоящей инструкции.

6.1.8. **Подготовка поверхности органического стекла.** Заготовки органического стекла освободить от защитных материалов (пленок или бумаги), проверить на соответствие внешним качественным показателям, после чего вымыть струей воды (температура 40°С), протирая стекла намыленной губкой (мыло нейтральное) до удаления всех видов загрязнений. Удалить со стекла струей воды следы мыла и насухо вытереть стираными батистовыми салфетками. При наличии мутности на поверхности органического стекла разрешается протереть его батистовой салфеткой, увлажненной этиловым спиртом. Затем органическое стекло снова проверить на соответствие техническим условиям или государственным стандартам.

6.1.9. **Нанесение подслоя.** Перед нанесением подслоя протереть стекла батистовой салфеткой, слегка смоченной этиловым спиртом. В качестве подслоя применять 5%-ный раствор поливинилэтилаля в смеси этилового и бутилового спиртов в соотношении 2 : 1. Перед нанесением раствор профильтровать через капроновую ткань. Подслой наносить в специальном помещении с температурой воздуха не выше 25°С при наличии вытяжной вентиляции. Расход раствора 100 г/м². Разрешается хранить подслой в закрытой стеклянной посуде не более 2 мес.

На чистую поверхность заготовок нанести подслой перекрестным слоем резиновым шпателем и выдержать не менее 2 ч.

6.1.10. **Подготовка подложек.** Для триплексирования применять подложки из дюралюминия толщиной 4—6 мм или из силикатного стекла толщиной 12—15 мм. Размер силикатных и дюралюминиевых подложек должен быть по контуру на 5 мм меньше размера

заготовок. Торцы и углы дюралюминиевых подложек зачистить рашпилем, торцы силикатных подложек отфацетировать.

Для обезжиривания поверхности дюралиминиевые подложки с обеих сторон протереть нефрасом. Силикатные подложки вымыть теплой водой, вытереть насухо салфетками и протереть этиловым спиртом.

Для склеивания оргстекол марок СО-120 и АО-120 применять поливинилбутиральные пластифицированные пленки марок А-17 и Б-17.

Пленку нарезать на листы требуемых размеров, вымыть теплой водой (температура 40°С), вытереть насухо белыми стираными салфетками. Затем высушить в термошкафу при температуре 55—60°С до содержания влаги не более 0,3%.

6.1.11. Перед пакетированием пленку нарезать на заготовки размером, равным размеру заготовок органического стекла или с припуском 10—15 мм. При необходимости удалить из пленки посторонние включения, ворс, пузыри с помощью лезвия и протереть чистыми, стираными батистовыми салфетками. Время между извлечением высушенной ПВБ пленки из термошкафа и началом проведения холодной вакуум-склейки не должно превышать 3 ч.

6.1.12. **Пакетирование** (укладку листов оргстекол с подслоем и пленкой в подложку перед прессованием) проводить в помещении с относительной влажностью воздуха не более 60—65% и температурой не выше 22°С.

На силикатную или дюралюминиевую подложку уложить органическое стекло, ПВБ пленку, второе органическое стекло, затем дюралюминиевую или силикатную подложку. При этом необходимо следить за тем, чтобы поверхность органического стекла с нанесенным подслоем была обращена к ПВБ пленке.

На выступающую часть пленки приклеить спиртом полоску резины по всему периметру.

Стеклопакет по углам закрепить лейкопластырем, затем по торцам обтянуть резиновыми кольцами, вырезанными из резиновых мешков. Резиновые кольца закрепить лейкопластырем. Стеклопакет поместить в резиновый мешок и передать на вакуумирование. Спакетировать образец-спутник размером 250×250 мм.

Примечание. При прессовании органического триплекса между дюралюминиевыми подложками во избежание отпечатков на дюраль наложить 2 листа (по 0,5 мм) поливинилбутиральной пленки.

6.1.13. **Вакуумирование.** Холодную вакуум-склейку проводить при температуре 18—22°С в течение 4—5 ч при остаточном давлении не более 10 мм рт. ст.

Вакуумирование можно проводить ступенчато, постепенно уменьшая остаточное давление в мешке.

Горячую вакуум-склейку проводить по режиму: разогрев от 18—22 до 80°С в течение 2 ч; выдержка при температуре 80± ±5°С 3—4 ч; охлаждение до 40°С в течение 2—5 ч. Во время разогрева, выдержки и при охлаждении остаточное давление в мешке

не более 10 мм рт. ст., давление в камере термостата — атмосферное.

В термостате ТСУ-94-М разрешается проводить вакуум-склейку при 70°С.

Разрешается совмещать горячую вакуум-склейку с прессованием в автоклаве «Шольц».

6.1.14. **Прессование** в водяном автоклаве проводить по режиму: разогрев от 40 до 98^{+1}_{-3}°С в течение 3—4 ч, выдержка 5—10 ч, охлаждение до 40°С в течение 3—5 ч. Давление в водяном автоклаве должно быть при 60°С 5 кгс/см², при 80°С 10 кгс/см², при 98^{+1}_{-3} °С 17—18 кгс/см².

Прессование в газовом автоклаве «Шольц» проводить по режиму: разогрев от 20 до 80°С в течение 2—3 ч при постепенном подъеме давления в автоклаве до 3 кгс/см², выдержка 2 ч, подъем температуры до 97±3°С в течение 1—2 ч и давления до 10±2 кгс/см², выдержка 5—10 ч, охлаждение до 40°С в течение 4—5 ч при давлении 10±2 кгс/см². Давление в газовом автоклаве при 60°С должно быть не более 1 кгс/см².

При прессовании следить за показаниями контрольной термопары, укрепленной на поверхности триплекса.

Во время разогрева, выдержки и охлаждения остаточное давление в мешке не более 10 мм рт. ст.

Режимы изготовления триплексов могут быть уточнены в зависимости от типа оборудования, требований к изделию или конструкции материала.

Предъявить триплекс ОТК на соответствие техническим условиям и защитить листы в соответствии с разд. 3 настоящей инструкции.

6.1.15. Герметизацию триплекса проводить в соответствии с разделом 11.3.7. После изготовления до герметизации триплекс должен находиться в запаянном полиэтиленовом мешке.

6.2. Изготовление органического триплекса на основе формованных заготовок

6.2.1. Процесс триплексирования формованных органических стекол в основном состоит из тех же операций, что и процесс триплексирования органических стекол в виде плоских листов.

6.2.2. Формование заготовок стекол для триплексирования заданной конфигурации производить согласно разделам 4 и 5 настоящей инструкции.

6.2.3. Для триплексирования формованных органических стекол необходимы оснастка и технологические стекла: подкладочное и покровное. При прессовании в газовом автоклаве вместо покровного технологического стекла возможно использование паронита толщиной 2—3 мм. При пакетировании под паронит поместить слой поливинилбутиральной пленки во избежание отпечатков на детали.

Оснастка представляет собой болванку заданной конфигурации, изготовленную из дерева или дюралюминия, с двумя формованными защитными стеклами СО-120, одно из которых закреплено на болванке. Толщина нижнего стекла 8—10 мм. Чертежи для изготовления оснастки должны быть согласованы между заказчиком и изготовителем. Оснастку очистить от загрязнений, стекло, закрепленное на болванке, и покровное защитное стекло перед пакетированием смазать каучуком СКТН или защитить слоем поливинилбутиральной пленки.

6.2.4. Подготовку поверхности формованных стекол, нанесение подслоя, подготовку клеящей пленки производить согласно пп. 6.1.8—6.1.9.

6.2.5. Пакетирование проводить следующим образом: клеящую пленку нарезать на заготовки в соответствии с размером и конфигурацией заготовок стекла с припуском по периметру 15 мм. Перед пакетированием пленку отформовать на болванке с технологическим стеклом, предварительно разогрев ее в термошкафу при 60°С до размягчения. Уложить стекло на болванку подслоем к пленке, после чего на стекло уложить заданное по толщине количество заготовок клеящей пленки, на них уложить второе стекло подслоем к пленке, сверху положить защитное покровное стекло. На выступающую из пакета триплекса часть пленки наклеить спиртом по всему периметру полосу резины шириной и толщиной 4 мм, закрепить пакет триплекса на болванке лейкопластырем, загрузить болванку с собранным пакетом триплекса в резиновый мешок и передать на холодное вакуумирование. Вакуумирование и прессование проводить согласно пп. 6.1.13—6.1.14.

6.3. Изготовление деталей остекления с металлическими и полупроводниковыми покрытиями

6.3.1. Триплексирование формованных стекол с металлическими и полупроводниковыми покрытиями с целью создания деталей специального назначения — светофильтрующего, электробогреваемого и др. — в основном производить так же, как и триплексирование формованных деталей в соответствии с пп. 6.1.13 6.1.15, 6.2.3.

6.3.2. Отличием является операция нанесения подслоя. Подслой наносить на стекло с покрытием только по периметру на прозрачную часть стекла шириной не менее 20 мм.

6.4. Изготовление деталей остекления с проволочным электрообогревом и проволочной сеткой

6.4.1. Органический триплекс с электрообогревом изготавливается в виде отформованной детали остекления заданной конфигурации и в плоском виде. Для его изготовления применять органическое стекло марки СО-120 и поливинилбутиральную пластифицированную пленку.

6.4.2. Подготовку органического стекла перед триплексированием, нанесение подслоя и подготовку склеивающей пленки производить согласно пп. 6.1.8—6.1.11.

6.4.3. Константановую (или другую) проволоку вручную или на станке намотать на металлическую рамку. Согласно чертежу напаять шинки и втулки. Электронагревательный элемент, натянутый на рамке с напаянными контактными втулками, наложить на подготовленную форматку пленки. Укладку электронагревательного элемента производить с натягом по контуру чертежа (чертеж подложить под стекло, на котором лежит пленка). С помощью щетинной кисти «флейц» нанести вдоль проволочек подслой для закрепления сетки на пленке. Просмотреть визуально качество приклейки электрообогревательного элемента к пленке и в случае необходимости дополнительно нанести подслой.

6.4.4. Пленку с электрообогревательным элементом сушить в два этапа. После нанесения подслоя пленку выдержать в вытяжном шкафу при комнатных условиях в течение 24 ч (относительная влажность не выше 60%). По истечении этого времени пленку в подвешенном виде, закрепленную по одной стороне зажимами, высушить при температуре 40—45°С до содержания влаги не выше 0,45%.

6.4.5. Пакетирование производить на соответствующей форме из силикатного стекла или на приспособлении, применяющемся для формования данной детали остекления, с прокладкой из чистого органического стекла. На формообразующую поверхность уложить стекло детали, на него склеивающую пленку, затем пленку с электронагревательными элементами (электронагревательный элемент должен быть обращен к пленке) и второе стекло детали, верхнюю поверхность защитить прокладкой из восьми листов бутварной пленки и 1 листа прессшпана или паронита толщиной 1 мм. Для предупреждения смещения пакет по торцам скрепить лейкопластырем.

6.4.6. Вакуумирование и прессование проводить в соответствии с пп. 6.1.13—6.1.15.

6.4.7. Изготовление органического триплекса с проволочной сеткой проводить аналогично триплексу с проволочным электрообогревом, за исключением закрепления проволочной сетки подслоем на пленке, которая в данном случае просто укладывается между склеивающими пленками во время пакетирования.

7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДВОЙНЫХ СТЕКОЛ

7.1. Способы изготовления

7.1.1. Двойные стекла предназначаются для уменьшения теплопередачи и предохранения остекления с внутренней стороны от запотевания и замерзания.

7.1.2. Необходимая глубина межстекольного пространства достигается путем вклеивания между наружным и внутренним стеклами разделительных прокладок в виде рамки.

Промежуточная рамка может быть выполнена из органического стекла, металла (дюраль), резиновых профилей.

7.1.3. Соединение наружного и внутреннего стекол с промежуточной рамкой осуществляется эластичной пленкой БМА и клеем ПВ-16, герметиком ВИКСИНТ У2-28Б, при помощи резинового профиля.

7.2. Изготовление двойного стекла на пленке БМА и клее ПВ-16

7.2.1. Промежуточную рамку можно изготовлять из отдельных реек. Стыки реек склеивать в процессе склеивания стекол.

7.2.2. Проверить с помощью щупа точность подгонки заготовок стекол (наружных и внутренних) к раме по всему периметру, подлежащему склейке (зазоры не должны превышать 0,8 мм).

7.2.3. Стекла и рамку перед склеиванием промыть теплой водой (30—40°С), предварительно протерев их намыленной мягкой тряпкой (стираная бязь, перкаль и т. д.). После промывки стекла осушить с помощью сухих тряпок (не протирать, а впитывать воду, чтобы не поцарапать стекло).

7.2.4. Нарезать пленку БМА прямыми или фигурными полосками шириной на 1—1,5 мм меньше ширины рамки, и острым ножом или бритвой очистить поверхность пленки от приставших к ней загрязнений.

7.2.5. В алюминиевую или стеклянную банку с плотно подогнанной крышкой с отверстием для кисти налить 100—150 г клея ПВ-16. Рецептура и приготовление клея ПВ-16 приведены в *приложении 7*. Кисть во время перерыва в работе должна быть погружена в клей (для избежания потери растворителя и попадания на кисть грязи).

Перед началом работы стол подготовить для склеивания (промыть его теплой содовой водой и насухо вытереть).

7.2.6. При склеивании стекол простой конфигурации и небольшого размера полоску пленки разложить на столе, нанести на нее кистью тонкий слой клея ПВ-16, смазанной стороной наложить на рамку и пригладить, вытесняя пузыри из склеивающего слоя. Таким способом наклеить полоски пленки на одну сторону рамки. При этом следить, чтобы стыки отдельных пленок были возможно плотнее, для чего длина каждой полоски должна быть на 1—2 мм больше расстояния между стыкуемыми местами. Затем рамку перевернуть и тем же способом наклеить пленку на другую ее сторону.

Рамку с наклеенной пленкой выдержать в течение 15—20 мин в свободно подвешенном состоянии под вытяжкой, затем на обе стороны рамки с пленкой нанести клей, удалить с помощью ткани его подтеки и после 10—15 мин выдержки наложить рамку на толстое стекло и покрыть ее тонким стеклом.

Собранный пакет двойного стекла запрессовать по периметру при давлении, не превышающем 1,2 кгс/см² (так как в противном случае пленка будет выдавливаться и после снятия зажимов в ней могут появиться пузыри) и выдержать при этом давлении не менее 4 ч. Снять давление, проверить качество склеивания и приступить к обработке и монтажу стекол.

7.2.7. При склеивании деталей сложной конфигурации пленку приклеивать только к одной стороне рамки или к рейкам ее составляющим, затем нанести клей на другую сторону пленки и уложить рамку или рейки на более толстое стекло, склеивая попутно стыки реек.

По всему периметру рамки создать давление не более 1,2 кгс/см² и выдержать не менее 6 ч, затем снять давление и мягкой тканью протереть рамку и стекло, после чего наклеить пленку на вторую сторону рамки. На открытую сторону пленки нанести клей и наложить второе стекло. По всему периметру собранного пакета создать снова давление 1,2 кгс/см² и выдержать под ним пакет не менее 6 ч, снять давление, проверить качество склеивания и приступить к механической обработке и монтажу.

7.2.8. Количество клея, наносимого на пленку, брать из расчета 100 г на 1 м² поверхности.

7.2.9. При склеивании пакета внимательно следить, чтобы в склеивающий слой и в межстекольное пространство не попала пыль и другие загрязнения. Пленку накладывать на рамку так, чтобы края ее точно совпадали с наружным краем рамки без образования складок и пузырей.

7.2.10. Для предупреждения накопления паров дихлорэтана в межстекольном пространстве рекомендуется продувать осушенным и очищенным через фильтр воздухом в течение 10—15 мин после создания давления и в течение 10—15 мин после его снятия.

7.3. Изготовление двойного стекла на герметике Виксинт У2-28Б

7.3.1. Промежуточная рамка может быть выполнена из оргстекла или дюраля. На рамку в соответствии с чертежом установить ниппеля для влагопоглотителей. С двух сторон рамки согласно разметке приклеить ограничительные резиновые прокладки, вырезанные из резины ИРП-1338 толщиной 1,5 мм, шириной 5 мм.

7.3.2. Перед приклейкой резиновых ограничительных прокладок склеиваемые поверхности рамки и прокладок обезжирить нефрасом (в случае применения рамки из оргстекла склеиваемую поверхность предварительно зачистить шлифовальной шкуркой зернистостью 14—16 и высушить в течение 10—15 мин).

На обезжиренную поверхность резиновых прокладок и рамки (5 мм по внутреннему контуру разметки под склейку) нанести систему подслоев П-9 и П-11. Выдержка после нанесения подслоя П-9 — 1 ч, после подслоя П-11 — не менее 40 мин и не более 24 ч. Сушку подслоев проводить при температуре 15—35°С.

7.3.3. Приклеить по всему внутреннему контуру разметки под склейку на рамке подготовленные резиновые прокладки на быстровулканизующемся герметике Виксинт У2-28Б, выдержка после приклеивания 4 ч. Для приготовления быстровулканизующегося герметика Виксинт У2-28Б вводится 2 мас. ч. катализатора К-28. Готовить герметик по ОСТ1 90058—85.

7.3.4. Подготовить наружное и внутреннее стекла к склеиванию с промежуточной рамкой: очистить от пыли и грязи, с внутренней стороны стекла разметить и зачистить шлифовальной шкуркой (зернистостью 14—16) полоску для приклейки промежуточной рамки.

Проверить прилегание стекол и рамки с приклеенными ограничительными полосками.

7.3.5. Склейку двойных стекол проводить герметиком Виксинт У2-28Б в два этапа: сначала соединить наружное стекло с промежуточной рамкой, затем собранный пакет соединить с внутренним стеклом.

7.3.6. Обезжирить склеиваемые поверхности наружного стекла и рамки с приклеенными полосками нефрасом, высушить 10—15 мин, затем на обезжиренные поверхности стекла и рамки нанести систему подслоев П-9 и П-11 с выдержкой после нанесения подслоя П-9 — 1 ч, после подслоя П-11 — 40 мин.

На обработанные подслоем поверхности не доходя до ограничительной полоски 1,5—2 мм нанести ровным слоем толщиной 1,5 мм герметик Виксинт У2-28Б, соединить рамку с наружным стеклом и поджать по периметру струбцинами до полного прилегания по всей ограничительной полоске на рамке. Шпателем или ножом аккуратно довести герметик до ограничительной полоски (не разрешается затекание герметика на ограничительную полоску) и торцы зашпатлевать. Выдержка на воздухе при температуре 15—35°С — 24 ч.

7.3.7. Соединить собранный пакет с внутренним стеклом герметиком Виксинт У2-28Б.

Обработку склеиваемых поверхностей внутреннего стекла и рамки, а также соединение стекла с рамкой проводить по технологии, указанной в п. 7.3.6. Выдержка на воздухе при температуре 15—35°С до полного отверждения.

7.4. Изготовление двойного стекла на резиновых профилях

7.4.1. Резиновые профили изготовлять по инструкции ШП1.2.103—79 из свето-озоностойкой резины с рифленой поверхностью, обращенной к плоскости стекла (рис. 22).

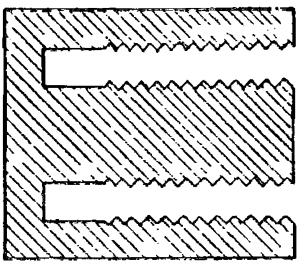

Рис. 22. Резиновый профиль для двойных стекол

7.4.2. Чистые наружное и внутреннее стекла вкладывать в пазы профиля. Спакетированное таким образом двойное стекло вставлять в металлическую рамку. Крепление пакета двойных стекол в металлической раме осуществлять болтами. Затяжку болтов производить до тех пор, пока рифленая поверхность резинового профиля полностью выровняется.

7.5. Контроль качества двойных стекол

7.5.1. Чистоту воздушной камеры и склейку проверять визуально. Разрешается наличие пузырей и непроклеев на площади, составляющей 10% от всей площади склеивания.

7.5.2. Герметичность двойных стекол проверять в воде, создавая внутри камеры давление 0,03—0,04 атм в течение 10 мин. Если при этом не обнаружена течь, то склеивание считается качественным. При отсутствии герметичности разрешается обнаруженную течь устранить:

при изготовлении двойного стекла на клее ПВ-16 осторожно ввести в непроклеенные места клей ПВ-16;

при изготовлении двойного стекла на герметике Виксинт У2-28Б в непроклеенные места ввести через подслой П-11 герметик Виксинт У2-28Б. Затем деталь вновь проверить на герметичность.

7.5.3. Двойные стекла, изготовленные с применением резинового профиля, проверять на герметичность при помощи вакуума. Вакуумную систему присоединить к штуцеру закрепленного стекла. При вакууме $P=0{,}035—0{,}060$ атм стрелка манометра не должна менять показания в течение 1 мин. Обнаруженную течь устранить путем введения герметика, после чего снова проверить на герметичность.

8. СКЛЕИВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

8.1. Общие положения

8.1.1. Для склеивания органических стекол марок СО-95, СО-120, АО-120 применять клеи ПУ-2А и ВК-14 (для несиловых элементов).

Клей ВК-14 обеспечивает прозрачное бесцветное соединение органического стекла. Клей ВК-14 применяется также для приготовления маркировочного состава (нанесение надписей на органическом стекле).

Для склеивания органических стекол марок Э-2 и СО-200 применять клеи ВС-10ТМ и ВК-14 (для несиловых элементов).

Клей ПУ-2А, ВК-14, ВС-10ТМ готовить в соответствии с *приложениями 8, 9, 10* настоящей инструкции.

8.1.2. Склеиваемые поверхности оргстекла должны быть плотно пригнаны, зачищены шлифовальной шкуркой зернистостью от 14 до 16 до удаления глянца и тщательно очищены от пыли сухой щетинной кистью. Допускается в случае загрязнения обезжиривание склеиваемых поверхностей нефрасом с последующей сушкой 10—15 мин. Промывка ацетоном не допускается.

Склеивание оптически прозрачных деталей клеем ВК-14 проводить по незашкуренным поверхностям. Перед склеиванием поверхности промыть теплой водой с бесщелочным мылом.

8.1.3. Поверхность деталей, не подлежащая склеиванию, должна быть защищена липкой лентой на целлофане или полиэтилене. После приложения давления на склеиваемые поверхности детали, сухим тампоном удалить подтеки клея с липкой ленты, а затем снять липкую ленту. После склеивания остатки клеящего слоя липкой ленты с поверхности стекла удалить тампоном, слегка смоченным нефрасом. При образовании подтеков клея в процессе его отверждения клей удалять механическим путем лопаткой из органического стекла. Применение металлических инструментов для удаления подтеков клея запрещается.

8.1.4. Склеивание производить в чистом сухом помещении при температуре воздуха 15—35°С и относительной влажности воздуха 40—75%.

При температуре помещения ниже 20°С емкость с клеем ВК-14 следует держать на водяной бане с температурой 25—35°С во избежание кристаллизации клея.

8.1.5. После окончания работ по склеиванию кисти, посуда и приспособления должны быть немедленно очищены от клея. Жидкий клей удалить растворителями (ацетоном, РДВ и др.). Затвердевший клей удалять механическим способом. Удаление клея производить в помещении, где не производится склейка.

8.2. Склеивание клеем ПУ-2А

8.2.1. Клей наносить на каждую склеиваемую поверхность ровным слоем при помощи кисти или шпателя. Открытая выдержка после нанесения клея 10—15 мин. Расход клея должен составлять 200—250 г/м².

8.2.2. Продолжительность выдержки деталей под давлением 2—3 кгс/см² при температуре 20—35°С должна быть не менее 24 ч.

8.2.3. Механическую обработку деталей проводить не ранее чем через 48 ч после снятия давления.

8.3. Склеивание клеем ВС-10ТМ

8.3.1. Клей наносить на каждую склеиваемую поверхность с последующей открытой выдержкой в течение 30—40 мин.

Расход клея должен составлять 150—200 г/м².

8.3.2. Склеивание деталей клеем ВС-10ТМ проводить только с подогревом. Выдержка под давлением 2—3 кгс/см² при температуре 135±5°С должна быть не менее 3 ч.

8.3.3. Механическую обработку деталей можно производить сразу же после склеивания и охлаждения их до комнатной температуры.

8.4. Склеивание клеем ВК-14

8.4.1. Клей наносить на каждую склеиваемую поверхность щетинной кистью с последующей открытой выдержкой 2—3 мин. Расход клея должен составлять 100—120 г/м² для стекол СО-95, СО-120, АО-120 и 130 г/м² для оргстекол марки Э-2, СО-200.

8.4.2. Склеиваемые поверхности органических стекол соединить и до приложения давления выдержать 5—7 мин для оргстекол СО-95, СО-120, АО-120 и 25—30 мин для оргстекол Э-2 и СО-200.

8.4.3. Склеивание органических стекол проводить при давлении 2—3 кгс/см² по одному из режимов, указанных в приведенной табл. 4.

Таблица 4

Марка оргстекла	Время отверждения, ч, при температуре		
	20°С	75—80°С	90—100°С
СО-95	20—24	4—5	—
СО-120	20—24	4—5	—
АО-120	20—24	4—5	—
Э-2	—	—	4—5
СО-200	—	—	4—5

8.4.4. Механическую обработку деталей, склеенных при температуре 20°С, производить не ранее, чем через 48 ч после снятия давления.

8.5. Контроль качества склеенных деталей

8.5.1. В склеенных деталях при визуальном осмотре не допускаются непроклеи и пузыри.

8.5.2. Качество склеивания готовых изделий проверять по РТМ1.2.011—80 на образцах-спутниках, изготовляемых одновременно и в одинаковых условиях со склеиваемым изделием (рис. 23).

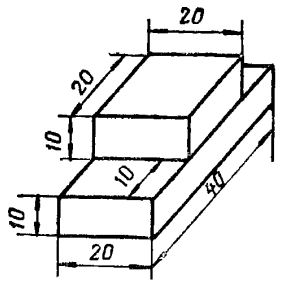

Рис. 23. Образец, склееный из органического стекла для определения прочности при сдвиге

Предел прочности на сдвиг определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{P}{b \cdot l},$$

где P — нагрузка;
b — ширина образца;
l — длина бобышки.

Предел прочности на сдвиг должен быть не менее 100 кгс/см^2.

За результат испытаний принимать среднее арифметическое результатов испытаний 5 образцов.

9. СВАРКА ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

9.1. Методы сварки и оборудование

9.1.1. Сварка органического стекла производится для наращивания заготовок, предназначенных для формования; для крепления усиливающих накладок из органического стекла, например, в местах крепления в каркасы.

9.1.2. Для наращивания заготовок сварка осуществляется различными методами.

9.1.3. Метод сварки прессованием встык (рис. 24) обеспечивает наиболее высокие физико-механические свойства сварных соединений при наращивании заготовок и обязателен в тех случаях, когда сварной шов изделия несет эксплуатационные нагрузки.

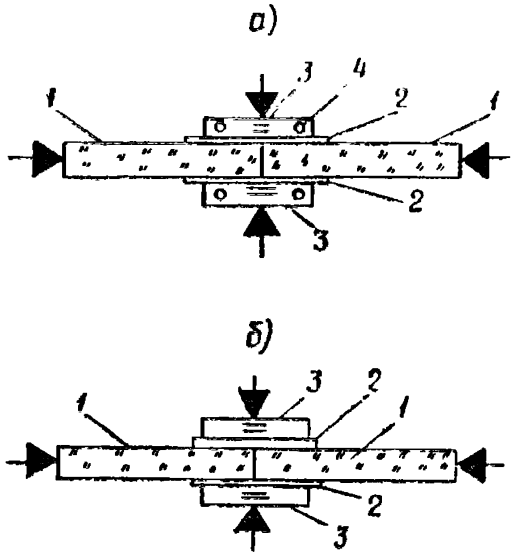

Рис. 24. Схема приспособления для сварки оргстекла встык прессованием:

а — с водяным охлаждением; *б* — без охлаждающего устройства; *1* — свариваемая заготовка, *2* — прокладка из нержавеющей стали толщиной 0,3—0,5 мм; *3* — электронагревательная плита; *4* — труба охлаждения

Примечание. При работе в приспособлении, приведенном на рис. 24, *а* во время операции нагрева включать охлаждение (но не полностью).

9.1.4. Усиливающие накладки приваривать внахлестку к плоской заготовке с помощью приспособлений для сварки на «ус» (рис. 25).

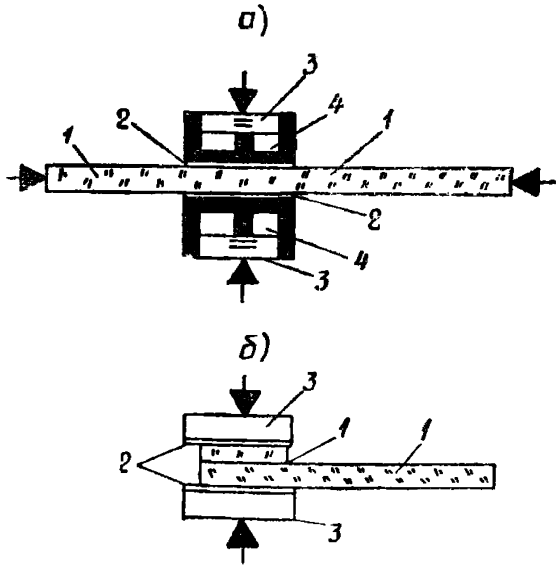

Рис. 25. Схема приспособления для сварки органического стекла на «ус» и внахлестку:

а — с водяным охлаждением; *б* — без охлаждающего устройства *1* — свариваемая заготовка; *2* прокладка из нержавеющей стали толщиной 0,3—0,5 мм; *3* — электронагревательная плита; *4* — полость водяного охлаждения

Усиливающие накладки толщиной до 5 мм можно приваривать как к плоской, так и к отформованной заготовке с помощью паяльника (рис. 26). Приварку лучше производить до формования. Этот

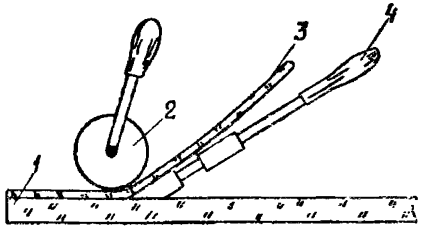

Рис. 26. Схема приварки усиливающей накладки электропаяльником:

1 — основное стекло; *2* — ролик резиновый; *3* — усиливающая накладка из оргстекла; *4* — электропаяльник

метод позволяет приваривать накладки с предварительно выполненными фасками.

9.1.5. Сварку листов встык можно также осуществлять методом горячего лезвия в приспособлении, представленном на рис. 27.

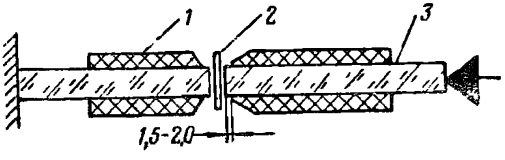

Рис. 27. Схема сварки листов встык методом горячего лезвия:

1 — накладка (текстолит); *2* — нагреватель (нихром, нержавеющая сталь); *3* — свариваемое оргстекло

Примечание. В случаях, когда после сварки заготовка не нагревается до размягчения, применение накладок не обязательно.

9.1.6. Размеры приспособлений и контуры их нагревателей в плане должны соответствовать величине и контурам свариваемых плоскостей. Поверхности нагревателей, соприкасающиеся со стеклом, должны быть полированными. Допускается применение полированных металлических прокладок. Ширина нагревателей приспособлений для сварки прессованием должна быть не более 25 мм.

При сварке прессованием необходимо обеспечить прямолинейность плоскостей приспособлений, прилегающих к заготовке.

Зажимные устройства установки для сварки горячим лезвием должны обеспечивать точность стыкового соединения свариваемых кромок по всей их длине. Лезвие-нагреватель должно держаться натянутым с помощью сильных пружин и быть снабжено механизмом для быстрого подъема по окончании разогрева.

9.1.7. Запрессовку свариваемых заготовок осуществлять пневматическими, винтовыми или эксцентриковыми прижимами, обеспечивающими равномерность и постоянство заданного удельного давления запрессовки. Необходимо предусмотреть устройство для контроля давления. В установках, где усилие запрессовки осуществляется вдоль плоскости свариваемых заготовок и приклады-

вается к их торцам (см. рис. 24, 25, 27), должно быть устройство, предотвращающее продольный изгиб листов.

9.1.8. Мощность электронагревателя должна обеспечивать разогрев органического стекла до температуры сваривания за время не более 30 мин.

При нагреве и охлаждении по длине шва не допускается разница в температуре более 10°С. Температуру нагревателей контролировать термопарами, установленными как можно ближе к стеклу.

9.1.9. Ширина наконечника паяльника должна быть на 5—8 мм больше ширины привариваемой накладки; поверхности наконечника паяльника, соприкасающиеся со стеклом, необходимо полировать. Толщина кромки наконечника должна быть не более 0,2 мм, угол у вершины кромки — 8—12°.

9.2. Подготовка заготовок к сварке

9.2.1. Подобрать заготовки органического стекла так, чтобы разница по толщине, стыкуемых кромок не превышала 0,5 мм.

Заготовки, сваренные из двух листов и предназначенные для формования крупногабаритных деталей, должны иметь одинаковую теплостойкость. Подбор листов по теплостойкости осуществлять до сварки и раскроя их на заготовки.

9.2.2. Кромки заготовок, подлежащие сварке встык и на «ус», обработать на фрезерном станке с приспособлением (подвижный стол, направляющая линейка и т. д.); при этом необходимо обеспечить получение прямолинейной кромки и гладкой поверхности.

Длина «уса» должна быть равной 3—5-кратной толщине заготовки. Допускается ручная обработка кромок, при этом в качестве заключительной операции применять циклевку хорошо заточенной циклей.

9.2.3. При соединении встык торцов заготовок, обработанных под сварку прессованием и горячим лезвием, зазор соответственно более 0,3 и 0,6 мм не допускается.

9.2.4. Участки заготовок по ширине плит освободить от протекторной бумаги и с помощью тампона, не оставляющего волокон, протереть поверхности, свариваемые на «ус» и встык методом прессования, дихлорэтаном или мономером метилового эфира метакриловой кислоты (ММА); при этом растворитель не должен попадать на плоскость заготовки, не подлежащую сварке.

При сварке горячим лезвием и паяльником поверхности протирать этиловым спиртом или нефрасом.

9.2.5. Во избежание расхождения «уса» в процессе сварки, в свариваемых заготовках просверлить два отверстия диаметром 6—8 мм и скрепить заготовки шпильками из органического стекла или обеспечить прижим заготовок по торцам. При этом обеспечить перекрытие «уса» на 1—2 мм по всей длине соединения.

9.3. Сварка прессованием, на «ус» и внахлестку

9.3.1. Поместить заготовки в установку для сварки так, чтобы сварной шов располагался посредине нагревателей.

9.3.2. Сварку производить в следующем порядке:

а) постепенный нагрев до температуры сварки в течение 20—30 мин при одновременном повышении давления запрессовки до значений, приведенных в табл. 5;

Таблица 5

Метод сварки	Марка стекла	Температура, °С	Давление запрессовки, кгс/см²
Прессование	СО-95	185—195	30—50
	СО-120	200—210	30—50
	СО-140	210—220	30—50
Внахлестку и на «ус»	СО-95	135—145	2—8
	СО-120	160—180	3—8
	СО-140	190—200	10—15

б) выдержка при указанной температуре в течение 10—20 мин;

в) охлаждение под давлением до 30—40°С не менее 20 мин.

9.4. Сварка «горячим лезвием»

9.4.1. Закрепить заготовки так, чтобы свариваемые торцы выступали за накладки на 1,5—2,0 мм (см. рис. 27) и при стыковке между ними не было перекоса.

Поднять нагреватель и нагреть его на 30—60°С выше температуры сваривания. Температура сваривания органического стекла СО-95 и СО-120 составляет 300°С, стекла СО-140 — 320°С.

Опустить разогретый нагреватель и плотно прижать к нему свариваемые торцы. Довести температуру нагревателя до заданного значения и дать выдержку порядка 0,5 мин (момент окончания нагрева определять по интенсивному образованию паров мономера).

Слегка развести заготовки, быстро удалить нагреватель и стыковать свариваемые торцы. Время с момента разведения заготовок до контакта торцов не должно превышать 1 с. Давление запрессовки должно быть 4—20 кгс/см² и сохраняться до окончания охлаждения (нижний предел давления относится к сварке без применения накладок). По окончании охлаждения вынуть заготовку из приспособления.

9.4.2. Утолщение по шву удалять после формования сваренной заготовки. Если после сварки заготовка не формуется, зачистку шва можно производить сразу же после извлечения ее из приспособления.

В обоих случаях после механической обработки шва заготовки подвергать термической обработке, как указано в разд. 12.

9.5. Приварка усиливающих накладок паяльником

9.5.1. Нагреть паяльник до температуры 260—280°С при сварке стекла СО-95 и СО-120 и до 280—300°С при сварке стекла СО-140.

Разогреть паяльником одновременно основной материал и конец накладки до ее размягчения. Быстро отодвинуть паяльник в направлении накладки и прикатать роликом размягченный участок накладки к основному стеклу, прижимая при этом еще не размягченный участок накладки к паяльнику. По достижении нужной степени разогрева вновь продвинуть паяльник и прикатать накладку. Таким образом, последовательно перемещая инструмент, приварить всю накладку.

9.5.2. Примерная скорость приварки накладки из стекла СО-95 толщиной 3 мм при одновременной работе двух операторов равна 1 м за 15—20 мин. Для предотвращения вытягивания размягченного участка накладки ее следует поднимать в момент продвижения паяльника. Участки непровара сваривать повторно, разогревая их паяльником со стороны накладки.

9.5.3. После приварки накладок к отформованной заготовке для устранения деформаций и снятия внутренних напряжений применять термическую обработку в соответствии с разд. 12.

9.6. Контроль качества сварных соединений

9.6.1. Контроль качества сварных соединений осуществлять внешним осмотром сварного шва, замером толщины заготовки в зоне шва и механическими испытаниями сварных образцов, вырезанных из зоны технологического припуска.

9.6.2. В сварном шве не допускаются следующие дефекты:

а) непроваренные (непрозрачные) участки;

б) механические повреждения в виде трещин, вырывов материала и т. п.

Сварные швы с дефектами, указанными в подпункте а), сваривать повторно (но не более двух раз).

9.6.3. Замер толщины швов, выполненных сваркой на «ус», внахлестку и прессованием, производить после операции формования. Утолщение или утонение зоны шва по сравнению с толщиной исходных заготовок не должно превышать 0,8 мм.

9.6.4. Механические испытания сварных образцов проводить после выполнения операций, связанных с разогревом, предусмотренных технологией изготовления детали.

Стыковые сварные соединения испытывать на разрыв усилием, направленным перпендикулярно плоскости сварки; соединения внахлестку — на сдвиг по плоскости сварки.

Качественные сварные соединения характеризуются прочностью на разрыв не менее 400 кгс/см² и на сдвиг не менее 200 кгс/см².

Примечание. Оптические свойства шва не контролируются.

10. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

10.1. Разметка

10.1.1. Для предохранения от механических повреждений листовое органическое стекло и детали из него, подлежащие разметке и дальнейшей механической обработке, должны быть защищены в соответствии с разд. 3 и *приложениями 3, 4*. Защитное покрытие необходимо сохранять до окончания механической обработки заготовки.

10.1.2. Разметку деталей производить по шаблонам, учитывающим технологический припуск. Шаблоны изготавливать из материалов, не подвергающихся короблению.

10.2. Разрезка

10.2.1. **Разрезка дисковыми пилами.** При прямой линии раскроя разрезку заготовки следует производить специальными отрезными фрезами (пилами), предназначенными для обработки термопластов, согласно существующим стандартам. Для этого могут быть использованы также стандартные фрезы по ГОСТ 2679—73 со специальной доработкой (рис. 28) или фрезы, изготовленные по типу нормализованных непосредственно на заводе.

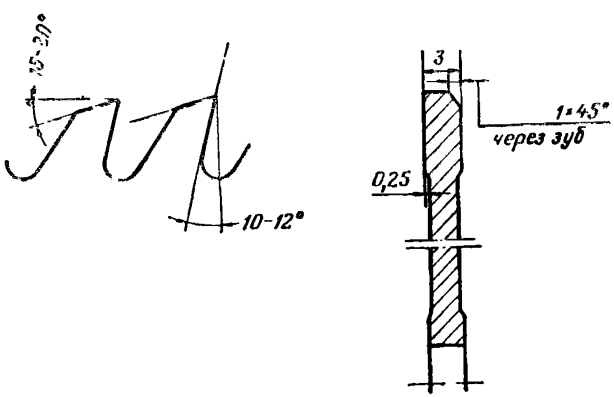

Рис. 28. Параметры доработки фрез для резки органического стекла

10.2.2. Отрезные фрезы, применяемые для разрезки органического стекла, должны быть изготовлены из быстрорежущей легированной или углеродистой стали и отвечать следующим требованиям: твердость режущей части 58—62 HRC, чистота режущих граней R 0,63—0,32 мкм, режущие кромки без зазубрин и выкрашиваний, износ по задней грани $\rho_{з\ доп} \leqslant 0{,}3$ мм.

10.2.3. Разрезку отрезными фрезами (пилами) производить при скоростях резания, не превышающих 1000 м/мин, подачах до $S_z = 0{,}02$ мм/зуб для неориентированного органического стекла и до $S_z = 0{,}01$ мм/зуб для ориентированного. Направление подачи должно совпадать с направлением вращения фрезы (пилы).

10.2.4. Станки, используемые для разрезки и других операций механической обработки органического стекла, должны удовлетворять следующим требованиям: соответствовать нормам точности, установленным для этих станков после капитального ремонта; обеспечивать требуемые режимы резания; иметь механическую подачу устройства для подвода сжатого воздуха с давлением 5 атм, эффективные отсосы для удаления стружки и пыли из зоны резания. При разрезке обрабатываемый лист плотно прижимается к опорной поверхности (базе); при этом обрабатываемый участок заготовки должен полностью лежать на опорной поверхности.

10.2.5. Разрезку органического стекла производить при охлаждении зоны резания сжатым воздухом при 1—2 атм, желательно с температурой до 0°С.

10.2.6. Если разрезка является окончательной операцией, то после нее необходимо провести термообработку (отжиг) или удалить напряженный слой толщиной 0,10—0,15 мм путем зашкуривания или циклевания и отжечь.

10.2.7. **Разрезка ленточными пилами.** Для разрезки органического стекла по криволинейному контуру следует применять ленточные пилы: ширина ленты — 10—12 мм, толщина — 0,7 мм, шаг зуба — 2,2 мм, развод зуба — до 0,3—0,4 мм на сторону.

Примечание. Возможно разрезку органического стекла по криволинейному контуру производить концевыми фрезами (см. раздел — фрезерование).

Конструктивные размеры ленточных пил в зависимости от толщины листового материала и требования к ним приведены в нормали НИАТ, 1962. Материал пил — сталь углеродистая марки У-10А или легированная марки 85ХФ (ГОСТ 2679—73). Твердость инструмента после термической обработки 58—62 HRC.

10.2.8. Разрезку органического стекла ленточной пилой производить при скоростях резания до 500 м/мин и подачах до 0,8 м/мин. Ленточнопильные станки для разрезки органического стекла должны отвечать требованиям, указанным в п. 10.2.4.

10.2.9. При распиловке рекомендуется применять охлаждение (п. 10.2.5). Необходимо также соблюдать требования, приведенные в п. 10.2.6.

10.2.10. **Разрезка ручным способом.** В опытном производстве и при выполнении мелких технологических операций разрезку органического стекла в исключительных случаях допускается произво-

дить ножовочными полотнами, применяемыми для резки металла (ГОСТ 6645—68) или древесины.

Прямолинейный разрез заготовок плоских стекол толщиной до 5 мм можно производить по линейке стальным резаком. Надрез следует делать с двух сторон с последующим изломом на кромке разметочного стола или с зажатием в специальном приспособлении.

10.3. Фрезерование

10.3.1. При изготовлении деталей из органического стекла возможны различные виды фрезерования: обработка кромок на «ус», обработка фальца, обработка контура, предварительно просверленных отверстий, разрезание, обработка плоских поверхностей и др.

Фрезерование листовых и профилированных заготовок следует производить на стандартных или специальных фрезерных станках с механической подачей. Допускается применение для фрезерования контура деталей ручных пневматических дрелей или шлифовальных машинок.

Оборудование для фрезерования должно соответствовать требованиям п. 10.2.4.

10.3.2. Фрезы, применяемые для обработки деталей из органического стекла, изготавливаются из быстрорежущей (Р9, Р18 по ГОСТ 19265—73) или легированной стали (ХВГ).

Твердость инструмента после термической обработки — 58—62 HRC. Рекомендуется применение фрез, оснащенных пластинками из твердого сплава ВК или ТК (ГОСТ 3882—74).

10.3.3. Чистовое фрезерование производить концевыми или насадными фрезами стандартной формы со следующими геометрическими параметрами: передний угол в нормальном сечении к режущей кромке — $\gamma_N = +10 \div +20°$ при $\omega = 20—35°$; $\gamma_N = +2 \div +5°$ при $\omega = 50—60°$; задний угол в торцевом сечении $\alpha_T = 10—25°$, угол наклона винтовой канавки $\omega = 20—35°$ или 50—60°, количество зубьев $z = 2, 4, 6, 12$ и более.

Для фрезерования при помощи ручных пневматических машинок применять специальные мелкозубные фрезы, приведенные в нормали НИАТ, 1962 г. или подобной конструкции. Остальные требования к фрезам по ГОСТ 17024—82, ГОСТ 17025—71, ГОСТ 17026—71.

10.3.4. Заточку зубьев фрез надо производить так, чтобы ширина цилиндрической фаски на вершине зуба не превышала 0,05—0,10 мм, режущие кромки должны быть острыми, без зазубрин, мельчайших выкрашиваний и др. дефектов. В качестве критерия затупления фрез принимается износ по задней поверхности зубьев $S_{з.доп} \leqslant 0{,}1$ мм. Биение зубьев фрезы более 0,03 мм не допускается.

10.3.5. Фрезерование органического стекла производить при охлаждении зоны резания (см. п. 10.2.5) на следующих режимах:

при скоростях резания $V=20$—60 м/мин — подача $S_z=0{,}03$—0,15 мм/зуб; глубина резания $t=0{,}5$—10,0мм; ширина фрезерования до 80 мм; при $V=1500$—3000 м/мин, когда время контакта инструмента с деталью не превышает $2\cdot10^{-4}$ с — $S_z=0{,}015$—0,07 мм/зуб; $t=0{,}5$—2 мм; ширина фрезерования до 20 мм. Направление вращения фрезы должно совпадать с направлением подачи. Биение зубьев фрезы не должно превышать 0,03 мм. Время контакта инструмента с деталью рассчитывается по формуле:

$$\tau=\left[\frac{\pi D}{360}\ \arccos\left(\frac{\frac{D}{\alpha}-t}{\frac{D}{\alpha}}\right)\right]\cdot\frac{60}{\pi D.n.\bar{t}},$$

где τ — время контакта зуба фрезы с деталью, с;
D — диаметр фрезы, мм;
t — глубина резания или толщина листа при разрезке, мм;
n — число оборотов фрезы, об/мин;
$\bar{t}$ — число зубьев фрезы.

10.3.6. При фрезеровании обрабатываемый материал должен быть плотно прижат к опорной поверхности крепежного приспособления. Опорную поверхность крепежного приспособления рекомендуется делать из дерева (липы, березы, сосны), а также текстолита.

10.4. Сверление с последующей расточкой или развертыванием

10.4.1. Сверление является самой неблагоприятной технологической операцией, вызывающей концентрацию напряжений вокруг высверливаемых отверстий, что приводит в дальнейшем к растрескиванию органического стекла в местах обработки.

Операция сверления не обеспечивает требуемой «серебростойкости» органического стекла, поэтому после нее необходимо производить чистовое растачивание или развертывание отверстий для снятия напряженного слоя.

10.4.2. Сверление, развертывание и растачивание органического стекла производить на сверлильных и расточных станках с механической подачей или специальными агрегатными расточными головками.

10.4.3. Сверление органического стекла перед последующей расточкой или развертыванием производить:

спиральными сверлами с расширенной канавкой (рис. 29) и с углом наклона винтовой канавки $\omega=8$—15°;

стандартными спиральными сверлами и сверлами с отверстиями для подачи охлаждения (с подачей охлаждающей жидкости через специальный патрон и сверло в зону резания);

перовыми и кольцевыми сверлами для отверстий диаметром более 15 мм малой глубины.

10.4.4. Сверла для предварительного сверления органического стекла должны быть изготовлены из быстрорежущей стали по

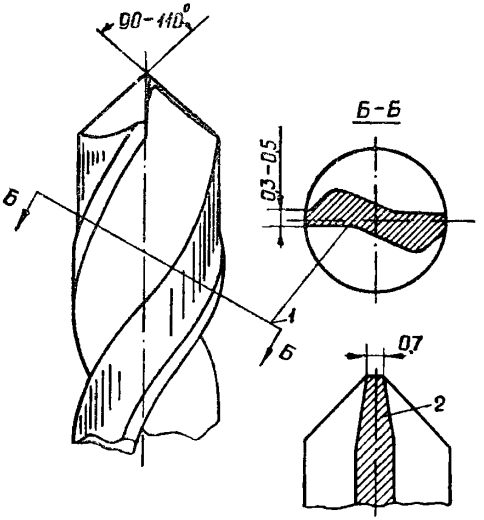

Рис. 29. Спиральное сверло с расширенной канавкой для сверления органического стекла:

1 — канавки полировать; *2* — сечение условно по канавке

ГОСТ 10902—77 (Р9, Р18) или с пластинками из твердого сплава. Твердость инструмента должна быть 58—62 HRC.

10.4.5. Спиральные сверла для предварительной обработки отверстий в органическом стекле должны иметь следующие геометрические параметры режущей части: угол заточки при вершине $2\varphi=90—120°$; задний угол на периферии сверла $\alpha=10—20°$; угол наклона винтовой канавки $\varphi=10—15°$ или 27—30°; сверление производить при скоростях резания $V=25—30$ м/мин, и подачах $S_0=0{,}05—0{,}1$ мм/об. Ширина цилиндрической фаски на рабочей длине должна быть в пределах от 0,3 до 0,5 мм. Сверление без охлаждения не допускается.

Необходимо производить подточку поперечной кромки с уменьшением ее размера в 2—2,5 раза.

Рекомендуется также производить двойную заточку режущей части сверл с углами при вершине: $2\varphi=115—120°$ и $2\varphi_0=70—80°$.

Стружечные канавки следует полировать.

10.4.6. Резцы для расточки отверстий применять из быстрорежущей стали или твердого сплава группы ВК. Твердость резцов не менее 58—62 HRC.

Геометрические параметры расточных резцов:

Углы в плане φ и φ_1	35—45°
Передний угол γ	+15°
Задний угол α	15—20°
Радиус сопряжения режущих кромок при вершине N	0,5—1 мм

Конструктивные размеры выбираются на основании действующих стандартов.

10.4.7. При высоких требованиях по «серебростойкости» расточку производить алмазными резцами.

Допускается вместо растачивания производить развертывание отверстий развертками на режимах, рекомендованных для сверления. Припуск под развертывание не более 0,2 мм. При развертывании не гарантируется высокая «серебростойкость» органического стекла. Параметры разверток и зенковок приведены в нормали (НИАТ, 1962 г.).

10.4.8. Заточка и доводка расточных резцов должна удовлетворять следующим требованиям: режущие кромки острые, без зазубрин, мельчайших выкрашиваний и др. дефектов, режущие грани доводить до $V^{0,32}$—$V^{0,16}$.

В качестве критерия затупления сверл и резцов принимается износ по задней поверхности сверла $S_{з.доп} \leqslant 0{,}2$ мм и резца $S_{з.доп.} \leqslant 0{,}05$ мм.

10.4.9. Сверление отверстий перед расточкой производить при скоростях резания не выше 25—30 м/мин, подачах 0,05—0,10 мм/об с припуском под расточку не менее 1 мм на сторону, так как напряженный слой после сверления спиральными сверлами имеет толщину до ~0,8 мм. При сильном нагреве сверл в процессе обработки следует вынимать их из отверстия и удалять стружку. Отверстия в деталях из органического стекла после сверления несколько сужаются, поэтому сверла следует выбирать примерно на 0,05—0,15 мм больше требуемого по чертежу диаметра отверстий.

10.4.10. Расточку расточным резцом производить при скоростях резания не выше 80 м/мин и подачах 0,011—0,07 мм/об. Рекомендуется обработку производить в два прохода.

10.4.11. Расточку алмазным резцом производить при скоростях резания до 150 м/мин и подачах 0,01—0,05 мм/об.

Глубина резания за один проход не более 1 мм.

Рекомендуется обработку производить за несколько проходов: черновые, снимая припуск ~ до 0,8 мм и чистовые, снимая припуск до 0,2 мм.

Требования к условиям алмазной обработки приведены в РТМ-1045 (НИАТ)

10.4.12. Сверление, развертывание и растачивание отверстий производить при охлаждении зоны резания водным раствором Синтанола или сжатым воздухом (см. п. 4.1.17).

10.5. Строгание

10.5.1. Для строгания следует использовать проходные резцы с пластинками из быстрорежущих сталей или твердых сплавов, обеспечивающих твердость инструмента не менее 58—62 HRC. Конструктивные размеры резцов — по ГОСТ 1887—73 и ГОСТ 9796—73.

10.5.2. Геометрические параметры резцов для строгания:

Главный угол в плане φ	45—90°
Вспомогательный угол в плане φ_1	0—5°
Передний угол γ	—5÷—1°
Задний угол a	15—20°
Угол наклона главной режущей кромки λ	0°
Радиус сопряжения режущих кромок при вершине резца γ	3—5 мм

10.5.3. Заточка и доводка резцов должна удовлетворять требованиям, перечисленным в п. 10.4.8.

В качестве критерия затупления резцов принимается износ по задней поверхности резца $S_{з.доп} \leqslant 0{,}05$ мм.

10.5.4. Строгание органического стекла производить при охлаждении зоны резания распыленным водным раствором Синтанола или сжатым воздухом (см. п. 4.1.17), при скоростях резания, не превышающих 35 м/мин (30 дв. ход/мин); подачах 0,05—0,20 мм/дв. ход, глубине резания $t=0{,}2$—0,5 мм.

10.5.5. Поперечно- и продольностроГальные станки, используемые для строгания органического стекла, должны удовлетворять требованиям п. 10.2.4.

11. МОНТАЖ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

11.1. Методы крепления

11.1.1. Монтаж остекления, в зависимости от характера остекляемого объекта, места расположения остекления на нем и величин нагрузок, испытываемых остеклением, может быть произведен методами жесткого или мягкого крепления.

11.1.2. Жесткое крепление рекомендуется только для ориентированного стекла.

11.2. Жесткое крепление

11.2.1. **Болтовой метод.** При креплении деталей из органического стекла с помощью болтов необходимо соблюдать следующие основные правила:

а) применяемые для крепления каркасы, профилированные рамы и монтажные пояса должны быть жесткими, не вызывающими концентрации давления вокруг отверстий для болтов на деталях из органического стекла;

б) для обеспечения более равномерного распределения давления и уменьшения вибрации перед монтажом кромка детали по всему контуру крепления должна быть обтянута с обеих сторон прокладкой. Прокладка вместе с пастой в герметичных кабинах одновременно является герметизирующим элементом;

в) шаг отверстий крепления должен выбираться конструктором в зависимости от жесткости каркаса и обеспечивать наиболее равномерное распределение нагрузок от затяжки болтов по всему каркасу;

г) диаметр отверстий в органическом стекле должен быть больше диаметра крепежного болта для обеспечения зазора, рассчитанного на разность коэффициентов линейного расширения материалов каркаса и органического стекла;

д) отверстия в детали должны быть расположены строго концентрично с соответствующими отверстиями в каркасе;

е) отверстия в деталях органического стекла в допустимых случаях заменять фрезерованными пазами;

ж) все кромки органического стекла должны быть обработаны фрезой и иметь радиус закругления не менее 1 мм;

з) каркасы, профилированные рамы и накладки, предназначенные для монтажа деталей остекления, должны быть точно отмалкованы в соответствии с лекальными линиями мест крепления отформованных деталей;

и) зазор между стеклом и каркасом или прижимной рамкой в местах крепления не должен превышать 1 мм;

к) затяжку болтов производить тарированными ключами. Момент затяжки не должен превышать 25 кгс/см^2. Во избежание перетяжек необходимо применять распорные втулки и глухие гайки. Высоту распорных втулок, ограничивающих затяжку, а также длину болтов под глухие гайки подбирать из расчета 1,1 номинальной толщины органического стекла плюс толщина прокладок, подбираемая опытным путем, в зависимости от упругости последних.

11.2.2. **Безболтовой метод.** К этому виду крепления относится крепление деталей из органического стекла в рамках и каркасах без рассверливания отверстий в органическом стекле.

При установке деталей из органического стекла методом безболтового крепления необходимо соблюдать следующие правила:

а) каркасы, профилированные рамы и прижимные планки должны быть достаточно жесткими с тем, чтобы давление, передаваемое на стекло, распределялось равномерно по всей площади крепления, не создавая концентрации напряжений в отдельных местах;

б) рамка или окантовка должны быть изготовлены с достаточными зазорами по глубине и ширине с таким расчетом, чтобы деталь из органического стекла могла свободно расширяться;

в) при использовании ориентированного органического стекла надежность крепления в каркасе может быть существенно повышена прогревом кромок детали в щелевой термокамере (рис. 30) при

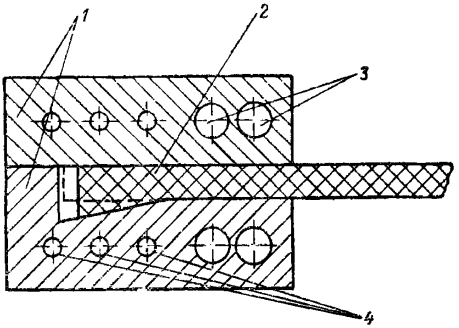

Рис. 30. Щелевая термокамера (схематический поперечный разрез):

1 — корпус, *2* — кромка детали из ориентированного стекла, *3* — система охлаждения, *4* — система обогрева

температуре на 10—30°С, превышающей температуру усадки оргстекла. Образующаяся за счет усадки ориентированного стекла утолщенная кромка повышает эксплуатационную надежность детали, в частности, стойкость к распределенным ударным нагрузкам*.

Щелевая камера предназначена для получения кромки нужной конфигурации (рис. 31) и ограничения процесса термоусадки заданной остаточной степенью ориентации. Время обработки кромок в щелевой термокамере 20—60 мин зависит от толщины и марки оргстекла, мощности нагревателя, конфигурации камеры.

---

* Защищено ав. с. № 1115350.

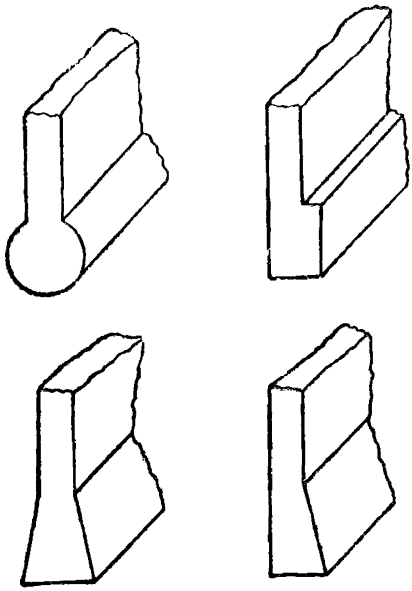

Рис. 31. Примеры конфигурации утолщенной кромки

11.3. Мягкое крепление

11.3.1. Особенности метода

11.3.1.1. Мягкое крепление деталей остекления в отличие от жесткого (болтового и безболтового) является более совершенным

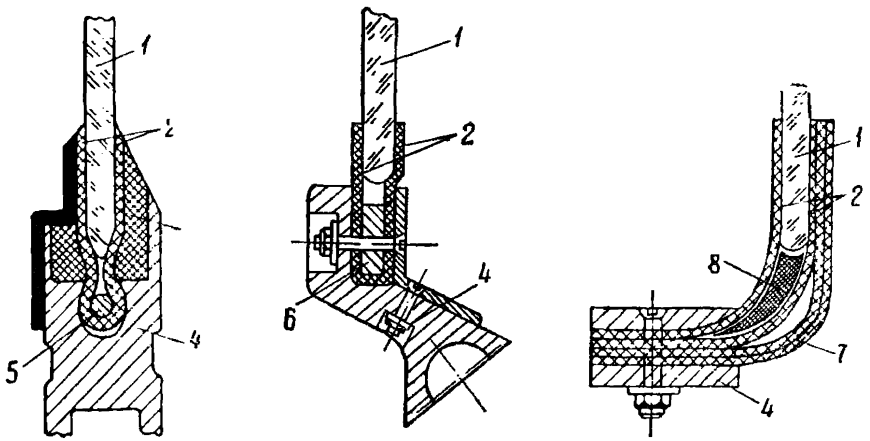

Рис. 32. Типы мягкого крепления органических стекол:

1 — органическое стекло; *2* — крепежная лента; *3* — герметик; *4* — металлический каркас; *5* — шомпол; *6* — «сухарь»; *7* — резиновая лента, промазанная клеем 4НБ; *8* — резиновый профиль

видом крепления, обеспечивает отсутствие концентрации напряжений в местах заделки, удобство и простоту монтажа.

11.3.1.2. Метод мягкого крепления деталей остекления из органического стекла представляет собой заделку их в металлическом каркасе при помощи крепежных лент или специального лавсанового прессованного профиля. Для защиты торцов деталей остекления

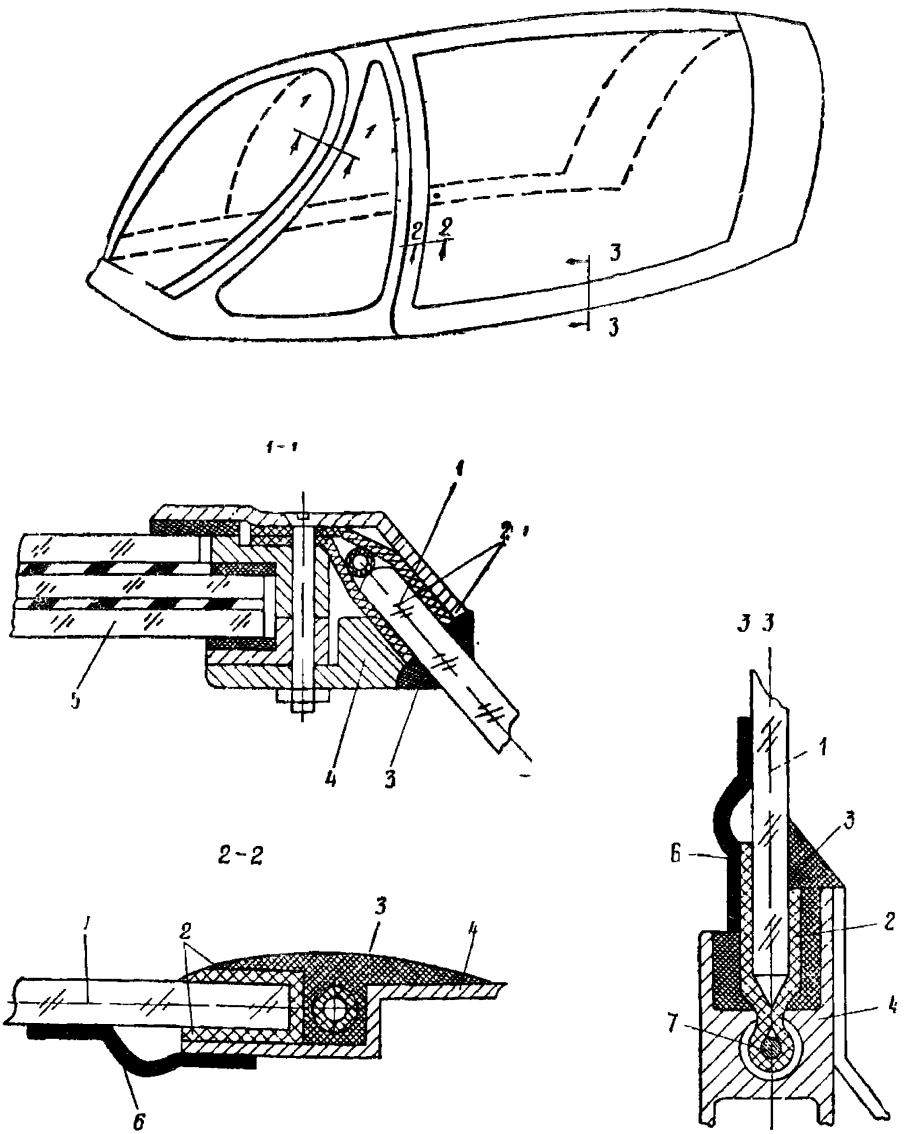

Рис. 33. Схема мягкого крепления фонаря:

1 — органическое стекло; *2* — крепежная лента; *3* — герметик; *4* — металлический каркас фонаря; *5* — триплекс; *6* — профиль герметизации; *7* — шомпол

от теплового и механического воздействия воздушного потока применяются армирующие ленты (передняя и задняя дуга ОЧФ).

Варианты мягкого крепления представлены на рисунках 32, 33.

11.3.1.3. Для мягкого крепления деталей остекления применяются следующие материалы:

крепежные ленты — лавсановые ленты ЛЛ и ЛЛТ (из термостабилизированного волокна), фенилоновая лента ЛТФ, капроновая лента ЛКТ;

армирующие ленты — лавсановая лента ЛТЛар-55-400, фенилоновая лента ЛТФар-40-90;

клеи — ПУ-2А, ВС-10ТМ, ВК-25с;

герметики — ВИТЭФ-1, Виксинт У2-28, ВИАТ (для приклейки резиновых профилей.

Примечание. Перечисленные материалы применять в зависимости от рабочих температур деталей остекления.

11.3.2. Крепежные элементы

11.3.2.1. **Крепежные и армирующие лавсановые ленты** марок ЛЛ, ЛЛТ, ЛТЛар-55-400 после проверки их на соответствие техническим условиям на заводе-потребителе необходимо подвергнуть термической обработке при температурах 150±5°С — для ленты ЛЛ и 195±5°С — для лент ЛЛТ и ЛТЛар-55-400 в течение 30 мин в свободном состоянии.

Применение лавсановых лент без термообработки не допускается.

11.3.2.2. Капроновая лента марки ЛКТ и фенилоновые ленты марок ЛТФ и ЛТФар-40-90 применяются без предварительной термообработки.

Фенилоновые ленты перед применением с целью удаления замасливателя промыть в воде при температуре 50—60°С с добавлением моющего средства синтанол ДС-10 в количестве 2,5 г/л, прополоскать сначала в теплой, а затем в холодной воде до удаления пены, после чего ленту просушить до постоянной массы.

11.3.2.3. Во избежание осыпания нитей лавсановые ленты всех марок и капроновые ленты разрезать горячим ножом или электроножом с целью получения оплавленного края разреза; при разрезке фенилоновых лент обрезанный край необходимо промазать герметиком Виксинт У2-28 кистевой консистенции.

Уменьшать ширину лент путем обрезки кромок не разрешается, за исключением обрезки по криволинейному профилю (типа волны) в случае конструктивной необходимости. Обрезки проводить электроножом с обязательным оплавлением обрезанного края ленты.

11.3.2.4. При применении лент в конструкции следует обеспечить защиту их от прямого воздействия солнечных лучей.

Ленты хранить в сухом помещении, в упаковке, без доступа света.

Примечания: 1. По требованию потребителя все крепежные и армирующие ленты могут изготовляться других размеров по ширине с сохранением всех свойств, за исключением массы 1 пог. м ленты.

2. При заказе ленты новой ширины завод-потребитель должен учитывать, что в процессе термической обработки ширина и длина лент уменьшается соответственно на 10—15% для марки ЛЛ и на 14—16% для марок ЛЛТ и ЛЛТар-55-400, а прочность возрастает на 5—10%.

11.3.2.5. Лавсановый прессованный профиль в качестве элемента крепления органического стекла, в отличие от крепежных лент практически не имеет вытяжки под действием эксплуатационных нагрузок. В связи с этим нагрузки по периметру заделки стекла распределяются более равномерно.

11.3.2.6. Прессованный профиль готовится из термообработанной лавсановой ленты ЛЛ или ЛЛТ путем пропитки ее в специальной смеси и прессования при температуре 100°С.

Рецептура и приготовление пропиточной смеси приведены в *приложении 11.* Пропитку лавсановой ленты можно производить нанесением пропиточной смеси кистью или погружением ленты в смесь.

11.3.2.7. При первом способе пропитки на ленту следует нанести кистью 4—6 слоев смеси на каждую сторону. Время выдержки на воздухе между нанесением очередного слоя — 10—15 мин при температуре воздуха 15—35°С. После нанесения последнего слоя смеси дать выдержку на воздухе 15—20 мин.

11.3.2.8. При пропитке погружением ленту поместить в ванну с пропиточной смесью, ванну закрыть крышкой. Время выдержки в ванне определяется опытным путем и зависит от вязкости пропиточной смеси.

11.3.2.9. Пропитанную ленту обернуть полиэтиленом и уложить в приспособление, предварительно прогретое при температуре 60°С в течение 30—40 мин; приспособление зажать струбцинами, поместить в термошкаф и выдержать при температуре 60°С 20—30 мин. Вынутая из приспособления лента должна быть частично заполимеризована, но достаточно гибка и эластична.

Пропитанную, частично заполимеризованную лавсановую ленту уложить в пресс-форму, предварительно подогретую до температуры 60°С, на ленту уложить шомпол, который будет в нее запрессован. Во избежание прилипания ленты к пресс-форме последнюю предварительно покрыть 10%-ным раствором смазки КПМС-31 в нефрасе и прогреть в термошкафу при температуре 200°С в течение 1,5 ч, либо закрыть ленту с обеих сторон фторопластовой пленкой или полиэтиленом.

11.3.2.10. Пресс-форму зажать струбцинами или поместить под пресс при удельном давлении 3—5 кгс/см^2.

Полимеризацию пропитанной ленты производить в термошкафу или под прессом с электрообогревом. Прессование вести при температуре 100°С в течение 1 ч.

Пресс-форму охладить до температуры 30—40°С, вынуть профиль и тщательно очистить от полиэтилена.

11.3.2.11. Содержание полиметилметакрилата в профиле C, %, определять по следующей формуле:

$$C = \frac{B-Б-A}{B-Б} \cdot 100,$$

где B — суммарная масса готового профиля с шомполом, г;
$Б$ — масса шомпола, г;
A — масса заготовки лавсановой ленты до пропитки, г.

Содержание полиметилметакрилата в прессованном профиле должно быть 10—15%.

11.3.2.12. Для получения размеров по чертежу профили по ширине обрезать электроножом (температура 300°С).

11.3.3. Склеивание крепежных элементов с органическими стеклами клеем ПУ-2А

11.3.3.1. Клей ПУ-2А применять в мягком креплении для склеивания крепежных и армирующих лавсановых лент марок ЛЛ, ЛЛТ, ЛЛТар-55-400, капроновой ленты ЛКТ и лавсанового профиля с органическими стеклами марок СО-95, СО-120, АО-120.

11.3.3.2. Склеивание производить в чистом помещении при температуре воздуха 20—35°С и относительной влажности воздуха 40—75%.

11.3.3.3. Подготовку поверхности оргстекол к склеиванию (зашкуривание, обезжиривание, защита перед склеиванием) проводить в соответствии с разд. 8.1 настоящей инструкции.

11.3.3.4. Перед склеиванием капроновую и лавсановую ленты всех марок протереть тампоном, смоченным нефрасом, а затем тампоном, смоченным ацетоном. После каждой операции ленту просушить в течение 10—15 мин.

Края прессованного профиля зачистить до удаления заусенцев. Поверхность лавсановых профилей в местах приклейки к стеклу обработать шлифовальной шкуркой зернистостью 14—16 до удаления глянца, очистить от пыли сухой щетинной кистью, после чего протереть тампоном, смоченным нефрасом и просушить 10—15 мин.

11.3.3.5. На склеиваемую поверхность капроновой ленты, лавсанового профиля и органического стекла нанести один слой клея с последующей открытой выдержкой в течение 10—15 мин.

На лавсановые ленты всех марок нанести два слоя клея. После нанесения первого слоя дать открытую выдержку в течение 20—25 мин, второго слоя — 10—15 мин. Одновременно с нанесением второго слоя клея на лавсановую ленту и первого слоя на капроновую, нанести один слой клея на внешнюю поверхность лент.

11.3.3.6. Расход клея должен составлять: с лентой ЛКТ — 500—700 г/м², с лавсановым прессованным профилем — 250—300 г/м², с лавсановыми лентами — 750—850 г/м².

Примечание. При всех операциях строго следить за тем, чтобы была сохранена липкость клея по всей поверхности, при необходимости можно сократить время просушки.

11.3.3.7. Склеиваемые поверхности оргстекла и лент или лавсанового профиля соединить, плотно притереть и обеспечить постоянное давление склеивания 2—3 кгс/см² в течение 24 ч при температуре 20—35°С.

11.3.3.8. Проверку качества склеивания готовых изделий проводить через 3 сут после снятия давления.

Монтажные работы на склеенных деталях можно проводить по достижении прочности клеевого соединения на сдвиг не менее 100 кгс/см при температуре 15—35°С.

11.3.4. Склеивание крепежных элементов с органическим стеклом клеем ВС-10ТМ

11.3.4.1. Клей ВС-10ТМ применять в мягком креплении для склеивания органического стекла Э-2 с крепежной и армирующей лавсановыми лентами ЛЛТ, ЛЛТар-55-400.

11.3.4.2. Склеивание проводить в чистом помещении при температуре воздуха 15—35°С и относительной влажности воздуха 40—75%.

11.3.4.3. Подготовку поверхности оргстекла к склеиванию проводить в соответствии с разд. 3.1.2 настоящей инструкции.

11.3.4.4. Ленты перед приклеиванием протереть тампоном, смоченным нефрасом, а затем тампоном, смоченным ацетоном; после каждой операции ленту просушить 10—15 мин.

11.3.4.5. На склеиваемую поверхность лент нанести два слоя клея с выдержкой в течение 1 ч после нанесения каждого слоя. Одновременно с нанесением второго слоя клея на ленты нанести один слой клея на подготовленную поверхность оргстекла и внешнюю сторону лент.

Расход клея должен составлять 800—1000 г/м².

11.3.4.6. Склеивание производить при давлении 2—3 кгс/см², температуре 135±5°С в течение 3 ч, считая с момента нагрева клеевого соединения до требуемой температуры.

Склеенное изделие охладить под давлением вместе с термошкафом до температуры 35—40°С, после чего выгрузить, снять давление, очистить от остатков клеящего слоя липкой ленты и направить на дальнейшую обработку.

11.3.4.7. Качество склеивания готовых изделий проверять после охлаждения их до комнатной температуры.

Монтажные работы на склеенных изделиях можно проводить сразу же после охлаждения их до комнатной температуры при ус-

ловии, что прочность клеевого соединения на сдвиг не менее 100 кгс/см при температуре 15—35°С и не менее 70 кгс/см при температуре +150°С.

11.3.5. Склеивание крепежных элементов с органическими стеклами клеем ВК-25с

11.3.5.1. Клей ВК-25с применять в мягком креплении для склеивания крепежной и армирующей лавсановых лент ЛЛТ, ЛТЛар-55-400 с органическими стеклами Э-2, Э-2у, а также крепежной и армирующей фенилоновых лент ЛТФ, ЛТФар-40-90 с оргстеклом СО-200.

Клей ВК-25с готовить в соответствии с *приложением 12.*

11.3.5.2. Склеивание производить в чистом помещении при температуре воздуха 15—35°С и относительной влажности воздуха 40—75%.

11.3.5.3. Подготовку поверхности оргстекол к склеиванию проводить в соответствии с разд. 8.1 настоящей инструкции.

11.3.5.4. Склеиваемые поверхности лавсановых и фенилоновых лент перед склеиванием протереть тампоном, смоченным нефрасом, затем тампоном, смоченным ацетоном; после каждой операции ленту просушить в течение 10—15 мин.

11.3.5.5. На склеиваемые поверхности лавсановой и фенилоновой лент нанести 4 слоя клея и 1 слой клея на внешнюю сторону ленты.

На склеиваемую поверхность органического стекла нанести 2 слоя клея одновременно с нанесением 3-го и 4-го слоя клея на ленту.

После нанесения каждого слоя дать открытую выдержку в течение 1 ч при температуре 15—35°С. Покрытые клеем ленты и органическое стекло выдержать в течение 15—24 ч при температуре 15—35°С.

Расход клея на лавсановые и фенилоновые ленты составляет 1300—1400 г/м^2, на оргстекло 150—200 г/м^2.

11.3.5.6. Склеивание производить при давлении 3—5 кгс/см^2 при температуре 135±5°С в течение 5 ч, с момента установления температуры.

После склеивания изделие охладить под давлением вместе с термошкафом до температуры 35—40°С, затем выгрузить, снять давление, очистить от остатков клеящего слоя липкой ленты и направить на дальнейшую обработку.

11.3.5.7. Качество склеивания готовых изделий определять после охлаждения до температуры 15—35°С.

Монтажные работы на склеенных изделиях можно проводить сразу же после охлаждения их до комнатной температуры, при условии, что прочность клеевого соединения на сдвиг не менее 200 кгс/см при температуре 15—35°С и не менее 70 кгс/см при температуре 150°С.

11.3.6. Контроль качества склеивания крепежных элементов с оргстеклами

11.3.6.1. Контроль по образцам-спутникам. Проверку качества готовых изделий (в том числе армирующих лент) проводить на образцах-спутниках (рис. 34), склеиваемых одновремен-

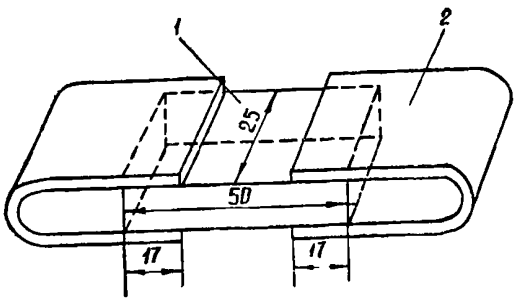

Рис. 34. Образец, склеенный из органического стекла и крепежной ленты, для определения предела прочности на сдвиг при растяжении:

1 стекло; *2* - лента

но и в одинаковых условиях с изделиями. Образцы испытывать на сдвиг при приложении растягивающей нагрузки к приклеенным петлям. Испытания проводить со скоростью перемещения нагружающего зажима машины равной 10 мм/мин. Для испытаний использовать разрывную машину, обеспечивающую измерение нагрузки с погрешностью не более 1% от измеряемой величины.

Испытания образцов при температуре 150°С проводить в нагревательной камере испытательной машины. Время выдержки образцов в нагревательной камере составляет 30 мин с момента установления заданной температуры.

Прочность клеевых соединений на сдвиг определить по формуле:

$$\tau_в = \frac{P}{B},$$

где $\tau_в$ — условная прочность при сдвиге, кгс/см;
P — разрушающее напряжение, кгс;
B — ширина образца, см.

За результат испытаний принимать среднее арифметическое результатов испытаний 5 образцов.

Прочность клеевых соединений на сдвиг в исходном состоянии должна быть:

— для клея холодного отверждения ПУ-2А $\tau_в \geqslant 100$ кгс/см при температуре испытания 15—35°С через трое суток после снятия давления;

— для клея горячего отверждения ВС-10ТМ $\tau_в \geqslant 100$ кгс/см при температуре испытания 15—35°С и $\tau_в \geqslant 70$ кгс/см при температуре 150°С после снятия давления и охлаждения до комнатной температуры;

— для клея горячего отверждения ВК-25с $\tau_в \geqslant 200$ кгс/см при температуре испытания 15—35°С и $\tau_в \geqslant 70$ кгс/см при температуре 150°С после снятия давления и охлаждения до комнатной температуры.

Примечание. Контроль по образцам-спутникам проводить обязательно независимо от других методов контроля.

11.3.6.2. **Метод контрольных ленточек.** Метод контрольных ленточек применять для определения прочности клеевого шва на готовых изделиях непосредственно на заводе-изготовителе и в эксплуатации.

Для использования метода контрольных ленточек предварительно (до обезжиривания) к склеиваемой поверхности крепежных лент пришить нитками № 40 контрольные ленты размером 60×10 мм из лавсановой ткани арт. 21699 согласно рис. 35. Контрольные ленты вырезать при помощи электроножа.

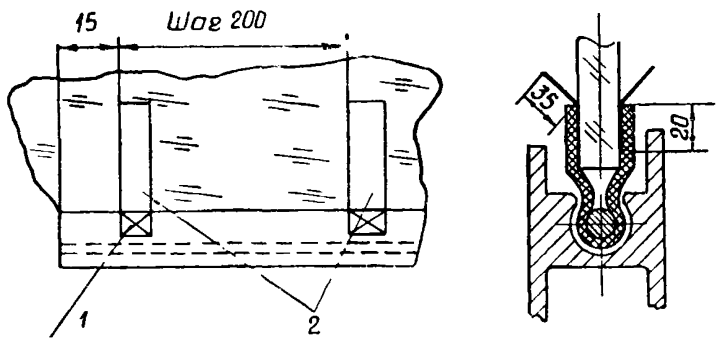

Рис. 35. Схема расположения контрольных лент:
1 — нитки № 40; *2* — контрольные ленты

При приклеивании крепежных лент к стеклу свободный конец контрольных лент защитить от клея липкой лентой на целлофане или полиэтилене.

Проверку качества склеивания готовых изделий проводить с помощью зажима, соединенного с динамометром на 10—15 кгс. Свободный конец контрольной ленты, освобожденный от целлофана, закрепить в зажиме и плавно нагрузить до 3 кгс, прикладывая усилие перпендикулярно к плоскости склейки (нагрузку более 3 кгс не допускать).

Качество склейки считать хорошим, если под нагрузкой 3 кгс в течение 1 мин не произойдет отслаивания ленты вместе с конт-

рольными лентами, что соответствует прочности на сдвиг не менее 100 кгс/см.

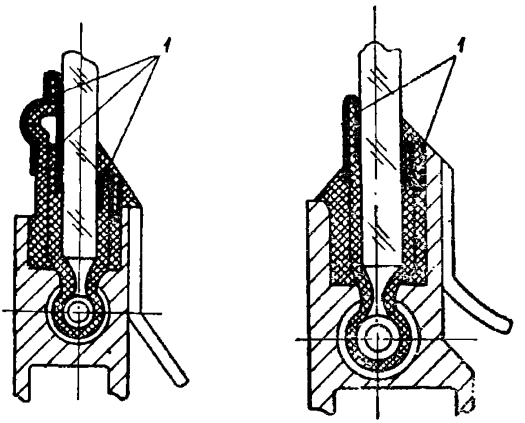

Рис. 36. Заделка контрольных лент под герметик

1 — контрольная лента

После испытания и монтажа стекла в каркас контрольные ленты заделать под герметик согласно рис. 36.

11.3.7. Герметизация деталей остекления

11.3.7.1. Для герметизации деталей из органических стекол СО-95, СО-120, АО-120 применять герметик ВИТЭФ-1. Для герметизации деталей из органических стекол Э-2, Э-2У и СО-200 применять герметик Виксинт У2-28. Герметик ВИТЭФ-1 применять без подслоя; герметик Виксинт У2-28 применять с системой подслоев П-9 и П-11, а для металлических поверхностей допустимо применять подслой П-11 с протирочной пастой № 2.

11.3.7.2. Герметик ВИТЭФ-1 готовить в соответствии с инструкцией ПИ1.2.157—80, герметик Виксинт У2-28 в соответствии с ОСТ1 90058—85, подслой П-9 в соответствии с производственной инструкцией ПИ1.2.090—78, подслой П-11 поставляется в соответствии с ОСТ38.03240—81.

11.3.7.3. Поверхность деталей остекления, не подлежащая герметизации, должна быть защищена липкой лентой на целлофане или полиэтилене. Зону нанесения герметика на оргстекле и ленте, пропитанной клеем, предварительно зачистить шкуркой с зернистостью 14—16 до удаления глянца, тщательно очистить от пыли сухой щетинной кистью, затем обезжирить нефрасом и просушить 10—15 мин. Металлические поверхности, подлежащие герметизации, обезжирить сначала нефрасом, затем ацетоном с последующей сушкой в течение 10—15 мин после каждой операции.

11.3.7.4. Для герметика Виксинт У2-28 на обезжиренные поверхности оргстекла, крепежной ленты и металла нанести тонкий слой

подслоя П-9, выдержать при температуре 15—35°С в течение 40 мин — 1 ч, после чего нанести подслой П-11 и высушить при температуре 15—35°С не менее 1 ч и не более 24 ч. Металлические поверхности допускается протереть с усилием жесткой щетинной кистью или хлопчатобумажной салфеткой с протирочной пастой № 2. Излишки пасты удалить протирочным материалом. На обработанные пастой № 2 металлические поверхности нанести подслой П-11 и просушить при температуре +15—35°С не менее 1 ч и не более 24 ч.

11.3.7.5. На подготовленные поверхности нанести шприцем или шпателем соответствующий герметик в виде жгутика, перекрывая выступающие крепежные ленты или профиля (до липкой ленты).

Для лучшего качества герметизации герметик после потери липкости прикатать роликом или разровнять рукой, слегка смоченной водой. Слой герметика должен иметь толщину 2—3 мм, а по краям в сторону липкой ленты должен сводиться на «ус».

11.3.7.6. Загерметизированное изделие для вулканизации герметика ВИТЭФ-1 выдержать при температуре 15—35°С в течение 3—5 сут в зависимости от температуры окружающего воздуха, а герметика Виксинт У2-28 — в течение 3 сут при температуре 15—35°С, после чего изделия могут быть испытаны на герметичность.

11.3.8. Приклеивание резин к оргстеклу и металлу

11.3.8.1. Резины, применяемые в качестве прокладок и профилей герметизации деталей остекления, к органическим стеклам и металлу каркаса фонаря приклеивать:

резину НО-68-1 — герметиком ВИТЭФ-1, клеем ПУ-2А;

резину 181 — герметиком ВИТЭФ-1;

резину ИРП-1338 — герметиками Виксинт У2-28, ВИАТ.

Примечание. Герметики ВИТЭФ-1, Виксинт У2-28 применять с минимальной жизнеспособностью 2- 3 ч.

11.3.8.2. Перед приклеиванием поверхности резины и оргстекол, подлежащие склеиванию, зачистить наждачной шкуркой с зернистостью 14—16, очистить от пыли щетинной кистью или сухой х/б салфеткой.

Обезжирить склеиваемые поверхности резины, оргстекла и металла нефрасом, с последующей сушкой на воздухе при температуре 15—35°С в течение 10—15 мин.

Резину НО-68-1 после зашкуривания и обезжиривания подвергнуть обработке в хромовой смеси согласно ПИ1.2.025—77.

11.3.8.3. При склеивании герметиком ВИТЭФ-1 на зашкуренные и обезжиренные поверхности оргстекла, резины и металла нанести шпателем тонкий слой герметика 0,5—0,8 мм и дать открытую выдержку на воздухе 0,5—2,0 ч, сохранив липкость герметика. Со-

единить склеиваемые поверхности и прикатать роликом. Выдавленный герметик свести на «ус» при помощи шпателя. Выдержать склеенные детали при температуре 15—35°С в течение 5 сут.

11.3.8.4. При склеивании клеем ПУ-2А на зашкуренную и обезжиренную поверхность оргстекла, резины и металла нанести 1 слой клея, дать открытую выдержку на воздухе при температуре 15—35°С в течение 10—15 мин, после чего соединить склеиваемые поверхности и приложить давление 1,5—2,0 кгс/см². Продолжительность выдержки под давлением 24 ч при температуре 15—35°С и 48 ч после снятия давления.

11.3.8.5. При склеивании герметиком Виксинт У2-28 на обезжиренные поверхности оргстекла и металла нанести подслой П-9 с последующей сушкой при температуре 15—35°С в течение 1 ч, а затем подслой П-11 с последующей сушкой не менее 1 ч и не более 24 ч.

На обезжиренную поверхность резины нанести 2 слоя раствора катализатора № 18 в нефрасе (на 1 см³ нефраса — 0,04 г катализатора № 18) с промежуточной сушкой на воздухе при температуре 15—35°С в течение 3—5 мин или 1 слой 10% раствора катализатора № 18 в этилсиликате с последующей сушкой при температуре 15—35°С в течение 1 ч.

На подготовленные поверхности оргстекла, резины и металла нанести тонкий слой герметика 0,3—0,5 мм, дать открытую выдержку в течение 0,5—1,0 ч при температуре 15—35°С, после чего соединить склеиваемые поверхности и прикатать роликом. Выдержка до полного отверждения при температуре 15—35°С в течение 3 сут.

11.3.8.6. При склеивании герметиков ВИАТ на обезжиренную поверхность оргстекла нанести подслой П-9 с последующей сушкой в течение 1 ч при температуре 15—35°С, затем подслой П-11 с последующей сушкой не менее 1 ч и не более 24 ч.

На обезжиренные поверхности металла, резины и обработанные подслоями поверхности оргстекла нанести тонкий слой герметика 0,3—0,5 мм, дать открытую выдержку при температуре 15—35°С в течение 5—10 мин, соединить склеиваемые поверхности и прикатать роликом. Выдержка при температуре 15—35°С до полного отверждения в течение 3 сут.

12. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ

12.1. Термическую обработку деталей остекления проводят с целью улучшения совпадения сопрягающихся обводов детали из оргстекла с каркасом, а также для снятия внутренних напряжений в стекле.

12.2. Неформованные плоские детали из неориентированного оргстекла, а также детали, полученные заливкой мономера в криволинейные формы, подвергаются обязательной термообработке для снятия внутренних напряжений, заложенных в стекле в про-

цессе его изготовления при полимеризации. Плоские детали из АО-120 и ориентированного стекла Э-2У можно не подвергать термообработке.

12.3. Термическую обработку формованного органического стекла с целью подгонки по каркасу проводить в термошкафу любой конструкции, обеспечивающем перепад температуры по всей площади термообрабатываемой детали, уложенной в приспособление, в пределах ±3°С.

12.4. Термообработку деталей из органического стекла проводить при следующей температуре, °С (±5°С):

СО-95	75
СО-120 и СО-120Т	90
СО-140	100
Э-2 и Э-2У	160
АО-120	80
СО-200	170

12.5. Перед загрузкой в термошкаф детали должны быть выдержаны в условиях температуры цеха не менее 2 ч.

12.6. Детали, уложенные в приспособление для отжига, поместить в термошкаф, температура которого не должна быть выше 40°С, после чего температуру плавно поднять до заданного уровня.

12.7. Время подъема температуры в термошкафу до заданной не должно быть меньше 5 мин на каждый миллиметр толщины отжигаемого стекла, но не менее 30 мин.

12.8. Если подъем температуры в термошкафу с автоматической регулировкой идет быстрее рекомендованного, допускается проводить подъем температуры на ручной регулировке, ступенчато.

12.9. Продолжительность термической обработки деталей составляет не менее 6 ч с момента достижения нужной температуры на поверхности стекол марки СО-95, СО-120, СО-120Т, СО-140, АО-120. Первый поджим стекла по обводам производить после 2 ч выдержки при установившейся температуре. Последующие поджимы производить через 1 ч. Поджим производить непосредственно в термошкафу, не извлекая из него стекла. После окончательного поджима стекло выдерживать в термошкафу еще 4 ч.

12.10. По окончании времени термообработки обогрев термошкафа отключить и с работающим вентилятором, не вынимая стекла из термошкафа, охладить его на 20—30°С ниже заданной температуры, после чего прижим стекла ослабить. Дальнейшее охлаждение стекла до температуры 30—40 С, при которой стекло может быть извлечено из термошкафа и снято с приспособления, производить в закрытом термошкафу с выключенным вентилятором.

12.11. Время термообработки литых криволинейных и плоских деталей из стекол Э-2 и СО-200, а также формованных из стекла Э-2 и Э-2У, составляет не менее 2 ч. В этом случае первый под-

жим стекла по обводам производить после 1 ч выдержки при заданной температуре.

12.12. Термообработку деталей для снятия внутренних напряжений можно проводить неоднократно, после каждой технологической операции (формования, механической обработки, монтажа) в каркасе или свободно уложенными в термошкафу.

12.13. Необходимость термообработки устанавливается при отработке техпроцесса на опытных деталях с проверкой их на «серебростойкость».

12.14. При наличии в деталях больших напряжений возможно появление «серебра» раньше, чем произойдет релаксация этих напряжений при термообработке. В этом случае рекомендуется первые 2 ч термообработку проводить при температуре на 20—25°С ниже рекомендованной, а затем 4 ч при заданной.

13. ПОЛИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ

13.1. Полировку деталей из органического стекла проводить для повышения прозрачности стекла.

Процесс каждой полировки состоит из следующих операций: промывки, полировки, промывки, контроля.

13.2. Все операции следует производить при температуре 15—25°С в чистых (без пыли) помещениях, изолированных от проникновения растворителей или их паров, вызывающих появление «серебра».

13.3. Работа проводится на рабочих столах, обитых байкой. Стекло следует промывать мягкой хлопчатобумажной салфеткой или марлей сначала мыльной водой (3—5%-ный раствор), а затем чистой водой. Салфетки должны быть чистыми, предварительно простиранными, без твердых включений; во время промывки необходимо часто прополаскивать их в воде.

После промывки протереть стекло досуха сухой мягкой салфеткой или марлей. Не следует пользоваться для протирки стекла ватой, плохо впитывающей влагу, и шерстяными салфетками, так как они вызывают электростатический заряд, способствующий притягиванию к поверхности частиц пыли.

13.4. Полировку проводить вручную с применением полировочной пасты для оргстекла, полировочного состава 63М, фланелевых салфеток, гигроскопической ваты или замши.

Примечание. Вата должна быть без включений, способных поцарапать стекло.

13.5. Небольшое количество полировочной пасты для органического стекла размазать по поверхности стекла на той части, которая полируется, а затем растереть с легким нажимом кругообразными движениями. В процессе полировки полировочную пасту добавлять по мере необходимости. Перед применением пасту

взбалтывать. Полировку вести до получения поверхности, не отличающейся от остальных участков органического стекла. Полировку необходимо производить сразу после нанесения пасты на стекло, не допуская ее высыхания.

13.6. Для ликвидации возможности последующего агрессивного воздействия полировочной пасты на органическое стекло и снятия жировой матовой пленки пасты необходимо по окончании полировки протереть тампоном из чистой сухой гигроскопической ваты или байкой остатки полировочной пасты с органического стекла, после чего протереть мягкой хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в теплой мыльной воде (3- 5%-ный раствор), а затем промыть чистой водой.

Воду менять после каждой операции. После промывки необходимо протереть стекло досуха чистой мягкой хлопчатобумажной тканью или марлей и произвести визуальный осмотр для определения степени прозрачности деталей остекления. В процессе контроля осмотреть полированные участки и проверить, нет ли на них царапин и оптических искажений.

14. МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ

14.1. Отформованные детали остекления и триплексы на их основе подлежат маркировке. В качестве маркирующего средства применяется клей ПВ-16 и НК-14 (см. *приложение 9*).

14.2. Маркировка деталей остекления должна отражать:

а) шифр предприятия-изготовителя;

б) марку стекла, номер партии стекла, номер листа;

в) месяц и год изготовления стекла;

г) месяц и год монтажа детали остекления или месяц и год приклейки крепежной ленты.

Пример: ММЗ, СО-120, 159-1, 4.88, 6.88.

14.3. Маркировку наносить на внутреннюю поверхность оргстекла в одну строку в зоне, не мешающей обзору, на расстоянии порядка 30—40 мм от заделки стекла в каркас.

14.4. Поверхность стекла перед нанесением маркировочного состава промыть теплой водой (+40°С) с бесщелочным мылом. На чистую незашкуренную поверхность стекла нанести надпись при помощи ручки с канцелярским или плакатным стальным пером.

14.5. Расстояние между цифрами (буквами) должно быть не менее 2 мм, а между порядком цифр, обозначающих тот или иной показатель — не менее 5 мм.

15. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

15.1. К работе по изготовлению деталей остекления из органических стекол допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр в соответствии с приказом Минздрава СССР «О проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудящихся», инструктаж и

обучение в соответствии с ГОСТ 12.0.004—79 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда» и «Положением о порядке проведения инструктажа и обучение по технике безопасности и производственной санитарии работающих» ЦП 165 от 16.10.72 г.).

15.2. Производственные помещения, в которых проводятся работы, должны удовлетворять требованиям санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СН 245-71).

15.3. Производственные помещения и технологическое оборудование должны быть обеспечены приточно-вытяжной и местной вентиляцией в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021—75 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования». Формование оргстекол Э-2, Э-2У и СО-200 осуществляется в термошкафу при включении отсоса летучих.

15.4. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007—76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» и ГОСТ 12.1.005—76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

15.5. Характеристика вредных веществ.

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м³	Класс опасности	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Температура вспышки, °С	
					нижний предел	верхний предел
Этанол	1000	IV	ЛВЖ	404	11	41
Фенол	0,3	II	75	595	48	83
Ацетон	200	IV	—18	465	—20	6
Нефрас СЗ-80/120	100	IV	—27	370	27	3
Бутиловый спирт	100	III	41	345	31	60
Окись углерода	20	IV	—	610	12,5	75
Толуилендиизоцианат (продукт 102Т)	0,05	II	202	220	—	—
Аммиак	2,0	II	—	650	—	—
Диэтилдикапралат олова	0,02	I	25	180	92	123
Бутилацетат	200	IV	29	450	—8	28
Уайт-спирит	300	IV	43	260	35	68

Продолжение

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м³	Класс опасности	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Температура вспышки, °С	
					нижний предел	верхний предел
Дихлорэтан	0,05	I	9	413	8	31
Оргстекла Э-2, Э-2V, СО-200, СО-120, АО-120	—	—	380	410	—	—
Мономер Э-2	0,5	II	—	—	—	—
Фтористый водород	0,5	II	—	—	—	—
Пары метилметакрилата	10	II	260	460	—	—

Примечание. Данные приведены из справочников:

«Вредные вещества в промышленности». М.: Химия, 1976.

«Справочник пожарной опасности химических веществ и материалов, применяемых в химической промышленности». М.: Химия, 1970.

Токсикологическая характеристика вредных веществ

Этанол — слабый наркотик.

Ацетон — обладает наркотическими действиями, накапливается в организме, может вызывать хронические отравления.

Нефрас СЗ-80/120 — слабый наркотик, отравления возможны изредка. Может вызывать хронические дерматиты, экземы кожи.

Бутиловый спирт — действует как наркотик, обладает раздражающим действием на слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей.

Окись углерода — обладает общеядовитым действием, нарушая тканиевое дыхание и уменьшает потребление тканями кислорода.

Фенол — пары фенола в виде мелкой пыли опасны особенно при попадании на кожу.

Толуилендиизоцианат (продукт 102Т) — вызывает резкое раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку, способен вызывать астмоподобные заболевания с дальнейшим хроническим заболеванием легких.

Аммиак — вызывает раздражение верхних дыхательных путей.

Диэтилдикаприлат олова — оказывает общетоксическое действие с преимущественным поражением центральной нервной систе-

мы, органов кроветворения, вызывает раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей.

Бутилацетат — наркотик. Вызывает раздражение слизистых оболочек и верхних дыхательных путей.

Уайт-спирит — слабый наркотик. Вызывает раздражение верхних дыхательных путей.

Дихлорэтан — сильнотоксичное вещество, способен вызывать острое отравление, оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки.

Мономер Э-2 — поражает сосудисто-дыхательные центры, кумулируется в организме.

Метилметакрилат — наркотик. Оказывает раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз.

Фтористый водород — обладает раздражающим действием слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

15.6. При работе по изготовлению деталей из органических стекол соблюдать требования пожарной безопасности в соответствии с «Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий», утвержденными ГУПО МВД СССР, Правилами пожарной безопасности, утвержденными министерством отрасли.

15.7. При работе с электрооборудованием соблюдать Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

15.8. Организация и выполнение работ с клеями и герметиками, применяемое оборудование должны соответствовать требованиям «Санитарных правил организации технологических процессов и гигиенических требований к производственному оборудованию» № 1042—73, ГОСТ 12.2.003—74, ГОСТ 12.3.002—75.

Приготовление клеев и герметиков следует производить с учетом требований ОСТ 1.42199—84 «ССБТ. Работы клеевые. Общие требования безопасности».

15.9. Все работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011—75 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация». Используемые средства защиты: х/б халаты, защитные очки, теплозащитные байковые перчатки или руковицы, хлопчатобумажные, резиновые или биологические перчатки (*приложение 13*).

В качестве профилактики после работы, связанной с механической обработкой оргстекол Э-2, Э-2У и СО-200, при попадании клея и герметика — которые предварительно удалить тампоном, смоченным спиртом, не защищенные спецодеждой части тела промыть теплой водой с мылом, протереть смесью для рук, состоя-

щей из 70% этилового спирта, 25% глицерина и 5% водного раствора аммиака.

15.10. При работе на технологическом оборудовании по ориентации и формованию органического стекла категорически запрещается:

а) оставлять без постоянного надзора включенные установки для ориентации, включенные термошкафы, отформованные детали остекления под давлением или вакуумом;

б) вести ремонтные работы или устранять неполадки на действующем оборудовании;

в) закрывать термошкафы с работающими в них людьми.

Все рабочие места должны быть снабжены инструкциями по технике безопасности, составленными с учетом вышеперечисленных и основных требований и конкретных условий работы.

Перед обработкой оргстекол проводить влажную уборку помещения.

15.11. При механической обработке стекол Э-2, СО-200 и Э-2У необходимо пользоваться х/б халатом, защитными очками, респираторами или многослойными марлевыми повязками, или фильтрующим противогазом БКФ.

Остальные мероприятия по технике безопасности при механической обработке органического стекла должны отвечать Правилам безопасности при прессовании и доработке деталей из пластических масс, а также Правилам безопасности при холодной обработке металлов (см. сборник Правила и нормы по технике безопасности и промышленной санитарии, действующие в авиационной и оборонной промышленности том I и II, НИАТ, 1977).

15.12. При разметке заготовок оргстекол Э-2, Э-2У и СО-200, при обработке, переносе стекла и приклейке лавсановой ленты пользоваться хлопчатобумажными перчатками.

15.13. Отходы оргстекол марок Э-2, Э-2У и СО-200 хранить в ящиках для отходов, установленных вне помещения.

15.14. При работе с клеями и герметиками строго соблюдать требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.3.005—75. Хранить ЛВЖ в плотно закрывающейся таре, исключающей образование искр.

15.15. При проливании продукта 102Т необходимо засыпать пролитый продукт опилками, собрать их совком, вынести из помещения и залить 5—10%-ным раствором аммиака. Остатки продукта 102Т на месте разлива также залить 5—10%-ным раствором аммиака.

15.16. Приготовленный клей (герметик) хранить в сосуде с плотно закрывающейся крышкой.

15.17. Мытье посуды и кистей производить ацетоном и РВД в вытяжном шкафу с включенной приточно-вытяжной вентиляцией. Работу производить в резиновых перчатках, халате или фартуке.

15.18. При триплексировании соблюдать следующие правила:

приготовление и нанесение поливинилэтилального подслоя проводить в вытяжном шкафу при включенной вентиляции;

разъем стеклопакета с разбитыми силикатными подложками для предохранения глаз от попадания осколков силикатного стекла проводить в защитных очках.

15.19. Над установками для ориентации, а также над дверями термошкафов должны быть установлены вытяжные зонты.

15.20. При пневмоформовании термошкаф должен быть снабжен дренажным клапаном для обеспечения сброса давления при возможном разрушении детали.

При пневмоформовании оргстекол вне шкафа необходимо использовать ограждение.

16. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

16.1. Средства измерения:

весы лабораторные технические типа Т-200 СТУ-30, 3142-62 на 200 г;

весы лабораторные технические ВЛР на 1 кг, ТУ25.06.385—75;

часы бытовые;

секундомер, ГОСТ 5072—72;

термометр, ГОСТ 215—73, тип Б, группа 1, № 4;

штангенциркуль ШЦ-01-1-125, ГОСТ 166—73;

микрометр А-875, ГОСТ 6507—60;

вискозиметр типа ВЗ-1 (сопло 5,4);

вакуумметр ВТП-160 — 1÷0 кгс/см²;

электронный автоматический мост ЭПП-209 Гр 21,0—300°С, ГОСТ 7164—78;

электронный автоматический потенциометр КСП 4,0—400 С, гр. ХА мод 41.463.80.036, ТУ25.05-1290—78;

автоматический вторичный прибор КСД2-037 0—25 кгс/см², ТУ25.05-1437—73;

психрометр типа ПБУ-1М.

16.2. Контроль температурных режимов в термошкафу, термостате ТМ-4.000, газовом автоклаве «Шольц», жидкостном автоклаве 1200 черт, АЖ 15.00.000 НИТС, камере испытательной машины вести по приборам пульта управления класса не ниже 0,5, работающими в комплекте с термопреобразователями по ГОСТ 3044—84 с суммарной погрешностью не более ±5°С.

16.3. Термошкаф должен быть аттестован по рабочему объему. Термостат должен подвергаться периодической аттестации по рабочему объему по температурным режимам.

16.4. Применяемые средства измерения должны иметь действующие клейма или свидетельства ведомственной или государственной проверки.

16.5. Рекомендованные средства измерения могут быть заменены средствами измерений аналогичного назначения, имеющими метрологические характеристики, не хуже предлагаемых.

Инструкцию составили: В. В. Усов, В. П. Волкова, Б. В. Перов, Е. С. Осикина, З. И. Зайцева, С. Ф. Климова, Э. А. Куклин, Л. Н. Бурзина, М. Г. Серкова, Т. С. Тригуб, Т. В. Пашкова, М. М. Гудимов, Е. Г. Сентюрин, Н. И. Клепцова, Е. А. Требукова, при участии Б. Т. Турбина, Ю. И. Караванова, В. И. Лебедевой, Т. С. Кокановой, Л. И. Гонтарь, Н. М. Абрамовой

Зам. начальника ВИАМ **ПЕРОВ Б. В.**

Начальник лаборатории **СЕНТЮРИН Е. Г.**

Начальник лаборатории **БЕРЕНСОН В. Ф.**

Главный метролог **ЩЕРБАКОВ В. А.**

Руководитель группы по охране труда **ЕРМАК С. М.**

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И МОНТАЖЕ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ

Наименование материалов	ГОСТ, ТУ
Абразивный порошок	ГОСТ 3647—80
Антистатик	ТУ6-15-1416—84
Ацетон реактивный	ГОСТ 2603—79
Ацетон марки «А»	ГОСТ 2603—79
Бумага для оклейки органического стекла	ТУ81-04-392—75
Бумага крафт-оберточная толщиной 0,1—0,12 мм	ГОСТ 8273—75
Бумага кабельная толщиной 0,1—0,12 мм	ГОСТ 645—79Е
Байка	ГОСТ 17244—71
Бязь	ГОСТ 11680—76
Бумага папиросная	ГОСТ 3479—85
Бумага «пик»	ГОСТ 1469—74
Батист арт. 1402	ГОСТ 3474—72
Вата медицинская гигроскопическая (хирургическая)	ГОСТ 5556—81
Вазелин	ГОСТ 5774—76
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709 -72
Глицерин дистиллированный	ГОСТ 6824—76
Глюкоза чистая или техническая	ГОСТ 6038—79
Дициклогексиловый эфир надугольной кислоты	ТУ6-01-7-173—85
Карандаш «Стеклограф»	РСТ РСФСР 391 79
Герметик Виксинт У-2-28	ОСТ 38.03238—81
Герметик ВИТЭФ-1	ТУ 38105.1291—84
Герметик ВИАТ	ОСТ 38.03238—81
Дакрил 2М	ОСТ 6-01-38—81
Дибутилфталат	ГОСТ 8728- 77
Дихлорэтан технический	ГОСТ 1942—74
Желатин технический	ГОСТ 4821—77
Желатин пищевой	ГОСТ 317—63

Наименование материалов	ГОСТ, ТУ
Замша оленья или галантерейная	ГОСТ 3717–84
Каучук марки СКТН	ГОСТ 13835—73
Кварц молотый, пылевидный (маршалит КП-3)	ГОСТ 9077—82
Компаунд Виксинт К-18	ТУ 38.103.508—81
Клей 88 НП	ТУ 38.105.540 85
Клей резиновый 4508	ТУ 38.105-480—76
Кислота салициловая	ГОСТ 624—70
Кислота бензойная техническая	ГОСТ 6413 -77
Кислота бензойная химически чистая	ГОСТ 10521—78
Краситель бриллиант-грюн (кристаллический)	МРТУ 6-09-1531—64
Краситель антрахиноновый жирорастворимый	ТУ6-14-959—73
Клей 4НБ ув	ТУ 38.105-236—85
Клей ВС-10Т	ГОСТ 22345—77
Клей казеиновый в порошке	ГОСТ 3056—74
Канифоль сосновая	ГОСТ 19113—84
Крахмал картофельный	ГОСТ 7699—78
Лак ФЛ-5111	ТУ 16-503-035—75
Лак акриловый АК-113 или АК-113Ф	ГОСТ 23832—79
Лента лавсановая марок ЛЛ и ЛЛТ	ТУ 17 РСФСР 1423—80
Лента техническая лавсановая армирующая марки ЛЛТар-55-400	ТУ 87—76
Лента капроновая марки ЛКТ	ТУ 17 РСФСР 5961—78
Лента фенилоновая марки ЛТФ	ТУ 71—74
Лента техническая фенилоновая марки ЛТФар-40-90	ТУ 135—80
Лента липкая целлофановая	ТУ6-17-626—74
Лента липкая полиэтиленовая	ГОСТ 20477—75
Лак КО-85	ГОСТ 11066—74
Магний хлористый технический	ГОСТ 1259—73
Масла авиационные	ГОСТ 21743—76
Масло вазелиновое	ГОСТ 3164—78
Марля	ГОСТ 9412—77
Мешки для стекла «Триплекс»	ТУ38-105-111—78

Наименование материалов	ГОСТ, ТУ
Метиловый эфир метакриловой кислоты (метилметакрилат)	ГОСТ 20370—74
Миткаль	ГОСТ 7138—83
Мыло детское	ГОСТ 5.1867—77
Натрий двууглекислый	ГОСТ 4201—79
Нефрас-С3-80/120	ГОСТ 443—76 (изм. № 2)
Нигрозин жирорастворимый	ТУ6-14-376—76
Нитки капроновые № 3	ТУ 17 РСФСР 2710—74
Окись цинка	ГОСТ 10262—73
Паста полировочная для органического стекла	ТУ6-01-353—76
Параформ	ТУ6-09-3208—73
Паронит УВ-10	ГОСТ 481—80
Пенополиуретан эластичный на основе П-2200	ОСТ6-05-407—75
Пленка фторопластовая	ГОСТ 12508—73
Пленка поливинилбутиральная клеящая	ГОСТ 9438—85
Пленка поливинилбутиральная без пластификатора (ПВБ)	ГОСТ 9438—85
Пленка полиэтиленовая	ГОСТ 10354—82
Пленка прокладочная	ТУ6-11-151-241—78
Подслой П-11	ОСТ 38 03240—81
Поливинилэтилаль	ТУ6-05-041-564—79
Полибутилтитанат	ТУ6-09-2647—75
Полиэфир 24	ГОСТ 22234—76
Проволока константановая	ГОСТ 5307—77
Продукт 102Т	ТУ6-03-331—79
Продукт 4	ТУ 38-105-761—83
Пудра алюминиевая ПАК-4	ГОСТ 5494—71
Перчатки из трикотажного полотна	ГОСТ 1108—74
Перчатки хирургические	ГОСТ 3—75
Резина 10	ТУ 1551—75
Сера	ГОСТ 127—76
Салфетки х/б	ГОСТ 9858—75
Синтанол ДС-10	ТУ6-14-577—77

Наименование материалов	ГОСТ, ТУ
Смазка ЛС-1П	ТУ 38 УССР 201145—77
Смазка ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6267—74
Смола ВИАМ-ф9	ТУ6-05-1384—75
Смола ГР и лаки ГР-С и ГР-3	ОСТ 6-05-5077—76, ОСТ ВД-6-05-5077—76
Спирт бутиловый технический нормальный	ГОСТ 5208- 81
Спирт поливиниловый	ГОСТ 10779—78
Спирт этиловый технический	ГОСТ 17299—78
Спирт пищевой реактивный	ГОСТ 5903—77
Спирт гидролизный ректификованный	ГОСТ 18300—72
Стекло органическое авиационное марок СО-95, СО-120, СО-140	ГОСТ 10667—74
Стекло авиационное ориентированное марки АО-120	ТУ5-19-244—84
Стекло органическое марки Э-2	ТУ6-01-659- -79
Стекло органическое (упрочненное) марки Э-2У	ТУ6-01-8-83—85
Стекло органическое марки СО-200	ТУ6-01-2-331—75
Стекло органическое марки СО-120Т	ТУ6-01-1264—81
Стекло оконное листовое	ГОСТ 111—78
Ткань лавсановая арт. 21699 ВНИИПХВ	ТУ 174—75
Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
Хлопчатобумажная ткань	ГОСТ 7138- 83
Ткань АХКР односторонняя вулканизованная конструкции «Б»	ТУ 38-005-6079—75
Ткань АОД	ГОСТ 14619—69
Смола поливинилхлоридная хлорированная	ГОСТ 1004—62
Фенол	ГОСТ 6417—72
Фланель	ГОСТ 7259--77
Целлофан (пленка целлюлозная)	ГОСТ 7730 74
Шкурка шлифовальная с зернистостью 14 16	ГОСТ 6456 -82, ГОСТ 5009—82

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ «СЕРЕБРОСТОЙКОСТИ» ОРГАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ В АЦЕТОНЕ

1. Испытанию «серебростойкости» может подвергаться целая деталь или образцы, вырезанные из детали.

Если деталь имеет небольшие размеры (бортогни, мелкие светильники и т. п.), испытанию может подвергаться деталь целиком.

«Серебростойкость» крупногабаритных деталей проверять в местах предполагаемых наибольших напряжений (как правило, это места максимальных деформаций). В этом случае воздействие ацетона может быть осуществлено двумя путями: 1) на образцы, вырезанные из различных мест (по 2—3 образца с каждого испытуемого места); 2) нанесением ацетона ватным тампоном, пипеткой или капельницей на отдельные испытуемые места поверхности детали (места, подвергаемые воздействию ацетона, целесообразно обвести валиком из пластилина, замазки или герметика, чтобы ацетон не растекался).

2. Перед испытанием на «серебростойкость» образцы или детали тщательно протереть байкой. Испытуемый образец или мелкую деталь поместить в кювету с ацетоном таким образом, чтобы они полностью были погружены под слой жидкости. Каждый образец или деталь испытывать отдельно.

3. Для наблюдения за появлением «серебра» образец или деталь извлечь из ацетона и их поверхность просмотреть в проходящем свете под разными углами к источнику света (лампа 75 Вт). При этом образец поместить на расстоянии 20—30 см от источника света и, примерно, 20 см от глаза. Во время просмотра необходимо следить за тем, чтобы поверхность образца была все время смочена ацетоном. Если ацетон с поверхности испаряется, необходимо образец опустить в кювету, после чего продолжать его просмотр.

В случае испытания «серебростойкости» нанесением ацетона на отдельные места целой детали необходимо пользоваться переносной электролампой, снабженной защитной сеткой. Наблюдение за появлением «серебра» производить, меняя положение лампы или образца. При просмотре необходимо фиксировать время с момента погружения образца в ацетон до появления сетки мелких трещин на отдельных участках или по всей поверхности образца.

Появление «серебра» на расстоянии до 5 мм от края образцов, вырезанных из деталей, в расчет не принимаются.

4. Образец выдержать в ацетоне в течение 3 мин; контрольный просмотр проводить через 1,5 мин. Если в течение 3 мин на образце не появилось «серебро», то стекло считается «серебростойким».

5. Деталь, прошедшая испытание на «серебростойкость», эксплуатации не подлежит.

6. Все операции по определению «серебростойкости» должны проводиться под вытяжным шкафом. При испытании целой детали ее необходимо располагать вблизи вытяжного шкафа. Следить, чтобы вблизи не было открытого огня и не было возможности появления электроискры.

Приложение 3

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТЕКТОРА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА

1. Протектор представляет собой ткань (перкаль, миткаль, бязь, односторонняя ткань АХКР), на одну сторону которой нанесен тонкий слой «невысыхающего» клея. Протектор можно использовать многократно.

2. Клей приготовлять по следующей рецептуре (мас. ч.):

Нефрас	82,16
Полиизобутилен (мол. вес 50—118·10³)	5,00
Сырая резина 10 или клей резиновый 4508	5,00
Окись цинка	1,96
Канифоль	3,06
Вазелиновое масло	2,75
Сода двууглекислая	0,07

3. Приготовление резиновой смеси производить на подогретых до температуры 30—40°С вальцах. Через вальцы с зазором 5—6 мм провальцевать полиизобутилен в течение 15—20 мин. Затем ввести сырую резину, окись цинка и вальцевать до получения однородной смеси; после чего зазор между вальцами уменьшить до 3—4 мм и вальцевать смесь до получения тонкого листа.

4. Для увеличения липкости клея приготовить состав из вазелинового масла и канифоли. В металлическую емкость загрузить вазелиновое масло и канифоль, нагреть до температуры не ниже 160°С и выдержать в течение 10 мин; после чего нагрев прекратить, а в расплавленную массу при непрерывном перемешивании ввести двууглекислую соду. При этом происходит вспенивание, поэтому необходимо следить, чтобы массу не выбросило из емкости. После прекращения вспенивания состав охладить до температуры 40—50°С и ввести в клей.

Примечание. При введении двууглекислой соды температура смеси должна быть не ниже 160°С.

5. Для изготовления клея вальцованную резиновую смесь нарезать полосками весом 100—150 г, загрузить в клеемешалку, залить нефрасом в количестве 65% от массы по рецептуре. Выдержать смесь в нефрасе для набухания в течение 12—20 ч при комнатной температуре. Набухшую резину интенсивно перемешать в течение 2—3 ч до получения однородной без комков смеси. В полученную смесь ввести приготовленный состав для увеличения липкости и перемешать в течение 2 ч. После полного размешивания в течение 30—40 мин в 3—4 приема ввести остальной нефрас. Готовый клей процедить через металлическое сито № 29. Хранить клей при температуре 10—20°С в герметично закрытых емкостях.

Примечания: 1. Перед нанесением на ткань готовый клей выдержать в течение 2—3 сут.

2. По истечении месяца клей необходимо перепроверить на возможность применения.

6. Клей на ткань наносить вручную кистью (при этом количество нефраса увеличить на 10—15%) или на машине типа Шпрединг. Расход клея на 1м² ткани типа перкали — 1 кг, типа бязи — 2 кг. Ткань с нанесенным клеем сушить при температуре 25—40°С до исчезновения запаха бензина. Время сушки зависит от конструкции шкафа и отрабатывается опытным путем.

7. Ткань-протектор хранить в рулонах (в подвешенном состоянии) или на плоских шаблонах, упакованных в целлофан и оберточную бумагу в помещениях с температурой 10—25°С и относительной влажности 60—75%.

Срок хранения — до 3 мес.

Приложение 4

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЕВ ДЛЯ ПРОТЕКТОРНОГО ПОКРЫТИЯ

А. Приготовление казеиноглицеринового клея

1. Казеиноглицериновый клей готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Казеиновый клей (в порошке)	100
Глицерин дистиллированный	40
Вода	200

2. Соответствующее количество порошка и воды тщательно перемешать в течение 30—40 мин при комнатной температуре до получения однородной массы, не содержащей комков, добавить глицерин и все тщательно перемешать.

Примечание. При наличии в клее механических примесей и нерастворившихся комков приготовленный клей профильтровать.

3. Казеиноглицериновый клей пригоден для употребления в течение 3—4 ч с момента его приготовления, поэтому его следует готовить перед самым употреблением.

Примечание. Применяемые для клея кисти и склянки (стеклянные или фарфоровые стаканы), эмалированные и луженые металлические кружки содержать в чистоте, а находящийся в них клей предохранять от загрязнения.

Б. Приготовление желатиноглицеринового клея

4. Желатиноглицериновый клей готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Желатин технический	100
Глицерин дистиллированный	50
Салициловая или бензойная кислота	0,5
Вода	150

5. Точно отмерить необходимое количество воды и растворить в ней салициловую или бензойную кислоту и глицерин, затем засыпать желатин. Смесь тщательно перемешать и оставить на 2—3 ч для набухания. Набухшую массу при перемешивании нагреть до 60—70°С на кипящей водяной бане и выдержать при этой температуре 40—60 мин, время от времени перемешивая.

После охлаждения при наличии в клее механических примесей, клей следует профильтровать.

Клей хранить в закрытой посуде, на которую наклеивается ярлык с указанием даты изготовления. Клей пригоден к употреблению в течение одного месяца.

Перед употреблением клей подогреть до 40°С.

В. Приготовление клея на основе поливинилового спирта

7. Клей на основе поливинилового спирта готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Поливиниловый спирт	14
Глицерин	3
Желатин технический	3
Вода	79

8. В отмеренное количество воды влить глицерин и добавить желатин. Все тщательно перемешать. Затем при постоянном помешивании в раствор добавить небольшими порциями поливиниловый спирт. Продолжая перемешивать, смесь нагреть до температуры 50—60°С в течение 30—40 мин до получения однородной массы.

9. Готовый клей можно хранить в комнатных условиях в течение 1 месяца.

10. Перед употреблением клей подогреть до 40°С.

Г. Приготовление глюкозокрахмального клея

11. Глюкозокрахмальный клей готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Крахмал картофельный	50
Глюкоза чистая или техническая	62
Глицерин дистиллированный	100
Салициловая или бензойная кислота	0,5
Вода	800

12. В отмеренном количестве воды, нагретой до 50—60°С, растворить при перемешивании глюкозу и салициловую или бензойную кислоту. Отдельно приготовить смесь крахмала с глицерином; полученную смесь затем в виде однородной массы добавить в раствор глюкозы и кислоты, затем все это довести до клейстерообразного состояния при температуре 70—80°С, непрерывно перемешивая.

13. Готовый клей представляет собой полупрозрачную, почти бесцветную массу без осадка. При наличии посторонних включений и комков клей фильтровать.

14. Клей хранить в закрытой посуде, на которую наклеивается ярлык с указанием даты изготовления. Клей пригоден для употребления в течение 1 месяца.

Д. Приготовление полиизобутиленового клея (КП-16) и нанесение его на бумагу

15. Клей марки КП-16 готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Пленкообразующая часть: полиизобутилен марки М-200, М-160, М-100	1
Нефрас С3-80/120 — растворитель	30
Вазелиновое масло от суммы весов полиизобутилена и нефраса	10—15%

16. Необходимое количество полиизобутилена, любого из указанных марок, нарезать кусочками в 20—30 мм, поместить в клее мешалку, залить половинным количеством нефраса и оставить для набухания при 20—25°С. После набухания полиизобутилена добавить остальную часть нефраса и включить мешалку. Перемешивание продолжать 12—15 ч.

17. Растворение может происходить при перемешивании мешалкой без нагрева или с подогревом путем пропускания пара в рубашку резервуара.

После растворения полиизобутилена добавить вазелиновое масло.

18. Растворение считается законченным, когда отобранная проба однородна и не содержит комков полиизобутилена.

19. Вязкость готового клея по вискозиметру ВЗ-1 (сопло диаметром 5,4 мм) должна соответствовать 8—15 с.

20. Бумага с нанесенным на нее клеем должна приклеиваться к защищаемой поверхности и легко сниматься после высыхания, не оставляя на поверхности заметных следов клея.

21. Приготовленный клей хранить в чистой герметически закрытой металлической таре.

22. Перед взятием клея из общей тары и перед употреблением клей хорошо размешать.

23. Для приготовления обклеечной бумаги пригодна крафт-оберточная бумага толщиной 0,08—0,12 мм.

24. Клей наносить на бумагу равномерным слоем при помощи мягкой кисти или флейца. Листы с нанесенным клеем подвесить в камере с вытяжной вентиляцией. Сушку вести в чистом помещении при комнатной температуре не ниже 20°С или для ускорения сушки при температуре 30—40°С в течение 5—10 мин (до исчезновения запаха нефраса). После чего листы с нанесенным клеем готовы для приклеивания к защищаемой поверхности.

Приложение 5

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ И МАТРИЦ ИЗ МАРШАЛИТОМАГНЕЗИТОВОЙ СМЕСИ

1. Штампы и матрицы изготавливать из маршалитомагнезитовой смеси следующего состава (мас. ч.):

Маршалит	1
Магнезит	2
Хлористый магний . .	1,8—2%-ный водный р-р

2. Порошки магнезита и маршалита необходимо просеять перед изготовлением заливочной массы.

3. Взвесить необходимое количество маршалита и магнезита и все тщательно перемешать.

4. Приготовить раствор хлористого магния, для чего 2 части хлористого магния (сухого) растворить в 1 части воды и довести

плотность раствора до 1,30—1,32 г/см³. Раствор хлористого магния профильтровать через марлю, сложенную в 8—10 слоев.

5. Отобрать необходимое количество водного раствора хлористого магния в чистую емкость, засыпать, постепенно перемешать, смесь порошков маршалита и магнезита. Смесь тщательно перемешать до однообразной массы.

Заливка штампов и матриц

6. На рабочую поверхность форм, покрытую грунтом и лаком КО-85, нанести тонкий слой вазелина или масла типа МС-20 (разделительный слой).

7. Приготовленную заливочную массу залить в форму.

8. Отверждение заливочной массы производить при комнатной температуре в течение 2 сут, после чего вынуть штамп из формы и произвести доделочные работы.

Приложение 6

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБЛИЦОВОЧНОЙ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ КОМПАУНДА ВИКСИНТ К-18

1. Облицовочная пленка изготовляется полимеризацией между двумя полированными органическими или силикатными стеклами — формами компаунда на основе пасты «К» и катализатора № 18. Толщина пленки 1—3 мм.

Изготовление формы

2. Форма изготавливается из двух органических или силикатных полированных стекол толщиной 16—24 мм. При сборке формы между стеклами проложить рамку-шаблон, которая вырезается из картона толщиной, равной толщине заливаемой пленки. Внутренний контур рамки-шаблона по всему периметру должен быть на 15—20 мм больше рабочего поля пленки. Ширина рамки 6—8 мм.

3. Со стекол формы снять протекторное покрытие, промыть водой с мылом и протереть насухо салфеткой из марли.

4. Перед заливкой компаунда все поверхности формы, контактирующие с компаундом, должны быть протерты нефрасом и насухо салфеткой. На нижнее стекло накладывается рамка-шаблон и заливается компаунд.

5. В состав компаунда входят (мас. ч.):

Паста «К»	100
Катализатор № 18 . .	4

6. Паста «К» должна иметь вязкость 10—16 с, а катализатор № 18 обладает жизнеспособностью не менее 1,5 ч.

7. Количество компаунда, необходимое для изготовления облицовочной пленки требуемого размера K, г, подсчитывать по формуле:

$$K=F.S.j+g,$$

где F — площадь пленки, см^2;
S — толщина пленки, мм;
j — плотность пасты, г/см^3;
g — количество компаунда, оставшегося на стенках тары после заливки, г.

Отвешенное количество пасты «К» загрузить в металлическую тару.

Катализатор профильтровать через бумажный фильтр, взвесить, добавить к пасте «К» и тщательно перемешать.

8. Для удаления из компаунда, предназначенного для заливки пленки, воздушных пузырьков, компаунд необходимо вакуумировать в течение 20—25 мин, а затем залить его по центру площади формы.

9. Дать открытую выдержку до удаления воздушных пузырьков, на растекшийся по нижнему стеклу-форме компаунд уложить верхнее стекло формы.

10. По заполнении всей формы компаундом, стекла формы сжать ручными пружинными зажимами или под грузом.

11. Собранный пакет выдержать при комнатной температуре в течение 24 ч, после чего форму разобрать, а извлеченную из нее пленку покрыть слоем талька.

12. Готовую пленку хранить между двумя органическими стеклами.

13. Перед укладкой формуемого стекла на пленку последняя должна быть протерта антисоставом.

14. При необходимости может быть получена криволинейная пленка. Для ее изготовления формы должны быть соответствующей криволинейности.

Приложение 7

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ ПВ-16

1. Клей ПВ-16 готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Поливинилхлоридная смола	5
Дибутилфталат	70
Дихлорэтан	25

2. Для приготовления клея отвесить соответствующее количество поливинилхлоридной смолы и высыпать ее в дихлорэтан. Затем добавить дибутилфталат и все тщательно размешать до получения

однородного раствора. Применять клей можно сразу же после его изготовления. Клей хранить в герметически закрытой посуде. Жизнеспособность клея до 30 дней.

3. Вязкость клея по вискозиметру типа ВЗ-1 (∅ сопла 5,4 мм) должна быть 18—15 с.

4. Качество каждой партии клея проверять путем испытания склеенных образцов на сдвиг по РТМ 1.2.011—80. Для проведения этого испытания изготовить образцы из органического стекла толщиной 8—10 мм, которые склеивать пленкой БМА и клеем ПВ-16.

5. Образец состоит из двух пластинок. Нижнюю пластинку брать размером 40×20 мм, а верхнюю — 20×20 мм. Пленку БМА толщиной 2 мм вырезать размером 20×20 мм. Клей ПВ-16 наносить ровным слоем на одну сторону пленки БМА и через 5—10 мин пленку наложить на нижнюю пластинку. Затем нанести клей на другую сторону пленки БМА, через 15 мин на нее наложить верхнюю пластинку; образцы поместить под пресс, дать давление 6 кгс/см^2 и выдержать в течение 8 ч. После снятия давления образцы выдержать 16 ч в комнатных условиях и затем испытать на сдвиг.

6. За результат испытаний принять среднее арифметическое результатов испытаний 5 образцов. Предел прочности при сдвиге клеевого соединения должен быть не менее 2 кгс/см^2.

Приложение 8

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ ПУ-2А

1. Клей ПУ-2А готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Полиэфир № 24	100
Ацетон технический марки «А» . .	100
Продукт 102Т	100
Вода	до 1,5

2. Компоненты клея ПУ-2А должны поступать с паспортами заводов-изготовителей.

3. Предварительно приготовить 50%-ный раствор полиэфира № 24 в ацетоне, для чего отвесить полиэфир и ацетон в соотношении 1 : 1, перемешать до получения однородного раствора.

4. В раствор полиэфира при приготовлении клея ПУ-2А ввести нужное количество воды.

Для определения количества воды в небольших стаканчиках емкостью 30—50 мл приготовить четыре пробы клея по 15—20 г с 1,5; 1,0; 0,5% воды и без воды. Количество воды брать по отношению к раствору полиэфира № 24. Пробу, давшую помутнение смеси при температуре помещения 20°С через 45—60 мин, принять за основу рецептуры клея.

В случае образования помутнения в пробе без воды ранее указанного срока (менее 45 мин) приготовление клея следует проводить с охлаждением проточной водой при 16—20°С. При образовании помутнения пробы за срок более 60 мин приготовление клея в начальной стадии следует проводить с небольшим подогревом при 30—35°С в течение 20—30 мин.

5. Отвесить с точностью до 0,1% предусмотренное рецептурой количество раствора полиэфира № 24 (с водой и без воды) и продукта 102Т, перемешать их до однородного состояния и выдержать без перемешивания в течение 45—60 мин при температуре 18—20°С до появления помутнения (начало пастообразования). В пастообразном состоянии смесь выдержать при указанной температуре 1 ч, перемешивая через каждые 10—15 мин, при этом пастообразная смесь должна оставаться легкоподвижной и однородной.

6. Хранить клей в закрытом состоянии при температуре не выше 20°С. В крышке емкости должно быть небольшое дренажное отверстие для выхода газов.

7. В случае образования сгустков или замерзания при пониженных температурах 50%-ный раствор полиэфира № 24 следует выдержать при температуре 25—35°С в теплом помещении или на водяной бане до расплавления при периодическом взбалтывании продукта.

Во время разогрева полиэфира № 24 тара должна быть неплотно закрытой. В случае замерзания продукта 102Т (при температурах ниже 22—20°С) его следует поместить в теплую воду с температурой 25—30°С, постепенно повышая ее до 45°С. Во время расплавления продукта 102Т тара должна быть неплотно закрытой. Все работы с продуктом 102Т проводить с соблюдением правил по технике безопасности.

8. Клей готовить в чистой сухой посуде из стекла, фарфора или неокисляющихся металлов.

9. Приготовленный клей должен удовлетворять требованиям, указанным в таблице.

Наименование свойств	Показатели
Внешний вид	Однородная пастообразная масса от белого до светло-кремового цвета
Жизнеспособность, ч	Не менее 3
Вязкость	Не определяется
Предел прочности при сдвиге* клеевых соединений (оргстекло + лента лавсановая), кгс/см	100

* Через 3 сут выдержки образцов при температуре не ниже 20°С после снятия давления.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ ВК-14

1. Компоненты клея должны поступать с паспортами заводов-изготовителей и удовлетворять требованиям ГОСТ и ТУ.

Клей готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Фенол	90
Дакрил 2М	10
Вода дистиллированная . .	7

2. Приготовление клея проводить в специальной стеклянной, эмалированной или из неокисляющихся металлов чистой сухой емкости с плотно закрывающейся крышкой, снабженной механической мешалкой и подогревающим устройством, обеспечивающим температуру смеси до 70—75°С. Приготовление небольших количеств клея (до 1 кг) можно проводить в лабораторных условиях в колбе с ручным перемешиванием, используя водяную баню.

3. Для приготовления клея в клеесмеситель загрузить фенол в измельченном состоянии, расплавить его, затем загрузить Докрил-2М. Полученную смесь тщательно перемешать в течение 2—3 ч до получения однородного прозрачного раствора. К раствору добавить указанное количество воды и смесь вновь тщательно перемешать. Приготовленный клей после охлаждения до комнатной температуры следует разлить в емкости из темного стекла. Срок хранения клея 1 год.

4. Для приготовления маркировочного состава в клей ВК-14 добавить этиловый спирт в соотношении 100:20 мас. ч. В полученный раствор ввести 1 мас. ч. жирорастворимого нигрозина. Смесь тщательно перемешать в течение 10—15 мин до полного растворения. К полученной смеси добавить 1 мас. ч. жирорастворимого антрахинонового красителя и тщательно перемешать. Срок хранения маркировочного состава 1 год.

5. Клей ВК-14 и маркировочный состав должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице.

Свойства	Показатели свойств	
	Клей ВК-14	Маркировочный состав
Внешний вид	Прозрачный раствор от бесцветного до слаборозового цвета без посторонних примесей	Однородный раствор темно-синего цвета без механических примесей
Вязкость, с, при температуре 20°С по ВЗ-1 (∅ сопла 5,4 мм)	15—30	15—30

Продолжение

Свойства	Показатели свойств	
	Клей ВК-14	Маркировочный состав
Жизнеспособность	1 год	1 год
Предел прочности при сдвиге, кгс/см, клеевых соединений из:		
оргстекла типа СО при температуре, °С		
20	300	—
60	80	—
80	45	—
оргстекла марки Э-2 при температуре, °С		
20	170	—
150	30	—

6. Внешний вид клея определять визуально после смешения всех компонентов. Для этого 15—20 г клея поместить в стакан емкостью 25—30 мл. В клей погрузить стеклянную палочку, затем поднять ее на высоту 15 см над стаканом и рассмотреть стекающий клей, который должен быть однородным без механических примесей и сгустков.

7. Жизнеспособность клея определять по показателю прочности клеевых соединений, полученных сразу после приготовления клея и по истечении срока его жизнеспособности. Прочность клеевых соединений на протяжении всей жизнеспособности должна соответствовать показателям прочности, приведенным в таблице.

8. Определение прочности при сдвиге клеевого соединения оргстекла проводить на образце, форма и размеры которого представлены на рис. 23.

Приложение 10

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ ВС-10ТМ

1. Клей ВС-10ТМ готовить по следующей рецептуре (мас. ч.):

Клей ВС-10Т 100
Смола ВИАМ-Ф9 . . . 12,5

Компоненты клея должны быть взяты из расчета их концентраций: ВС-10Т — 25%, смола ВИАМ-Ф9 — 65%.

2. Посуда для приготовления клея должна быть изготовлена из неокисляющихся металлов, стекла или фарфора.

3. Клей приготовить путем смешения компонентов при температуре 15—20°С в течение 10 мин до получения однородного раствора.

4. Готовый клей хранить в посуде с крышкой при температуре 15—20°С не более 2 сут.

5. Клей должен отвечать следующим требованиям:

а) внешний вид — однородная вязкая жидкость светло-коричневого цвета;

б) начальная вязкость от 60 до 150 с по вискозиметру типа ВЗ-1 (диаметр сопла — 5,4 мм);

в) клеящая способность — образцы, склеенные из оргстекла Э-2 и лавсановой ленты, при испытании на сдвиг должны выдерживать не менее 100 кгс/см при температуре 20°С и не менее 70 кгс/см при температуре 150°С. Образцы, склеенные из одного оргстекла, должны выдерживать не менее 100 кгс/см при температуре 20 и 150°С.

6. Испытания клея проводить как в лабораторных так и в производственных условиях. В лабораторных условиях клей должен проходить испытания при поступлении новой партии любого из компонентов по внешнему виду, вязкости и клеящей способности. В производственных условиях клей проверять каждый раз после приготовления по вязкости и клеящей способности.

Клеящую способность определять на образцах, форма и размеры которых приведены на рис. 34.

Для испытания в лабораторных условиях заготовки под образцы склеивать под давлением 2—3 кгс/см² с выдержкой не менее 3 ч при температуре 135±5°С.

Испытание образцов проводить после охлаждения их до комнатной температуры.

Приложение 11

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРОПИТОЧНОЙ СМЕСИ

1. Для профилей с содержанием полиметилметакрилата 10—15% пропиточную смесь готовить по следующей рецептуре (%):

Мономер метилметакрилата	96,5
Поливинилэтилаль	3,0
Дициклогексиловый эфир надугольной кислоты (инициатор) . .	0,5

2. Вязкость свежеприготовленной смеси — 3—5 с по вискозиметру типа ВЗ-1.

3. В сосуд загрузить составные части смеси за исключением инициатора во избежание преждевременной полимеризации во время размешивания. Размешивание смеси проводить при комнатной температуре с помощью мешалки, имеющей 50—60 об/мин до полного растворения поливинилэтилаля. Время размешивания не менее 6 ч при емкости сосуда в 1 л.

4. Инициатор вводить в готовую смесь незадолго до ее применения и размешивать в мешалке 20—30 мин до растворения.

5. Приготовленную смесь во время работы хранить в закрытой посуде, охлаждаемой водой с тем, чтобы температура смеси была 20—22°С.

6. Хранить смесь в нерабочее время следует при температуре от 0 до 5°С (в холодильнике).

Приложение 12

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ ВК-25с

1. Клей приготовляют смешением указанных компонентов по следующей рецептуре (мас. ч.):

Продукт 4	$73{,}8\frac{17}{C}$
Сера	0,11
Бутилацетат	5,0
Лак ФЛ-5111	$21{,}0\frac{60}{C_1}$
Смола ГР	$5{,}2\frac{60}{C_2}$
Параформ	0,16

где C, C_1,C_2 — концентрации продукта 4, лака ФЛ-5111, смолы ГР соответственно.

Смола ГР применяется в виде раствора в этиловом спирте 50—60%-ной концентрации. Продукт 4 может содержать серу или поступать раздельно с ней.

2. Приготовление клея проводят в специальной стеклянной или металлической (из дуралюминия, нержавеющей стали или эмалированной) емкостях с плотно закрывающимися крышками.

3. При приготовлении клея ВК-25с из продукта 4, поставляемого раздельно с серой, сначала отвесить продукт 4, затем ввести в него серу, смешанную с бутилацетатом и тщательно перемешать. В приготовленный продукт 4 добавить лак ФЛ-5111, затем ввести смолу ГР и параформ. Смесь компонентов тщательно перемешать.

4. Хранение клея и его использование не должно превышать 8 ч.

5. Клей ВК-25с должен удовлетворять техническим требованиям, указанным в таблице.

Наименование показателей	Норма
Внешний вид и цвет	Клей ВК-25с представляет собой непрозрачную жидкость с темно-зеленым или темно-синим оттенком
Вязкость, с	150—250
Жизнеспособность, при температуре клея 18—20°С, ч, в пределах	6—8
Условная прочность при сдвиге клеевого соединения оргстекла с лавсановой и фенилоновой лентами, кгс/см, не менее	
при 20°С	200
при 150°С	70

6. Проверку клея ВК-25с в лабораторных условиях проводят каждый раз при поступлении новой партии одного из компонентов, входящего в его состав, по всем показателям, а в производственных условиях — каждый раз после приготовления клея по жизнеспособности.

7. Внешний вид клея определяют визуально после смешения всех компонентов.

8. Вязкость клея определяют вискозиметром ВЗ-1 (сопло 5,4 мм) по ГОСТ 8420—74.

9. Жизнеспособность клея определяют по показателям вязкости и прочности клеевых соединений, полученных в исходном состоянии и в конце срока жизнеспособности.

10. Определение прочности при сдвиге клеевого соединения оргстекла с крепежными лентами проводят на образце, форма и размеры которого представлены на рис. 34.

Приложение 13

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЧАТОК

1. Биологические перчатки готовить по следующей рецептуре:

Казеин	197 г
Вода	591 мл
Спирт этиловый 96%, гидр. . . .	733 мл

Аммиак	19 г
Глицерин	197 г

2. В теплой воде (40—50°С) развести казеин так, чтобы не было комков. Затем поставить смесь на водяную баню и выпаривать 2 часа, периодически перемешивая. После чего смесь снять, профильтровать через латунную сетку, а затем ввести глицерин и аммиак и все тщательно перемешать.

3. Смесь хранить в закрытой посуде, на которой наклеивается ярлык с указанием даты изготовления. Клей пригоден к употреблению в течение 10 дней.

gost.e-ecolog.ru

Подп. в печать 14.06.90 г. Формат 60×90¹/₁₆ Тир. 1200 экз.
Объем 6,4 печ. л. Типография МАП Зак. 1437