ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО

РУКОВОДСТВО

ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ СТРОИТЕЛЬНЫХ СОТОПЛАСТОВ

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1974

gost.e-ecolog.ru

УДК 624.131.37/38 : 624.131.29

Руководство по физико-механическим испытаниям строительных сотопластов. М., Стройиздат, 1974. 59 с. (Ордена Трудового Красного Знамени Центр. науч.-исслед. ин-т строит. конструкций им. В. А. Кучеренко).

В составлении отдельных положений Руководства принимал участие НИИСФ Госстроя СССР.

В Руководстве приведены методы физико-механических испытаний сотопластов строительного назначения: механических испытаний прочности, ползучести и долговечности, определения упругих показателей и др.

Предназначены для инженерно-технических работников проектных, научно-исследовательских и строительных организаций.

Рис. 11.

© Стройиздат, 1974

Р $\frac{30213-707}{047(01)-74}$ инструкт.-нормат. 1 вып. — 16—74

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема повышения эффективности легких слоистых конструкций и расширения области их применения тесно связана с надежностью оценки физико-механических свойств сотопластовых заполнителей. Эти заполнители, выполняющие как конструктивные, так и теплозвукоизоляционные функции, должны быть высокого качества, чтобы обеспечить длительную эксплуатацию зданий и сооружений в различных условиях.

В настоящее время используются разнообразные методы испытаний, назначение которых сводится, главным образом, к контролю качества выпускаемой продукции. Это затрудняет их анализ, сопоставление, снижает их достоверность и затрудняет комплексную оценку конструкционных свойств сотопластов и конструкций с их применением.

Для эффективного использования сотопластов в легких конструкциях необходимы унифицированные и достаточно надежные методы физико-механических испытаний, учитывающие особенности их эксплуатации в конструкциях.

Настоящее Руководство предназначено для более разностороннего изучения физико-механических свойств различных видов строительных сотопластов и обеспечения единообразия в способах испытаний и сравнимости получаемых результатов.

Методы испытаний разделены на три группы: общие, механические и физические. К общим относятся методы отбора, кондиционирования образцов, определения объемной массы. К механическим относятся методы испытаний на прочность при различных видах напряженного состояния материала, определения упругих показателей, испытания на ползучесть и долговечность под нагрузкой. К физическим — методы определения характера структуры, теплофизических показателей, влагопоглощения, водо- и морозостойкости и др.

Изложенные методы рекомендуется применять для проведения паспортных, контрольных и исследовательских испытаний, для совершенствования вырабатываемых ныне сотопластов и разработки новых марок этих материалов, для установления их нормативных и расчетных характеристик, а также для оценки физико-механических свойств сотопластовых заполнителей легких конструкций.

Руководство не распространяется на методы приемосдаточных испытаний, регламентируемые стандартами и техническими условиями на сотопласты и конструкции с их применением.

Настоящее руководство подготовлено на основе проведенных научно-исследовательских работ, многолетнего опыта ЦНИИСК им. Кучеренко в области испытаний этих материалов применительно к работе легких слоистых конструкций, а также на основе известных методов испытаний, разработанных в других организациях (ВИАМ и др.). Руководство подготовлено И. Г. Романенковым. В разработке и обосновании методов испытаний сотопластов принимали участие В. А. Иванов и Л. А. Гуламбянц.

Дирекция ЦНИИ строительных конструкций им. В. А. Кучеренко

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство распространяется на сотопласты строительного назначения, применяемые в качестве заполнителей легких слоистых конструкций.

1.2. Применение сотопластов в конструкциях ведется в соответствии с главами СНиП I-В.15-69 «Полимерные материалы и изделия на их основе», II-А.5-70 «Противопожарные требования. Основные положения проектирования» и «Рекомендациями по проектированию и расчету конструкций с применением пластмасс».

1.3. Применение методов физико-механических испытаний и перечень определяемых характеристик предусматривается при проведении паспортных, контрольных и исследовательских испытаний, совершенствовании вырабатываемых ныне сотопластов и разработке новых марок этих материалов, установлении их нормативных и расчетных характеристик, а также оценки физико-механических свойств сотопластовых заполнителей конструкций.

Руководство не распространяется на методы приемосдаточных испытаний, регламентированных стандартами и техническими условиями на сотопласты и конструкции с сотопластовыми заполнителями.

1.4. В зависимости от вида основы сотопласты подразделяются на бумажные и тканевые. Основой бумажных сотопластов являются: изоляционная, кабельная, битуминизированная и оберточная бумаги, крафт-бумага, обработанные фенольно-формальдегидными, мочевиноформальдегидными, полиэфирными, фосфатными и другими композициями. Основой тканевых сотопластов являются хлопчатобумажные, стеклянные ткани, обработанные фенольно-формальдегидными, полиэфирными и другими композициями.

1.5. Объемная масса сотопластов составляет 10—150 кг/м^3. Размер стороны сотовой ячейки сотопластов равняется: 5, 7, 12, 15, 18, 24 и 36 мм.

1.6. Испытанию подвергают сотопласт, изготовленный как в виде плит, так и в виде блоков-заполнителей конструкций.

1.7. Плиты и блоки изготовляют в соответствии со стандартами и техническими условиями на сотопласт и конструкции с сотопластовым заполнителем.

1.8. Допускаемые отклонения в объемной массе плит и блоков партии сотопласта, предназначенной для испытания, не должны превышать ±5% номинальной объемной массы партии материала.

1.9. Испытания производят на малых лабораторных образцах, изготовленных механической обработкой плит и блоков сотопласта. Образцы изготовляют как из отдельных плит, так и из блоков-заполнителей конструкций. Образцы вырезают таким образом, чтобы их высота совпадала с направлением сотовых ячеек материала. При изготовлении образцов целесообразно сохранять на образцах приклеенные пластины материала обшивок. Изготовление образцов производят в соответствии с методом отбора образцов, если в стандартах и технических условиях на сотопласт не указаны другие режимы.

1.10. Форма и размеры образцов сотопласта, устанавливаемые с учетом особенностей макроструктуры, анизотропии и других свойств, предусмотрены в методах испытаний. Допускается для испытания использовать образцы сотопласта, высота которых соответствует толщине панели с сотопластовым заполнителем. В этом случае необходимо учитывать влияние масштабного фактора на прочность и деформативность сотопласта.

Если испытание ведется на кондиционированных образцах, то измерение линейных размеров образцов рекомендуется производить после кондиционирования. При определении размеров необходимо избегать деформирования образцов. Для предотвращения смятия сотопласта целесообразно, чтобы измерительный инструмент имел опорные плоские пластины, позволяющие уменьшать давление, оказываемое на материал при измерении размеров образцов.

1.11. Количество образцов для испытаний указано в методах испытаний. При необходимости статистической оценки определяемой величины показателя количество образцов следует брать согласно ГОСТ 14359—69.

1.12. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в соответствии с методом кондиционирования

в условиях контрольной стандартной атмосферы, определяемой по ГОСТ 12423—66, если в стандартах и технических условиях не указаны иные режимы. Если испытание необходимо проводить при различных температурах и влажностях воздуха, то следует предварительно кондиционировать образцы в тех же температурно-влажностных условиях.

1.13. Устанавливают объемную массу плит, блоков и образцов для испытаний по методу определения объемной массы. Необходимо устанавливать связи между определяемой величиной характеристики и объемной массой, размером сотовой ячейки структуры сотопласта, для этого рекомендуется строить графики зависимостей «характеристика — объемная масса», «характеристика — размер ячейки» и по ним определять значения характеристики при заданной объемной массе или размере ячейки сотопласта.

1.14. Руководство включает следующие методы физико-механических испытаний сотопластов: отбор, кондиционирование и определение объемной массы; испытаний на прочность при сжатии, растяжении, сдвиге; определение показателей упругих деформаций при сжатии, растяжении, сдвиге; определение коэффициента поперечных деформаций; испытание на ползучесть, длительную прочность и долговечность при действии долговременных статических напряжений; определение характера макроструктуры, определение коэффициентов термического сопротивления, линейного расширения и температурной усадки; определение влаго- и водопоглощения, определение водостойкости, морозостойкости и стойкости циклическому воздействию температурно-влажностных факторов.

1.15. Испытательное оборудование и аппаратуру выбирают в соответствии с требованиями методов испытаний. В Руководстве предусмотрены лишь минимальные ограничения в отношении испытательного оборудования и аппаратуры, что позволяет сделать методы более доступными, но вместе с тем обеспечивающими получение достаточно достоверных результатов. Испытательное оборудование и аппаратура должны отвечать требованиям, установленным в стандартах на испытание, и инструкциям Госстандарта СССР.

1.16. Испытательное оборудование и аппаратура должны обеспечивать выполнение режима испытаний со-

гласно требованиям методов испытаний. Для механических испытаний используют универсальные, разрывные машины и прессы (ГОСТ 7855—68). Скоростной режим испытания характеризуют постоянной скоростью перемещения активного захвата машины, которую устанавливают в начале испытания так, чтобы оно происходило с обусловленной скоростью нагружения или деформирования образцов. Машины должны обеспечивать в процессе испытания временную скорость раздвижения захватов в пределах, требуемых методами испытаний (ГОСТ 11262—68).

При установлении скоростного режима испытания образцов необходимо учитывать податливость машин с тем, чтобы обеспечить выполнение требований методов испытаний (ГОСТ 14359—69). Для машин, у которых максимальное перемещение головки, связанной с силоизмерителем, более 0,5 мм, скорость перемещения подвижной головки устанавливают с учетом скорости, компенсирующей смещение головки, связанной с силоизмерителем. При выборе скорости нагружения следует руководствоваться тем, чтобы время от момента приложения нагрузки к образцу до момента его разрушения было примерно равно 1 мин.

1.17. Измерительную шкалу машины и приборов выбирают таким образом, чтобы обеспечить измерение прилагаемой нагрузки с погрешностью не более 1%.

1.18. Для производства механических испытаний образцов сотопластов используют захватные и опорные приспособления, представляющие собой системы металлических пластин различной конфигурации и шарнирных устройств. Образцы в захватных и опорных приспособлениях устанавливают так, чтобы исключить движение образца в месте закрепления и обеспечивать направление действия силы, предусмотренное в методах испытаний. Захватные приспособления состоят из Т-образных или плоских металлических пластин с отверстиями и цепных устройств, с помощью которых образцы, предназначенные для испытания на растяжение или сдвиг, шарнирно закрепляются в захватах разрывной машины. Опорое приспособление состоит из плоских металлических пластин и предназначается для испытания на сжатие сотопласта. Соединение пластин с сотопластом производится с помощью эпоксидного и другого вида клея. Если образцы имеют приклеенные к торцам пластины

материала обшивок, то захватные и опорные пластины приклеивают к пластинам материала обшивок. Клеевое соединение должно обеспечивать надежное крепление сотопласта и с захватными и с опорными приспособлениями. Подбор вида клеев и режимов склеивания целесообразно производить в соответствии с «Указаниями по склеиванию строительных конструкций с применением пластмасс, алюминия и асбестоцемента», М., Стройиздат, 1965 г.

1.19. Для измерения деформаций образцов в процессе испытания используют приборы как закрепляемые непосредственно на образце (тензодатчики, механические и электромеханические тензометры и индикаторы), так и не закрепленные на образце. При использовании тензодатчиков сопротивления рекомендуется устанавливать их в зонах, не подвергающихся нагреванию. Масса измерительных приборов и способы их крепления на образце не должны оказывать заметного влияния на величины определяемых показателей и на поведение образца при испытании. При использовании дистанционных приборов (оптических и других) измерение деформаций ведут по перемещениям меток, нанесенных на образце. Приборы для измерения деформаций должны быть свободными от инерционного отставания при заданной скорости перемещения активного захвата машины.

1.20. Большинство изложенных методов испытаний предусматривает определение механических и физических характеристик сотопластов как при нормальной (20° С), так и пониженных (до минус 60° С) или повышенных температурах. Температуру испытания и допуск на ее изменение принимают в соответствии с ГОСТ 14359—69. Верхний предел температуры испытания ограничивается температурой, соответствующей теплостойкости сотопласта. Обозначение условий испытания в лабораторном журнале выполняют согласно ГОСТ 14359—69.

1.21. Проведение испытаний при различных температурах осуществляют при условии достижения материалом практически равновесного температурного состояния, отвечающего данной температуре внешней среды. В испытательной камере образцы при нагревании должны находиться при заданной температуре не более 30 мин. Более продолжительный прогрев недопустим из-за возможного изменения свойств сотопласта вследствие

теплового старения. Верхний предел выдерживания образцов при пониженных температурах не лимитируется.

1.22. Испытания при пониженных или повышенных температурах проводят на специальных машинах, предназначенных для испытаний при низких или высоких температурах, либо на тех же машинах, что используются для испытания при нормальной температуре, если они оборудованы съемными холодильными или нагревательными камерами. Применение системы термостатирования должны обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в материале от минус 60 до плюс 100°.

1.23. В камерах для испытаний при пониженной и повышенной температурах образец должен находиться в воздушной среде. Охлаждающая или нагревательная камеры должны обеспечивать равномерное охлаждение или нагревание образца при заданной температуре и сохранение последней на протяжении всего испытания. В камерах для испытания сотопласта при пониженных температурах в качестве хладоагента используют твердую углекислоту, жидкий азот, фреон и др. При испытании сотопласта при повышенных температурах нагрев воздуха осуществляют с помощью электроспиралей. Для обеспечения равномерного распределения температуры по объему камеры рекомендуется применять принудительную циркуляцию воздуха. Камеры должны позволять устанавливать необходимые приспособления для испытаний и контрольно-измерительные приборы.

1.24. Холодильная и нагревательная камеры, входящие в систему термостатирования образца, должны быть снабжены средствами контроля температуры испытуемого образца. Контроль температуры образца следует обязательно проводить при испытании первого образца при заданной температуре. В последующем этот контроль производят периодически. Для измерения температуры используют термопары, устанавливаемые непосредственно на образце. Измерение пониженных температур ведут термопарами медь-константан, а повышенных — термопарами хромель-копель. Погрешность измерения температуры не должна превышать 0,5% измеряемой величины.

1.25. Влажность воздуха в помещении при проведении кратковременных испытаний не регламентируется. При проведении длительных испытаний окружающая влажная атмосфера может оказывать заметное влияние

на свойства сотопластов, поэтому при осуществлении этих испытаний необходимо обращать внимание на температурно-влажностное состояние внешней среды. Длительные испытания проводят либо в нормальных условиях с практически имеющейся влажностью, либо в среде с определенной влажностью воздуха. Следует регистрировать температуру и влажность воздуха в помещении.

1.26. При проведении испытаний контролируют поведение образца, характер его разрушения.

1.27. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурно-влажностного режима испытания и необходимую точность измерения размеров образцов и их веса. При проведении испытаний используют следующие контрольно-измерительные приборы и инструменты: механические индикаторы (ГОСТ 577—68), электротензометры, тензометрические датчики сопротивления, оптические приборы для измерения деформаций, термопары (ГОСТ 6616—61), потенциометры, термографы (ГОСТ 9469—60), гигрографы (МРТУ 52-01-33-62), микрометры (ГОСТ 6507—60), штангенциркули (ГОСТ 166—63), масштабные линейки и др.

1.28. Определение стойкости сотопластов к действию атмосферных факторов ведут в соответствии с ГОСТ 10226—62.

1.29. Определение горючести сотопласта производят в соответствии с ГОСТ 17088—71. Классификации горючести полимерных материалов и огнестойкости конструкций указаны в главе СНиП II-А.5-70.

1.30. Результаты испытаний выражают числовыми значениями или графически в соответствии с требованиями методов испытаний. Графически зависимости между измеренными величинами изображают в прямоугольной системе координат. Масштабы шкал по осям координат выбирают таким образом, чтобы полученная графическая зависимость проходила примерно под углом 45°, а представленные графически величины можно было определять с погрешностью, соответствующей погрешности измерения данной величины.

1.31. Среднее значение определяемого показателя вычисляют как среднее арифметическое. Возможность принятия в расчет всех результатов испытания устанавливают по ГОСТ 14359—69. При определении средней вели-

чины показателей физико-механических свойств сотопластов с заданной надежностью следует применять методы вариационной статистики.

1.32. Запись результатов испытаний должна обеспечивать полноту описания образца, условий и метода измерения, способа подсчета результатов. В протоколе испытания следует записывать: по образцу — наименование, марку сотопласта, номер стандарта или технических условий; по условиям измерения — запись условий кондиционирования и испытания; по методу измерения — наименование метода испытания, марку использованной аппаратуры и число испытанных образцов; по определению погрешностей — среднее значение, отдельные значения показателя каждого образца, коэффициент вариации и относительной погрешности, границы доверительного интервала, в которых заключено искомое значение определяемого показателя.

1.33. Настоящие методы физико-механических испытаний сотопластов строительного назначения соответствуют общим требованиям отечественных стандартов на методы испытаний пластмасс, а также рекомендациям по стандарцизации СЭВ и ИСО.

1.34. При проведении испытаний сотопластов следует соблюдать требования техники безопасности. При работе на испытательных машинах необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, установленные для работы на них.

2. ОБЩИЕ ИСПЫТАНИЯ

МЕТОД ОТБОРА ОБРАЗЦОВ

2.1. Метод устанавливает общие требования к изготовлению, контролю качества и отбору образцов для проведения физико-механических испытаний сотопласта.

2.2. Сотопласты изготавливают как в виде плит, так и в виде блоков-заполнителей конструкций (рис. 1). Изготовление плит и блоков производят в соответствии со стандартами и техническими условиями. Из партии плит и блоков изготавливают образцы для проведения испытания сотопласта. Количество плит и блоков, необходимое для испытания, указано в стандартах или технических условиях на сотопласт.

2.3. Устанавливают объемную массу плит и блоков в соответствии с методом определения объемной массы.

2.4. Допустимые отклонения в объемной массе плит и блоков сотопластов не должны превышать $\pm 5\%$ номинальной объемной массы.

2.5. При изготовлении образцов необходимо контролировать расположение сотовых ячеек в плитах и блоках сотопласта. Для изготовления образцов намечают схему раскроя плит и блоков. Образцы изготовляют из частей плит и блоков, имеющих однородную сото-

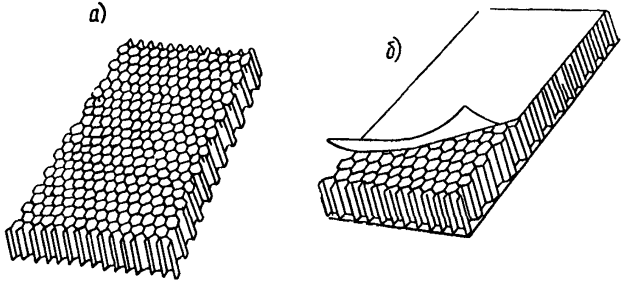

Рис. 1

а — плита; *б* — блок-заполнитель сотопласта

вую структуру. Если блок-заполнитель, предназначенный для изготовления образцов, имеет приклеенные листы материала обшивок, то образцы из блока вырезают вместе с пластинами этого материала.

2.6. Форма и размеры образцов предусмотрены в методах испытаний.

2.7. Разметку образцов на плитах и блоках осуществляют, отступая от необрезанных краев не менее чем на 30 мм. Размечают расположение образцов. При разметке необходимо учитывать технологический припуск, равный 3—4 мм на сторону (на распиловку и фрезеровку). Одновременно с разметкой образцы нумеруют.

2.8. Изготовление образцов ведут на деревообрабатывающих станках.

2.9. Из плит и блоков образцы вырезают таким образом, чтобы высота образцов совпадала с направлением сотовых ячеек материала.

2.10. Обработанные поверхности рабочих участков образцов должны быть отфрезерованы так, чтобы они не

имели следов механической обработки и других дефектов.

2.11. Образцы изготовляют с соблюдением допусков на параллельность, предусмотренных в методах испытаний. Грани образцов должны быть гладко выстроганы и не иметь внешних дефектов. При изготовлении образцов необходимо контролировать выдерживание параллельности и плоскостности их опорных поверхностей. Правильность прямых углов образцов проверяют с помощью стального угольника, стороны которого должны плотно прилегать к плоскостям образца, а правильность плоскостей — с помощью ребра стальной линейки или угольника, которое должно плотно прилегать к плоскости образца на всем ее протяжении.

2.12. Допускаемая погрешность изготовления образцов заданных размеров для каждого вида испытаний указана в соответствующих методах испытаний. Образцы с неточно выдержанными размерами отбраковывают и к испытаниям не допускают, если только при испытаниях специально не изучают влияние дефектов на физико-механические свойства сотопласта.

2.13. Изготовленные образцы подвергают визуальному осмотру. Поверхность стенок ячеек образцов должна быть гладкой, ровной, чистой и не иметь видимых дефектов сотовой структуры.

2.14. Количество образцов, необходимое для испытаний, установлено в методах испытаний.

2.15. Каждый образец маркируют, при этом обозначают марку материала, партию, расположение образца в плите, блоке. Нумерацию образцов ведут последовательно.

При изготовлении образцов из разных плит и блоков на образцы должна быть перенесена марка плит и блоков.

2.16. Место и способ нанесения номера образца следует выбирать так, чтобы не вызывать изменения свойств материала. Если для образца данного вида сотопласта это требование не может быть выполнено, то маркировка должна осуществляться путем применения опознавательных знаков, устанавливаемых рядом с образцом. При разрушении образца на части в процессе испытания маркировку наносят на образец таким образом, чтобы на отдельных его частях сохранился номер.

МЕТОД КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ

2.17. Метод предусмартивает определение условий предварительного выдерживания образцов в воздушной среде и устанавливает требования по температурно-влажностным параметрам среды, в которой производится кондиционирование образцов сотопласта перед проведением физико-механических испытаний. Кондиционирование производят с целью получения более сравнимых и точно воспроизводимых результатов определения механических свойств независимо от предыдущего состояния материала.

2.18. Кондиционирование образцов производят для достижения сотопластом температурно-влажностного состояния, приближенно соответствующего равновесному. Температурно-влажностный режим кондиционирования должен соответствовать температурным и влажностным условиям испытания образцов. Специальное кондиционирование производится для получения данных, характеризующих поведение сотопласта в эксплуатационных условиях.

2.19. Изготовление, контроль качества и маркировку образцов следует производить в соответствии с методом отбора образцов или стандартами и техническими условиями на сотопласты.

2.20. Форма и размеры образцов предусмотрены в методах испытаний или в стандартах и технических условиях на сотопласт.

2.21. Образцы кондиционируют в температурно-влажностных условиях, отвечающих контрольной стандартной атмосфере (ГОСТ 12423—66), если в методах испытаний, в стандартах и технических условиях на сотопласты не указаны иные условия.

2.22. Кондиционирование образцов производят в помещении или в специальных камерах, шкафах, обеспечивающих заданный температурно-влажностный режим среды.

2.23. Создание постоянной влажности воздуха в помещении, камере или шкафу ведут в соответствии с ГОСТ 12423—66.

2.24. Образцы укладывают в виде клеток таким образом, чтобы возможно большая поверхность каждого из них была подвержена действию воздушной среды.

2.25. Продолжительность кондиционирования образ-

цов в нормальных температурно-влажностных условиях должна составлять 24 ч. Сроки кондиционирования образцов при повышенных температурах и влажности воздуха указаны в методах испытаний.

2.26. В процессе кондиционирования образцов осуществляют контроль температуры и влажности воздушной среды. Измерение температуры и относительной влажности воздуха ведут в непосредственной близости от кондиционируемых образцов.

2.27. Обозначение условий кондиционирования образцов выполняют в соответствии с ГОСТ 14359—69.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ

2.28. Метод предусматривает определение количества массы сотопласта, приходящейся на единицу его объема при взвешивании в нормальных температурно-влажностных условиях. Метод основан на определении линейных размеров плит, блоков и образцов, их веса и последующего вычисления массы, приходящейся на единицу объема материала. В результате испытаний определяют объемную массу плит, блоков и образцов, предназначенных для испытания сотопласта.

2.29. Определение объемной массы производят как на плитах и блоках сотопласта, так и на образцах, предназначенных для проведения испытаний. Если блоки и образцы имеют приклеенные пластинки материала обшивки, то перед определением объемной массы эти пластины отделяют от сотопласта.

2.30. Изготовление, контроль качества и маркировку плиты блоков следует производить в соответствии со стандартами или техническими условиями на сотопласт, а образцов — в соответствии с методом отбора образцов.

2.31. Форма, габариты плит и блоков указаны в стандартах или технических условиях на сотопласт и конструкции на его основе. При определении объемной массы сотопласта на образцах следует использовать образец в форме куба с длиной ребра 100 мм или другие образцы правильной геометрической формы, предназначенные для проведения физико-механических испытаний.

2.32. Количество образцов, взятых на испытание, должно быть не менее пяти.

2.33. Плиты, блоки и образцы сотопласта подвергают предварительному выдерживанию в нормальных темпе-

ратурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования.

2.34. Установление объемной массы производят путем определения линейных размеров и взвешивания плит, блоков и образцов. За результат определения каждого размера принимают среднее арифметическое трех повторных измерений.

2.35. Погрешность взвешивания образцов не должна превышать 1% измеряемой величины. Линейные размеры, определяемые с погрешностью до 0,01 мм, измеряют микрометром или индикатором той же точности. Размеры, определяемые с погрешностью до 0,1 мм, измеряют штангенциркулем, а размеры, определяемые с погрешностью до 1 мм измерительной линейкой.

2.36. По результатам измерения линейных размеров и взвешивания вычисляют объем плит, блоков и образцов и их массу.

2.37. Объемная масса плит, блоков и образцов сотопласта (γ в кг/м^3) вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{m}{v} 1000. \qquad (1)$$

где m — масса плиты, блока или образца в г;

v — геометрический объем плиты, блока или образца в см^3.

3. МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ

3.1. Метод предусматривает определение максимального напряжения при сжатии сотопласта в режиме статического нагружения, в условиях нормальной, пониженной или повышенной температур. Метод основан на определении величины максимальной сжимающей нагрузки, соответствующей разрушению образца или резкому уменьшению его начальной жесткости. В результате испытания определяют предел прочности при сжатии сотопласта.

3.2. При проведении испытания применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательную машину;

опорные пластины;
систему термостатирования;
контрольно-измерительные приборы и инструмент.

3.3. Опорное приспособление необходимо для равномерного распределения прилагаемой нагрузки по площади поперечного сечения образца. В качестве опорного приспособления используют металлические плоские пла-

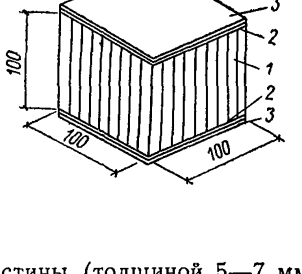

Рис. 2. Форма и размеры составного образца для испытания прочности при сжатии сотопласта

1 — сотопласт; *2* — пластина материала обшивки; *3* — опорная пластина

стины (толщиной 5—7 мм), наклеиваемые на торцовые поверхности образца. Для правильной установки образца по отношению к действующему усилию, компенсации возможной непараллельности опорных плоскостей образца и более равномерного распределения нагрузки по его сечению одна из опорных плит машины должна быть самоустанавливающейся.

3.4. Для испытания используют составной образец в форме куба с длиной ребра 100 мм (*рис. 2*). Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,3 мм. Размеры, взятые в пределах допускаемого отклонения, должны быть выдержаны на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм. Если образец изготовляют из блоков-заполнителей, то целесообразно его вырезать из блока вместе с приклеенными пластинами материала обшивки.

3.5. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных температурных условиях, должно быть не менее пяти.

3.6. Образцы подвергают выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

3.7. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

3.8. На торцовые плоскости образца наклеивают опорные пластины. Размер пластин должен соответствовать размеру поперечного сечения образца (см. рис. 2). Технология изготовления составного образца должна обеспечивать надежное склеивание материалов. Плоскости склеивания должны быть перпендикулярны к продольной оси образца.

3.9. Подготовленный для испытания составной образец устанавливают на опорах машины. Если испытание производят при пониженной или повышенной температуре, то образец необходимо предварительно термостатировать при заданной температуре не более 30 мин.

3.10. Испытания производят в условиях равномерного нагружения образца со скоростью, соответствующей скорости перемещения активного захвата машины 10—20 мм/мин. Нагружение продолжают до разрушения образца или до резкого уменьшения его начальной жесткости.

Примечание. Допускается нагружение образца производить ручным приводом машины

3.11. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечают характер и место его разрушения.

3.12. Предел прочности при сжатии сотопласта (σ_c в кгс/см^2) вычисляют по формуле

$$\sigma_c = \frac{P}{F}, \qquad (2)$$

где P — максимальная нагрузка в кгс;

F — площадь поперечного сечения образца в см^2.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

3.13. Метод предусматривает определение максимального напряжения при растяжении сотопласта вплоть до разрушения в режиме статического нагружения в условиях нормальной, пониженной или повышенной температур. Метод основан на определении величины разрушающей нагрузки. В результате испытания определяют предел прочности при растяжении сотопласта.

3.14. При проведении испытания применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательную машину;

захватные пластины;
системы термостатирования;
контрольно-измерительные приборы и инструменты.

3.15. Захватное приспособление должно обеспечивать надежное крепление образца в захватах машины в процессе испытания и давать возможность центрировать образец так, чтобы его продольная ось совпадала с направлением прикладываемого усилия. В качестве захватного приспособления используют металлические Т-образные пластины (толщиной 3—5 мм), наклеиваемые на торцо-

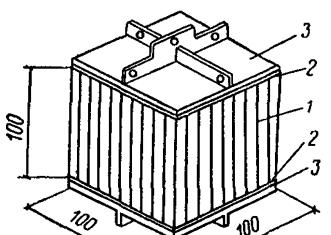

Рис 3 Форма и размеры составного образца для испытания прочности при растяжении сотопласта

1 — сотопласт; *2* — пластина материала обшивки; *3* — опорная пластина

вые поверхности образца, и цепные устройства, с помощью которых образец закрепляют в захватах машины. Размер и конфигурация захватной пластины показаны на рис. 3.

3.16. Для испытания используют составной образец в форме куба с длиной ребра 100 мм (см. рис. 2). Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более $\pm$0,3 мм. Размеры, взятые в пределах допускаемого отклонения, должны быть выдержаны на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм. Если образец изготавливают из блоков-заполнителей, то целесообразно его вырезать из блока вместе с приклеенными пластинами материала обшивки.

3.17. Количество образцов, взятых на испытание материала в одних температурных условиях, должно быть не менее пяти.

3.18. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

3.19. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

3.20. На торцовые поверхности образца наклеивают захватные пластины. Размер пластин контактных частей должен соответствовать размеру поперечного сечения образца (рис. 3). Технология изготовления составного образца должна обеспечивать надежное склеивание материалов. Плоскости склеивания должны быть перпендикулярны к продольной оси образца.

3.21. Подготовленный для испытания составной образец устанавливают в захватах машины. Если испытание производить при пониженной или повышенной температуре, то образец необходимо предварительно термостатировать при заданной температуре не более 30 мин.

3.22. Испытание производят в условиях равномерного нагружения образца со скоростью нагружения, соответствующей скорости движения активного захвата машины 10—20 мм/мин. Нагружение продолжают до разрушения образца.

3.23. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечают характер и место его разрушения. В расчет принимают результаты испытаний образцов, разрушившихся по сотопласту.

3.24. Предел прочности при растяжении сотопласта ($\sigma_р$ в кгс/см^2) вычисляют по формуле

$$\sigma_р = \frac{P}{F}, \qquad (3)$$

где P — максимальная нагрузка в кгс;

F — площадь поперечного сечения образца в см^2.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ СДВИГЕ

3.25. Метод предусматривает определение максимального напряжения при сдвиге образца сотопласта в направлении, перпендикулярном высоте сотовых ячеек в режиме статического нагружения в условиях нормальной, пониженной или повышенной температуры. Метод основан на определении величины максимальной нагрузки, соответствующей разрушению образца или резкому уменьшению его начальной жесткости, при испытании на сдвиг при растяжении. В результате испытания определяют предел прочности при сдвиге сотопласта.

3.26. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательную машину;
захватные пластины;
систему термостатирования;
контрольно-измерительные приборы и инструменты.

3.27. Захватное приспособление служит для передачи на образец усилий, вызывающих в сотопласте напря-

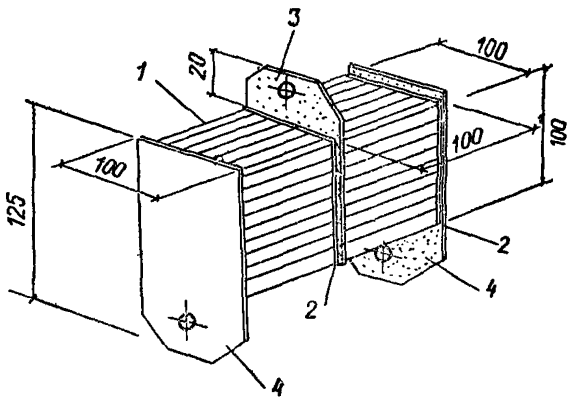

Рис. 4. Форма и размеры спаренного составного образца для испытания прочности при сдвиге сотопласта

1 — сотопласт; *2*—пластина материала обшивки; *3* — внутренняя захватная пластина; *4* — внешняя захватная пластина

жения и деформации сдвига. Оно должно обеспечивать надежное крепление образца в захватах машин в процессе испытания и давать возможность центрировать образец так, чтобы его продольная ось была перпендикулярна направлению прикладываемого усилия. В качестве захватного приспособления используют металлические плоские пластины (толщиной 3—5 мм), наклеиваемые на торцовые поверхности образца и цепные устройства, с помощью которых образец закрепляют в захватах машин. Размер и конфигурация захватных пластин показаны на рис. 4.

3.28. Для испытания используют спаренный составной образец, форма и основные размеры которого показаны на рис. 4. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,3 мм. Размеры, взятые в пределах допускаемого отклонения, должны быть выдержаны на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм. Если образец изготавливают из блоков-заполнителей, то целесообразно его вырезать из блока вместе с прикрепленными пластинами материала обшивки. При изготовлении образца необходимо сотопласт располагать таким образом, чтобы направление прилагаемого усилия

в процессе испытания совпадало с направлением склеенных сторон сотовых ячеек материала или было перпендикулярно к нему.

3.29. Количество образцов, взятых на испытание материалов в одних температурных условиях, должно быть не менее пяти.

3.30. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования.

3.31. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

3.32. На торцовые поверхности составного образца наклеивают захватные пластины. Размер контактных частей пластин должен соответствовать размеру торцовых поверхностей образца (см. рис. 4). Технология изготовления составного образца должна обеспечивать надежное склеивание материалов. Плоскости склеивания должны быть параллельны направлению прилагаемой нагрузки.

3.33. Для испытания образец с захватным приспособлением устанавливают в машине. Определение предела прочности при сдвиге производят на образцах, изготовленных из плит и блоков сотопласта, как в направлении склеенных сторон сотовых ячеек, так и перпендикулярно к нему.

Если испытания проводят при пониженной или повышенной температуре, то образец необходимо предварительно термостатировать при заданной температуре не более 30 мин.

3.34. Испытание производят в условиях равномерного нагружения образца со скоростью нагружения, соответствующей скорости движения активного захвата машины 10—20 мм/мин. Нагружение продолжают до разрушения образца или до резкого уменьшения его начальной жесткости.

Примечание. Допускается нагружение образца производить ручным приводом машины.

3.35. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечая характер и место его разрушения.

3.36. Предел прочности при сдвиге сотопласта (τ в кгс/см^2) вычисляют по формуле

$$\tau = \frac{P}{2F}, \qquad (4)$$

где P — максимальная нагрузка в кгс;
F — площадь сечения образца в см^2.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ

3.37—3.40. Метод предусматривает определение показателей упругих свойств сотопласта в режиме статического нагружения в условиях нормальной, пониженной или повышенной температуры. Метод основан на измерении упругих деформаций при сжатии, растяжении и сдвиге образцов. В результате испытания определяют следующие показатели: модуль упругости при сжатии, модуль упругости при растяжении, модуль сдвига и коэффициент поперечной деформации сотопласта.

3.41. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательные машины;

опорные и захватные пластины;

системы термостатирования;

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

3.42. Опорные и захватные приспособления должны обеспечивать возможность закрепления и центрирования образцов так, чтобы их продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3, 3.15, 3.27.

3.43. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурно-влажностного режима испытания и необходимую точность измерения деформаций образцов. Приборы для измерения деформаций должны обеспечивать измерение с погрешностью не более 1% измеряемой величины. Для измерения деформаций используют тензометры с передаточным числом 1000, индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Целесообразно применять переносные индикаторы часового типа, при этом на образец наклеивают металлические опорные пластины. Вес измерительных приборов и их креплений на образце не должны оказывать заметного влияния на величину деформаций образца и его поведение при испытании. Возможно использовать также оптические приборы измерения деформаций.

3.44. Для определения показателей упругих деформа-

ций при сжатии и растяжении следует применять образцы, рекомендованные в методах испытаний прочности при сжатии и растяжении сотопласта.

3.45. Количество образцов, взятых на каждый вид испытания материала, должно быть не менее пяти.

3.46. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов не более 30 мин.

3.47. После кондиционирования устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

3.48. При определении модулей упругости при сжатии и растяжении производят измерение деформативности образцов в процессах ступенчатого нагружения-разгружения. При определении модуля сдвига определяют величину взаимного перемещения захватных пластин составного образца при ступенчатом нагружении-разгружении.

3.49. Испытания производят как при нормальной, так и при пониженной или повышенной температуре. Перед испытанием при повышенной или пониженной температуре образец необходимо предварительно термостатировать при заданной температуре.

А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРИ СЖАТИИ

3.50. Форма и размеры образца для испытания описаны в п. 3.4. Внешний вид составного образца с опорным приспособлением и закрепленными измерительными приборами показан на рис 5.

3.51. Для измерения деформаций на противоположных сторонах образца устанавливают два тензометра или индикаторы. База измерения должна соответствовать высоте образца. Крепление измерительных приборов на образце производится к опорным пластинам. Измерительные приборы должны быть закреплены устойчиво на образце. Правильность установки приборов проверяют легким постукиванием по образцу. При правильном их закреплении стрелки колеблются около одного и того же деления шкалы.

3.52. Для испытания образец с опорными приспособлениями и закрепленными измерительными приборами

устанавливают в машине. Для правильной установки образца по отношению к действующему усилию, компенсации возможной непараллельности опорных поверхностей образца и более равномерного распределения нагрузки по его сечению одна из плит опор машины должна быть самоустанавливающейся.

3.53. Испытание производят путем четырехкратного нагружения-разгружения образца с помощью ручного

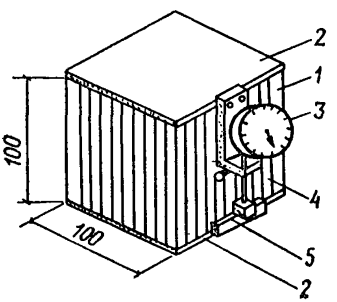

Рис. 5. Внешний вид составного образца для определения модуля упругости при сжатии сотопласта

1 — сотопласт; *2* — внешние пластины; *3* — индикатор; *4* — ножка индикатора; *5* — опорная планка

привода машины. Скорости перемещения активного захвата машины принимают равной 3—5 мм/мин.

3.54. Порядок испытания заключается в следующем. Первоначально прикладывают к образцу усилие, составляющее 20% разрушающей нагрузки, устанавливают стрелки тензометров в нулевое положение (или берут отсчет по индикаторам); нагружают образец до верхнего предела нагрузки, величина которого должна составлять 60% разрушающей нагрузки, и берут отсчеты по измерительным приборам. Затем разгружают образец на 5—10% ниже нижнего предела; догружают образец и берут отсчеты по приборам при нижнем уровне нагрузки; вновь устанавливают стрелки тензометров в нулевое положение (или берут отсчеты по индикаторам), и производят следующее нагружение. Так нагружение-разгружение повторяют четыре раза и измеряют деформации образца.

3.55. Вычисление величины деформации сжатия образца производят по последним трем отсчетам приборов и определяют среднее арифметическое сначала для каждого, а затем и для обоих приборов.

3.56. Модуль упругости при сжатии сотопласта (E_c в кгс/см^2) вычисляют по формуле:

$$E_c = \frac{(P_2 - P_1) l_б}{\varepsilon F}, \qquad (5)$$

где P_1 — начальная нагрузка в кгс;
P_2 — конечная нагрузка в кгс;
$l_б$ — база измерения деформаций в см;
ε — величина абсолютной деформации образца при изменении нагрузки от P_1 до P_2 в см;
F — площадь поперечного сечения образца в см^2.

Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

3.57. Форма и размеры образца для испытания описаны в п. 3.16. Внешний вид сотового образца с захватным приспособлением и закрепленными измерительными приборами показан на рис. 6.

3.58. Для измерения деформаций на противоположных сторонах образца устанавливают два тензометра или индикатора. База измерения должна соответствовать

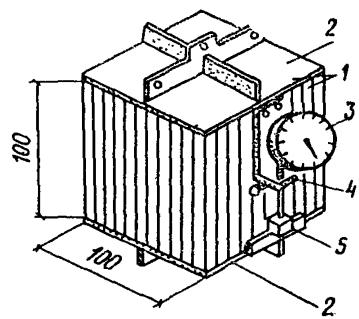

Рис. 6. Внешний вид составного образца для определения модуля упругости при растяжении сотопласта

1 — сотопласт; *2* — внешние пластины; *3* — индикатор; *4* — ножка индикатора; *5* — опорная планка

высоте образца. Крепление измерительных приборов на образце производится к захватным пластинам. Измерительные приборы должны быть устойчиво закреплены на образце. Правильность установки приборов проверяют легким постукиванием по образцу. При правильном их закреплении стрелки колеблются около одного и того же деления шкалы.

3.59. Для испытания образец с захватным приспособлением и закрепленными измерительными приборами устанавливают в машине.

3.60. Испытание производят путем четырехкратного нагружения-разгружения образца с помощью ручного привода машины. Скорость перемещения активного захвата машины принимают равной 3—5 мм/мин.

3.61. Порядок испытания заключается в следующем. Первоначально прикладывают к образцу усилие, составляющее 20% разрушающей нагрузки, устанавливают стрелки тензометров в нулевое положение (или берут отсчет по индикаторам); нагружают образец до верхнего предела, величина которого должна составлять 60% разрушающей нагрузки и вновь берут отсчеты по измерительным приборам. Затем разгружают образец на 5—10% ниже нижнего предела; догружают образец и берут отсчеты по приборам при нижнем уровне нагрузки; вновь устанавливают стрелки тензометров в нулевое положение (или берут отсчет по индикаторам) и производят следующее нагружение. Так нагружение-разгружение повторяют четыре раза и измеряют деформации образца.

3.62. Вычисление величины деформаций растяжения образца производят по последним трем отсчетам приборов и определяют среднее арифметическое сначала для каждого, а затем и для обоих приборов.

3.63. Модуль упругости при растяжении сотопласта ($E_р$ в кгс/см^2) вычисляют по формуле

$$E_р = \frac{(P_2 - P_1) l_б}{\varepsilon F}, \qquad (6)$$

где P_1 — начальная нагрузка в кгс;

P_2 — конечная нагрузка в кгс;

$l_б$ — база измерения деформации в см;

ε — величина абсолютной деформации образца при изменении нагрузки от P_1 до P_2 в см;

F — площадь поперечного сечения образца в см^2.

В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ СДВИГА

3.64. Для испытания используют симметричный составной образец, форма и основные размеры которого показаны на рис. 7. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,3 мм. Размеры,

взятые в пределах допускаемого отклонения, должны быть выдержаны на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм. Если образец изготавливают из блоков-заполнителей, то целесообразно его вырезать из блока вместе с приклеенными пластинами материала обшивки. При изготовлении образца необходимо сото-

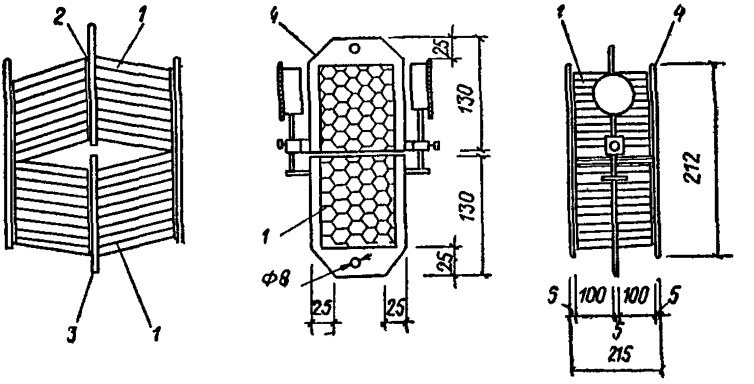

Рис. 7. Форма и размеры симметричного составного образца для испытания прочности при сдвиге сотопласта

1 — сотопласт, *2* — пластина материала обшивки; *3* — внутренняя захватная пластина, *4* — внешняя захватная пластина

пласт располагать таким образом, чтобы направление прилагаемого усилия в процессе испытания совпадало с направлением склеенных сторон сотовых ячеек материала или было перпендикулярно к нему.

3.65. Для определения взаимного перемещения внешних и внутренних захватных пластин составного образца на противоположных его сторонах устанавливают тензометры или индикаторы. Крепление измерительных приборов на образце производится к внешним и внутренним захватным пластинам (см. рис. 7). Измерительные приборы должны быть закреплены устойчиво на образце. Правильность их закрепления проверяют легким постукиванием по образцу. При правильном закреплении стрелки приборов должны колебаться около одного и того же деления шкалы.

3.66. Для испытания образец с захватным приспособлением и закрепленными индикаторами устанавливают в машине. Определение модуля сдвига производят на об-

разцах, изготовленных из плит и блоков сотопласта как в направлении склеенных сторон сотовых ячеек, так и перпендикулярно к нему.

3.67. Испытание проводят путем четырехкратного нагружения-разгружения образца с помощью ручного привода машины. Скорость перемещения активного захвата машины принимают равной 3—5 мм/сек.

3.68. Порядок испытания заключается в следующем. Первоначально прикладывают к образцу усилие, составляющее 20% разрушающей нагрузки, берут отсчеты по индикаторам; нагружают образец до верхнего предела, величина которого должна составлять 60% разрушающей нагрузки и вновь берут отсчеты по индикаторам. Затем разгружают образец на 5—10% ниже нижнего предела, догружают образец и берут отсчеты по индикаторам при нижнем уровне нагрузки; вновь производят нагружение образца до верхнего предела и снимают показания индикаторов. Так нагружение-разгружение повторяют четыре раза и измеряют взаимные перемещения захватных пластин образцов.

3.69. Вычисление величины сдвига образца производят по последним трем отсчетам индикаторов. Затем определяют его среднее арифметическое значение.

3.70. Модуль сдвига сотопласта (G в кгс/см^2) вычисляют по формуле

$$G = \frac{(P_2 - P_1) \cdot l}{2\,\Delta F}, \qquad (7)$$

где P_1 — начальная нагрузка в кгс;

P_2 — конечная нагрузка в кгс;

l — расстояние между захватными пластинами симметричного составного образца в см;

Δ — величина абсолютной деформации сдвига за счет взаимного смещения внутренней и внешних захватных пластин образца в см;

F — площадь сдвига образца в см^2.

Г ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОПЕРЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

3.71. Определение коэффициента поперечных деформаций ведут при растяжении сотопласта.

3.72. Размеры и форма образца для испытания описаны в п. 3.16.

3.73. Для измерения деформаций на противоположных сторонах образца устанавливают четыре тензометра с базой 10—20 мм, по два с каждой стороны. Два тензометра на противоположных сторонах для измерения продольной (осевой) деформации. Другие два — для измерения поперечных деформаций. Под опорные призмы тензометров помещают подкладки из металла или целлулоида. Испытательные приборы должны быть закреплены устойчиво на образце. Правильность установки тензометров проверяют легким постукиванием по образцу. При правильном их закреплении стрелки колеблются около одного и того же деления шкалы.

3.74. Образец с захватным приспособлением и закрепленными тензометрами устанавливают в машине.

3.75. Испытания производят путем четырехкратного нагружения-разгружения образца с помощью ручного привода машины. Скорость перемещения активного захвата машины принимают равной 10 мм/мин.

3.76. Порядок испытания изложен в п. 3.61.

3.77. Допускается производить измерение продольных и поперечных деформаций образца последовательно.

3.78. Вычисление величин продольной и поперечной деформаций производят по последним трем отсчетам каждого тензометра, отдельно для верхнего и нижнего пределов нагружения. Определяют среднее арифметическое сначала для каждого, а затем для пар тензометров, измеряющих продольную и поперечную деформации.

3.79. Коэффициент поперечной деформации вычисляют из отношения величин поперечной и продольной деформации сотопласта.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

3.80. Метод предусматривает определение деформативности сотопласта под действием статических долговременных нагрузок в условиях нормальной, пониженной или повышенной температур. Метод основан на определении величин деформаций, развивающихся в материале в течение заданного времени под действием сжимающих, растягивающих и сдвигающих напряжений, по величине меньше длительной прочности сотопласта. В результате испытания определяют деформативность при сжатии-растяжении и сдвиге сотопласта; длительные

модули упругости при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

3.81. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательные стенды;

опорные и захватные пластины;

систему термостатирования;

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

3.82. Испытательные стенды должны позволять производить испытание на сжатие, растяжение, сдвиг образцов под долговременной нагрузкой, обеспечивать плавное и воспроизводимое приложение заданной нагрузки с погрешностью не более 1%, сохранять постоянство нагрузки в течение всего процесса испытаний, а также допускать размещение захватных приспособлений, приборов для измерения деформаций, а в случае испытания при пониженных или повышенных температурах — холодильной или нагревательной камер. Испытание целесообразно производить с помощью рычажных приспособлений.

3.83. Опорные и захватные приспособления, используемые при испытаниях, должны обеспечивать надежное крепление образцов, исключающее их проскальзывание в процессе испытания и давать возможность центрирования образца так, чтобы его продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Используемые приспособления не должны оказывать заметного давления на используемый образец. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3, 3.15, 3.27.

3.84. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурно-влажностного режима испытания и необходимую точность измерения деформаций образцов в процессе испытания и определение их размеров и веса.

Приборы для измерения деформаций должны обеспечивать измерение с погрешностью не более 1% измеряемой величины. Для измерения деформаций используют тензометры с передаточным числом 1000 и индикаторы. Целесообразно применять переносные индикаторы часового типа с базой измерения 50 мм, при этом на образец наклеивают металлические опорные пластины. Вес измерительных приборов и их крепления на образце не должны оказывать заметного влияния на величину деформа-

ций образца и его поведение при испытании. Возможно использование оптических приборов измерения деформаций. Не рекомендуется использовать тензодатчики для измерения деформаций образца.

3.85. Образцы для испытания имеют различную форму и размеры. При испытании ползучести сотопласта под действием сжимающих, растягивающих и сдвигающих долговременных напряжений следует использовать образцы, рекомендованные в методах испытаний прочности сотопласта (пп. 3.4, 3.16, 3.28).

3.86. Количество образцов, взятых на каждый вид испытания в определенных температурных условиях, при одном уровне нагрузки должно быть не менее трех.

3.87. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

3.88. Устанавливают объемную массу образцов в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта. Допускаемые отклонения значений объемной массы образцов от средней величины не должны превышать $\pm 5\%$.

3.89. На противоположных сторонах образцов, предназначенных для испытания ползучести, устанавливают тензометры или индикаторы. Крепление измерительных приборов на образце производится к опорным или захватным пластинам. Измерительные приборы должны быть закреплены устойчиво на образце. Правильность установки приборов проверяют легким постукиванием по образцу. При правильном их закреплении стрелки колеблются около одного и того же деления шкалы.

3.90. Для проверки испытания образцы на стендах устанавливают с помощью опорных и захватных приспособлений.

3.91. Испытание образцов ведут под напряжениями, величины которых выбирают из следующего ряда: 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40 соответствующей кратковременной прочности сотопласта. Нагрузки набирают с погрешностью до 1% величины разрушающего усилия.

3.92. Приложение нагрузки к образцу осуществляют плавно. Время нагружения не должно превышать 5 с.

3.93. Продолжительность испытания составляет 1000 ч. При необходимости длительность испытания может быть увеличена.

3.94. Определение ползучести под действием сдвигающих напряжений следует производить на образцах, изготовленных из плит и блоков сотопласта, как в направлении склеенных сторон сотовых ячеек, так и перпендикулярно к нему.

3.95. При испытании при пониженной или повышенной температуре образец предварительно выдерживают при заданной температуре не более 30 мин.

3.96. Величины деформаций ползучести при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта определяют из отношения изменения длины базы образца в заданный момент времени к начальной длине его базы:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} 100\%. \qquad (8)$$

где l_0 — начальные длины базы измерения в см;
Δl — длина базы измерения в см.

Длительные модули упругости при сжатии и растяжении ($E^{c}_{дл}$, $E^{p}_{дл}$ в кгс/см^2) и длительный модуль сдвига ($G_{дл}$ в кгс/см^2) сотопласта вычисляют из отношения величины приложенного напряжения и деформации образца в заданный момент времени:

$$E^{c}_{дл} = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_c} 100; \quad E^{p}_{дл} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} 100; \quad G_{дл} = \frac{\tau}{\Delta} 100. \qquad (9)$$

где σ_p, σ_c, τ — величины приложенных напряжений в кгс/см^2;
$\varepsilon_p, \varepsilon_c, \Delta$ — величины относительных деформаций образцов.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОД НАГРУЗКОЙ

3.97. Метод предусматривает определение сопротивляемости сотопластов действию статических долговременных нагрузок в условиях нормальной, пониженной и повышенной температур. Метод основан на определении времени до разрушения образцов под действием долговременных сжимающих, растягивающих и сдвигающих напряжений. В результате испытания определяют длительную прочность, безопасные напряжения и долговечность при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта. Ис-

пытанию на сжатие и сдвиг подвергают сотопласты, имеющие хрупкий характер разрушения.

3.98. Для проведения испытаний применяют следующее оборудование и приспособления:

испытательные стенды;

опорные и захватные пластины;

систему термостатирования образцов;

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

3.99. Испытательные стенды должны позволять производить испытание на сжатие, растяжение, сдвиг образцов под долговременной нагрузкой, обеспечивать плавное и воспроизводимое приложение заданной нагрузки с погрешностью не более 1%, сохранять постоянство нагрузки в течение всего процесса испытания, а также допускать размещение захватных приспособлений и регистрирующих приборов и в случае испытания при пониженных и повышенных температурах — холодильной или нагревательной камер. Испытания целесообразно производить с помощью рычажных приспособлений.

3.100. Опорные и захватные приспособления, используемые при длительных испытаниях, должны обеспечивать надежное крепление образцов, исключая их проскальзывание в процессе испытания и давать возможность центрированная образца так, чтобы его продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3 и 3.27.

3.101. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурно-влажностного режима испытания, контроль регистрации времени с начала нагружения до разрушения образца и необходимую точность измерения размеров образцов и их веса.

3.102. Образцы для испытания имеют различную форму и размеры. При испытании длительной прочности и долговечности под нагрузкой сотопласта следует использовать образцы, рекомендованные в методах испытаний прочности (пп. 3.4, 3.16, 3.28).

3.103. Количество образцов, взятых на каждый вид испытания в определенных температурных условиях, при одном уровне нагрузки должно быть не менее трех.

3.104. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных ус-

ловиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

3.105. Устанавливают объемную массу образцов в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

Допускаемые отклонения значений объемной массы образцов от средней величины не должны превышать ±5%.

3.106. Для проведения испытания образцы на стендах устанавливают с помощью опорных и захватных приспособлений.

3.107. Испытания образцов ведут под напряжениями, величины которых выбирают из следующего ряда: 0,95, 0,90, 0,85, 0,80, 0,75, 0,70, 0,65, 0,60, 0,55, 0,50, 0,45 соответствующей кратковременной прочности сотопласта. Нагрузки набирают с погрешностью до 1% величины разрушающего усилия.

3.108. Приложение нагрузки к образцу осуществляют плавно. Время нагружения не должно превышать 5 с.

3.109. Продолжительность испытания составляет 1000 ч. При необходимости длительность испытания может быть увеличена. При разрушении образцов не должно быть резких ударов на стендах.

3.110. Определение длительной прочности и долговечности под действием сдвигающих напряжений необходимо производить на образцах, изготовленных из плит и блоков сотопласта, как в направлении склеенных сторон сотовых ячеек, так и перпендикулярно к нему.

3.111. При испытании при пониженной или повышенной температуре образец помещают в камеру термостатирования и предварительно выдерживают при заданной температуре не более 30 мин.

3.112. Величину длительной прочности определяют как напряжение, соответствующее значению асимптоты кривой длительного сопротивления, полученной в результате испытания групп образцов в определенных температурных условиях. Кривую длительного сопротивления строят в координатах: напряжения (приложенные к образцам) — время до разрушения образцов. Образцы, испытываемые под напряжениями, соответствующими длительной прочности сотопласта, не разрушаются.

3.113. Величины безопасных напряжений определяют по графику «логарифм долговечности — напряжение», построенному по результатам испытания групп образцов

в определенных температурных условиях, путем экстраполяции зависимости на заданное время службы материала.

3.114. Величины долговечности определяют по графику «логарифм долговечности — напряжение», построенному по результатам испытания групп образцов в определенных температурных условиях, путем экстраполяции зависимости на заданное расчетное напряжение.

4. МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЯЧЕЕК СТРУКТУРЫ

4.1. Метод предусматривает определение размера сотовых ячеек структуры сотопласта. Метод основан на непосредственном определении величин структурных параметров сотопласта. В результате испытания определяют средние значения размера стороны ячейки, толщины одинарных и сдвоенных стенок ячеек и расстояния между параллельными сторонами ячейки.

4.2. Для проведения испытания применяют измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль, измерительные линейки).

4.3. Для испытания используют образец в форме куба с длиной ребра 100 мм. Образец не должен иметь приклеенных пластин материала обшивки.

Примечание. Допускается определение структурных параметров производить непосредственно на плитах и блоках сотопласта.

4.4. Количество образцов должно быть не менее трех.

4.5. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

4.6. Испытание производят в нормальных температурно-влажностных условиях.

4.7. Определение структурных параметров производят на участках образцов сотопласта, не имеющих искажений и нарушений сотовой структуры. Структурные параметры определяют с помощью микрометра с погрешностью до 0,01 мм.

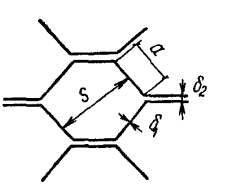

Рис. 8. Параметры сотовой структуры

4.8. При определении структур-

ных параметров сотопласта количество замеров каждого из параметров должно быть не менее 20. Необходимо избегать смятия ячеек сотопласта при измерении параметров сотовой структуры. По полученным результатам вычисляют средние арифметические значения стороны ячейки (a), толщины одинарных (δ_1) и сдвоенных (δ_2) стенок ячеек и расстояния между параллельными сторонами ячейки (s) (рис. 8).

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

4.9. Метод предусматривает определение термического сопротивления сотопласта в стационарном тепловом режиме. Метод основан на определении плотности теплового потока через испытуемый образец сотопласта в направлении расположения сотовых ячеек и определении разности температур на поверхностях пластин, приклеенных к сотопласту.

4.10. При проведении испытания применяют измерительное устройство, схема которого показана на рис. 9.

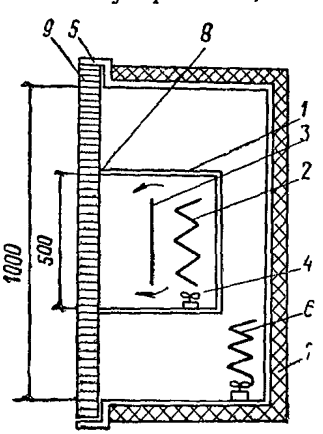

Рис. 9. Схема прибора для испытания термического сопротивления сотопласта

1 — «горячий ящик» размером 50×50×30 см; *2* — рабочий электрический нагреватель; *3* — экран; *4* — вентилятор; *5* — «охранный ящик» размером 100×100×50 см; *6* — «охранный» электрический нагреватель; *7* — теплоизоляция охранного ящика; *8* — эластичная окантовка «горячего ящика»; *9* — образец сотопласта

Измерительное устройство должно быть смонтировано на подставке таким образом, чтобы его можно было поворачивать вокруг горизонтальной оси, параллельной образцу сотопласта, и фиксировать под различными углами.

4.11. Для создания различных перепадов температуры в образце к рабочему нагревателю подводится регулируемое электропитание. Работа охранного нагревателя управляется автоматически регулятором температур.

4.12. Температура воздуха в «охранном ящике» должна поддерживаться равной температуре воздуха в «горячем ящике» с погрешностью до 0,5°.

4.13. Плотность теплового потока через образец сотопласта определяется по расходу электроэнергии рабочим нагревателем.

4.14. Равномерность прогрева воздуха в «горячем» и «охранном» ящиках обеспечивается с помощью вентиляторов. Тепловыделение вентилятора, расположенного в «горячем ящике», должно быть пренебрежимо мало в сравнении с тепловыделением рабочего нагревателя.

4.15. Скорость движения воздуха у поверхности образца не должна превышать 5 м/с.

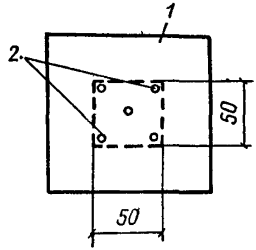

Рис. 10. Схема размещения термопар на поверхности образца для испытания

1 — образец сотопласта; *2* — термопара

4.16. Максимальная температура воздуха в «горячем ящике» устанавливается в зависимости от теплостойкости сотопласта. Температура воздуха в помещении, в котором находится измерительное устройство, во время испытания должна поддерживаться постоянной с погрешностью до 1°.

4.17. Для испытания используют образец в форме плиты, размером в плане 130×130 см (рис. 10). Отклонения от номинального размера по высоте образца допускаются не более ±0,3 мм. Размеры, взятые в пределах допускаемого отклонения, должны быть выдержаны на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.18. Перед началом испытания в центральной части внешних поверхностей образца закрепляют пять термопар, как показано на рис. 10.

4.19. Образец вставляют в измерительное устройство таким образом, чтобы между ним и ребрами «горячего ящика» не было щелей. Зазоры между торцами образца и кромками «охранного ящика» уплотняются с помощью прокладок.

4.20. Устройство с образцов фиксируется под нужным углом, после чего включается электропитание нагревателей и вентиляторов.

4.21. В процессе опыта образец сотопласта разделяют два замкнутых объема с различной температурой воздуха. Температура воздуха в обоих объемах поддерживается на двух постоянных уровнях, вследствие чего в установившемся тепловом режиме на поверхностях образца имеет место постоянная разность температур, и через образец проходит постоянный поток тепла.

4.22. Регистрация температур поверхностей образца и мощности, потребляемой рабочим электронагревателем, выполняется после того, как величина перепада температуры в образце перестает изменяться более чем на 2% в 1 ч.

4.23. Величину термического сопротивления сотопласта (R в м²·кал/Вт) вычисляют по формуле

$$R = \frac{\Delta t_{ср} F}{P}, \qquad (10)$$

где $\Delta t_{ср}$ — средняя величина разности температур на поверхностях образца сотопласта по показателям пяти термопар в К;

F — площадь образца, закрывающая открытую сторону «горячего ящика» в м²;

P — мощность, потребляемая рабочим электронагревателем в Вт.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ

4.24. Метод предусматривает определение максимальной деформации теплового расширения сотопласта в условиях воздействия повышенной температуры. Метод основан на определении приращения длины образца, обусловленного кратковременным повышением его температуры, от нижней до верхней границы интервала в направлении, перпендикулярном расположению сото-

вых ячеек. В результате испытания определяют коэффициент линейного теплового расширения сотопласта. Определяемый коэффициент не должен обусловливаться изменением размеров образца при нагревании вследствие изменения содержания влаги, дополнительного отверждения, потери пластификатора или растворителя, снятия внутренних напряжений и других факторов.

4.25. Для испытания применяют следующую аппаратуру:

штатив с индикаторным устройством;

систему термостатирования;

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.26. Штатив должен позволять закреплять образец в вертикальном положении и обеспечивать возможность его центрирования между точечными опорами. Штатив имеет устройство, передающее деформации теплового расширения образца на индикатор часового типа. Индикатор целесообразно выносить за пределы тепловой камеры. Передающее устройство изготовляют из материала с наименьшим коэффициентом теплового расширения, оно должно обеспечивать компенсацию собственного теплового расширения.

4.27. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температуры в процессе испытания, продолжительность испытания и необходимую погрешность измерения размеров образцов и их веса. При определении коэффициентов теплового расширения с максимальной погрешностью не более 5% температуру образцов измеряют с погрешностью до 1°.

4.28. Для испытания используют образец в форме бруска прямоугольного сечения размером $100\times100\times300$ мм (рис. 11). Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более $\pm0{,}5$ мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до $\pm0{,}1$ мм.

4.29. Количество образцов, взятых на испытание материала, должно быть не меньше трех.

4.30. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.31. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы.

4.32. Для предотвращения смятия сотопласта при измерении деформаций теплового расширения на торцы образца наклеивают металлические пластины размером 100×100×3 мм. По центру пластины имеют углубления,

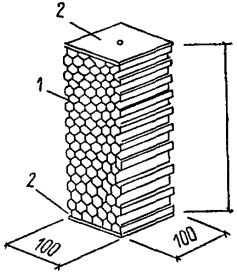

Рис. 11. Форма и размеры образца для определения коэффициента линейного теплового расширения

1 — образец; *2* — металлическая опорная пластина

в которые вставляют опорные металлические шарики диаметром 5 мм (см. рис. 11).

4.33. Испытание производят в стационарном режиме. Образцы устанавливают в штативе и термостатируют при температуре, соответствующей нижней границе интервала. Фиксируют начальную длину образца. Затем термостатируют образец при температуре, соответствующей верхней границе интервала. Погрешность термостатирования не должна превышать ±0,5°.

4.34. Нижняя граница температурного интервала составляет 20°, а верхняя не должна превышать 60°.

4.35. Продолжительность термостатирования при верхней границе температурного интервала определяется временем достижения образцом максимальной деформации теплового расширения.

4.36. Измерение приращения длины образца производят при температурах, соответствующих границам интервала. Погрешность при измерении удлинения образца не должна превышать 0,01 мм.

4.37. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета. Образцы, изогнувшиеся или исказившие свою форму в процессе испытания, отбраковывают.

4.38. Коэффициент линейного теплового расширения сотопласта (α в град$^{-1}$) вычисляют по формуле

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta T}, \qquad (11)$$

где l_0 — начальная длина образца в мм;

Δl — изменение длины образца в границах температурного интервала в мм;

ΔT — изменение температуры в процессе испытания в °С.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛОВОЙ УСАДКИ

4.39. Метод предусматривает определение остаточных деформаций сотопласта в результате воздействия повышенной температуры. Метод основан на определении изменения длины образца, выдержанного в воздушной среде при повышенной температуре в течение заданного времени, в направлении, перпендикулярном расположению сотовых ячеек. В результате испытания определяют величину линейной тепловой усадки сотопласта.

4.40. При проведении испытания применяют систему термостатирования, которая должна обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в течение определенного времени.

4.41. Для испытания используют образец в форме бруска прямоугольного сечения размером 100×100×300 мм. Отклонение от номинального размера высоты образца допускается не более ±0,5 мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.42. Размер длины образца определяют с погрешностью до 0,1 мм. За результат измерения принимают среднее арифметическое трех повторных измерений.

4.43. Количество образцов, взятых на испытание материала в одном температурном диапазоне, должно быть не менее трех.

4.44. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.45. Устанавливают объемную массу образцов по методу определения объемной массы сотопласта.

4.46. Фиксируют начальную длину образца с погрешностью до 1% измеряемой величины. Помещают образцы в тепловую камеру для термостатирования при заданной температуре.

4.47. Испытания производят при температурах 40, 60, 80, 100, 120 и 140°. Предельная температура испытания ограничивается теплостойкостью сотопласта.

4.48. Продолжительность термостатирования образца при заданной температуре составляет 24 ч. При необходимости длительность испытания может быть продолжена.

4.49. После термостатирования образцы охлаждают до нормальной температуры в условиях, соответствующих режиму предварительного кондиционирования.

4.50. Вторично измеряют длину образца с погрешностью до 1% измеряемой величины и вычисляют ее изменение. Образцы, изогнувшиеся или исказившие свою форму в процессе испытания, отбраковывают.

4.51. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета. Изменение внешнего вида и цвета образцов в процессе испытания определяют путем сравнения с контрольными образцами.

4.52. Линейную тепловую усадку сотопласта (η в %) вычисляют по формуле

$$\eta = \frac{\Delta l}{l_0}, \qquad (12)$$

где l_0 — начальная длина образца в мм;

Δl — изменение длины образца в процессе испытания в мм.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЯ

4.53. Метод предусматривает определение влагосорбционной способности сотопласта при повышенной влажности воздуха в условиях нормальной, пониженной или повышенной температуры воздушной среды. Метод основан на определении веса образца, выдержанного в воздушной среде с повышенной влажностью. В результате испытания определяют величины влагопоглощения сотопласта при кратковременном (1 сутки) и продолжительном (40 суток) выдерживании образцов, а также диаграммы влагопоглощения этого материала.

4.54. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и реагенты:

эксикаторы (ГОСТ 6371—64);

систему термостатирования;

воду дистиллированную (ГОСТ 6709—53);

хлоридный кальций безводный (ГОСТ 4460—66);

серная кислота (ГОСТ 4204—66);

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.55. Выдерживания образцов в воздушной среде заданной влажности производят в эксикаторах. Система термостатирования должна обеспечивать поддержание в образце температуры 20±2°. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурно-влажностного режима испытания и допустимую погрешность определения размеров образцов и их веса.

4.56. Для испытания используют образец в форме куба с длиной ребра 50 мм. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,5 мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.57. Линейные размеры образца определяют с погрешностью до 0,1 мм. За результат определения принимают среднее арифметическое трех повторных измерений.

4.58. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных влажностных условиях, должно быть не менее пяти.

4.59. Образцы подвергают предварительному кондиционированию путем выдерживания до постоянного веса в эксикаторах с хлористым кальцием или серной кислотой концентрацией не менее 94%.

4.60. Устанавливают объемную массу образца в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

4.61. Для проведения испытания образцы помещают в эксикаторы, в которых поддерживается определенная влажность воздуха.

4.62. Создание постоянной относительной влажности воздуха в диапазоне 45—66% ведут согласно ГОСТ 12423—66. Создание среды с более широким диапазоном изменения относительной влажности воздуха достигается с помощью растворов серной кислоты различной концентрации.

4.63. Площадь поверхности образца не должна превышать общей площади поверхности зеркала используемого раствора.

4.64. Образцы располагают в один ряд на решетке эксикатора так, чтобы они не касались друг друга и все остальные поверхности их были свободны. Расстояние между образцами и стенкой эксикатора должно быть не менее 10 мм. После закладки образцов эксикаторы закрывают притертыми крышками.

4.65. Эксикаторы помещают в камеру с терморегулирующим устройством. Испытания ведут при температуре $20\pm2°$.

4.66. В процессе испытания образцы периодически извлекают из эксикаторов и взвешивают с погрешностью до 1% измеряемой величины. Первое взвешивание проводят через 1 сутки, считая с момента закладки образцов в эксикатор. Затем взвешивают через 3, 10 и 40 суток. При необходимости испытание может быть продолжено.

Примечание. Влажностное состояние сотопласта через 40 суток соответствует примерно его равновесному состоянию.

4.67. По окончании срока выдерживания образцы вынимают из эксикатора и сразу же взвешивают их на весах с погрешностью до 1% измеряемой величины. По разности результатов взвешивания вычисляют привес образцов, обусловленный влагопоглощением сотопласта.

4.68. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета.

4.69. Влагопоглощение сотопласта (φ в % по объему) за 1, 3, 10 и 40 суток вычисляют по формуле

$$\varphi = \frac{\Delta Q}{V} 100, \qquad (13)$$

где ΔQ — изменение веса образца сотопласта в процессе испытания в г;

V — объем образца в $см^3$.

4.70. По результатам испытания образцов одной партии при определенной влажности воздуха в течение различных сроков выдерживания необходимо строить диаграмму влагопоглощения сотопласта. На оси абсцисс диаграммы откладывают время выдерживания образцов при заданной влажности воздуха, на оси ординат — влагопоглощение сотопласта.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ

4.71. Метод предусматривает определение водосорбционной способности сотопласта в воде в условиях нормальной или повышенной температуры. Метод основан на определении веса воды, поглощенной образцом в процессе выдерживания в воде в течение установленного времени. В результате испытания определяют величины водопоглощения сотопласта при кратковременном (1 сутки) и продолжительном (40 суток) увлажнении образцов, а также диаграммы водопоглощения этого материала при нормальной и повышенной температуре воды.

4.72. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и реагенты.

эксикаторы (ГОСТ 6371—64);

систему термостатирования;

воду дистиллированную (ГОСТ 6709—53);

бумагу фильтровальную (ГОСТ 12026—66);

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.73. Эксикаторы необходимы для выдерживания образцов в воде, система термостатирования должна обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в интервале от 20 до 80° в течение определенного времени. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурного режима испытания и допустимую погрешность определения размеров образцов и их веса.

4.74. Для испытания используют образец в форме куба с длиной ребра 50 мм. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более $\pm 0{,}5$ мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.75. Линейные размеры образца определяют с погрешностью до 0,1 мм. За результат измерения принимают среднее арифметическое трех повторных измерений.

4.76. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных влажностно-температурных условиях, должно быть не менее пяти.

4.77. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.78. Устанавливают объемную массу образца в со-

ответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

4.79. Для проведения испытания группы образцов помещают в эксикаторы с дистиллированной водой и пригружают сверху плоской пластинкой для того, чтобы образцы были целиком погружены в воду. После закладки образцов эксикаторы закрывают притертыми крышками.

4.80. При проведении испытания эксикаторы помещают в камеру с терморегулирующим устройством.

4.81. Температура испытания составляет 20, 40, 60 и 80°.

4.82. В процессе испытания образцы периодически извлекают из эксикаторов и взвешивают с погрешностью до 1% измеряемой величины. Первое взвешивание проводят через 1 сутки, считая с момента закладки образцов в эксикатор. Затем взвешивают через 3, 10 и 40 суток. При необходимости испытание может быть продолжено.

Примечание. Водопоглощение сотопласта через 40 суток соответствует примерно его равновесному состоянию.

4.83. По окончании срока выдерживания образцы слегка вытирают с поверхности фильтровальной бумагой и сразу же после извлечения из воды взвешивают с погрешностью до 1% измеряемой величины. После взвешивания образцы вновь погружают в воду. По разности результатов взвешивания сухих и увлажненных образцов вычисляют привес образцов, обусловленный водопоглощением сотопласта.

4.84. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета.

4.85. Водопоглощение сотопласта (W в % по объему) за 1, 3, 10 и 40 суток вычисляют по формуле

$$W = \frac{\Delta Q}{V} 100, \qquad (14)$$

где ΔQ — изменение веса образца сотопласта в процессе испытания в г;

V — объем образца в см^3.

4.86. По результатам испытания образцов одной партии при определенной температуре воды в течение различных сроков увлажнения необходимо строить диаграмму водопоглощения сотопласта. На оси абсцисс диа-

граммы откладывают время выдерживания образцов в воде при заданной температуре, на оси ординат — водопоглощение сотопласта.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ

4.87. Под водостойкостью сотопласта понимают влияние на прочностные свойства образцов увлажнения в течение определенного периода времени. Метод предусматривает определение стабильности прочности сотопласта при увлажнении в условиях нормальной или повышенной температуры водной среды или в условиях повышенной влажности воздуха. Метод основан на определении величины разрушающей нагрузки при кратковременном нагружении на сжатие, растяжение и сдвиг образцов сотопласта, подвергнутых воздействию воды. В результате испытания определяют коэффициенты водостойкости сотопласта при сжатии, растяжении и сдвиге, а также диаграммы водостойкости этого материала при нормальной или повышенной температуре воды.

4.88. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и реагенты:

испытательные машины;

эксикаторы (ГОСТ 6371—64);

опорные и захватные перфорированные пластины;

систему термостатирования;

воду дистиллированную (ГОСТ 6709—53);

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.89. Испытательные машины должны позволять производить испытания на сжатие, растяжение и сдвиг с постоянной средней скоростью движения активного захвата машины и обеспечивать определение нагрузки с погрешностью до 1%.

4.90. Опорные и захватные приспособления должны обеспечивать возможность закрепления и центрирования образцов так, чтобы их продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3, 3.15, 3.27.

4.91. Эксикаторы необходимы для выдерживания образцов в воде, система термостатирования должна обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в интервале от 20 до 80° в течение определенного времени. Контрольно-измерительные приборы и инструменты

должны обеспечивать контроль температурного режима испытания и допустимую погрешность определения размеров образцов и их веса.

4.92. Для испытания используют образцы, применяемые в методах испытания на сжатие, растяжение и сдвиг сотопласта. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более $\pm 0{,}5$ мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.93. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных влажностно-температурных условиях в течение заданного времени, должно быть не менее пяти на каждый вид испытания.

4.94. Устанавливают объемную массу образцов в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

4.95. На образцы, предназначенные для испытания, наклеивают опорные и захватные перфорированные пластины. Размеры и конфигурацию пластин принимают в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.96. Образцы подвергают предварительному выдерживанию в нормальных влажностно-температурных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.97. Часть группы образцов подвергают контрольным механическим испытаниям при нормальной температуре для определения прочности при сжатии, растяжении и сдвиге в соответствии с методами испытаний сотопласта.

4.98. При испытании водостойкости сотопласта образцы выдерживают в дистиллированной воде или в условиях повышенной влажности воздуха при нормальной или повышенной температуре.

4.99. Образцы помещают в камеру либо с дистиллированной водой и пригружают сверху плоской пластинкой для того, чтобы образцы были целиком погружены в воду, либо с заданной повышенной влажностью воздуха. После закладки образцов камеру плотно закрывают и включают систему термостатирования.

4.100. Температура испытания составляет 20, 40, 60 и 80°. Предельная температура испытания ограничивается теплостойкостью сотопласта.

4.101. В процессе увлажнения группы образцов извлекают из воды или среды с повышенной влажностью воздуха и подвергают механическим испытаниям. Испытания прочности производят через 1, 3, 10 и 40 суток увлажнения. Если в процессе испытания коэффициенты водостойкости достигают величины 0,5 и менее, испытание прекращают.

Примечание. Влажностное состояние сотопласта через 40 суток соответствует примерно его равновесному состоянию.

4.102. Если выдерживание образцов проводилось при повышенной температуре, то образцы охлаждают до температуры 20°.

4.103. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета. Изменение внешнего вида и цвета образцов в процессе испытания определяют путем сравнения с контрольными образцами.

4.104. Механические испытания образцов, подвергнутых цикловым влажностно-температурным воздействиям, производят при нормальной температуре в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.105. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечают характер и место его разрушения.

4.106. Подсчитывают среднее арифметическое значение пределов прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта одной партии, предварительно выдержанной в одинаковых влажностно-температурных условиях.

4.107. Стабильность прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта определяют по результатам механических испытаний контрольных образцов и образцов после увлажнения.

4.108. Коэффициент водостойкости сотопласта при сжатии (K_c^w), растяжении (K_p^w) и сдвиге (K_τ^w) (в %) вычисляют по формулам:

$$K_c^w = \frac{\sigma_c^w}{\sigma_c}; \quad K_p^w = \frac{\sigma_p^w}{\sigma_p}; \quad K_\tau^w = \frac{\tau^w}{\tau}, \tag{15}$$

где σ_c; σ_p; τ — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге контрольных образцов сотопласта в кгс/см^2;

σ_c^{ω}, σ_p^{ω}, τ^{ω} — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге образцов сотопласта, подвергнутых увлажнению, в кгс/см^2.

4.109. По результатам испытаний групп образцов, подвергнутых различным срокам увлажнения, необходимо строить диаграммы водостойкости. На оси абсцисс откладывают время выдерживания образцов в воде при заданной температуре, на оси ординат — коэффициенты водостойкости сотопласта.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ

4.110. Под морозостойкостью сотопласта понимают влияние на прочностные свойства образцов совместного действия увлажнения и отрицательных температур в течение определенного периода времени.

Метод предусматривает определение стабильности прочности сотопласта при многократном замораживании-оттаивании увлажненных образцов. Метод основан на определении величин разрушающей нагрузки при кратковременном нагружении на сжатие, растяжение и сдвиг образцов сотопласта, подвергнутых многократному замораживанию и оттаиванию. В результате испытания определяют коэффициенты морозостойкости сотопласта при сжатии, растяжении и сдвиге, а также диаграммы морозостойкости этого материала.

4.111. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и реагенты:

испытательные машины;

опорные и захватные перфорированные пластины;

систему термостатирования;

воду дистиллированную (ГОСТ 6709—53);

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.112. Испытательные машины должны позволять производить испытания на сжатие, растяжение и сдвиг с постоянной средней скоростью движения активного захвата машины и обеспечивать определение нагрузки с погрешностью до 1%.

4.113. Опорные и захватные приспособления должны обеспечивать возможность закрепления и центрирования образцов так, чтобы их продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3, 3.15, 3.27.

4.114. Термостатирующая система должна обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в интервале от +20° до —20° в течение определенного времени. Объем камеры должен быть таким, чтобы обеспечивать равновесное состояние образцов сотопласта при температурах замораживания и оттаивания в продолжение всего цикла испытаний. Контрольно-измерительные приборы и инструменты должны обеспечивать контроль температурного режима испытания и допустимую погрешность определения размеров образцов и их веса.

4.115. Для испытания используют образцы, применяемые в методах испытаний на сжатие, растяжение и сдвиг сотопласта. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,5 мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.116. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных влажностно-температурных условиях, должно быть не менее пяти на каждый вид испытания.

4.117. Устанавливают объемную массу образцов в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

4.118. На образцы, предназначенные для испытания, наклеивают опорные и захватные перфорированные пластины. Размеры и конфигурацию пластин принимают в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.119. Перед испытаниями образцы должны подвергаться предварительному выдерживанию в нормальных влажностно-температурных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.120. Часть групп образцов подвергают контрольным механическим испытаниям при нормальной температуре для определения прочности при сжатии, растяжении и сдвиге в соответствии с методами испытаний сотопласта.

4.121. При испытании морозостойкости образцы подвергают периодическим воздействиям отрицательных температур и водной среды или условий повышенной влажности воздуха.

4.122. Образцы помещают в камеру либо с дистиллированной водой и пригружают сверху плоской пластинкой для того, чтобы образцы были целиком погружены в

воду, либо с заданной повышенной влажностью воздуха. После закладки образцов камеру плотно закрывают и включают систему термостатирования.

4.123. Режим цикла испытания следует подбирать исходя из условий эксплуатации материалов. Для получения сравнительных данных рекомендуется следующий цикл испытания: увлажнение образцов при температуре +20° в течение 8 ч, замораживание образцов в воздушной среде при температуре —20° в течение 16 ч. Общая продолжительность цикла испытания составляет 24 ч.

4.124. В процессе цикловых испытаний группы образцов подвергают механическим испытаниям. Испытание прочности групп образцов производят после 1, 3, 10 и 40 циклов увлажнения-замораживания. Если в процессе испытания коэффициенты морозостойкости достигают величины 0,5 и менее, то испытание прекращают.

4.125. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета. Изменение внешнего вида и цвета образцов в процессе испытания определяют путем сравнения с контрольными образцами.

4.126. Механические испытания образцов, подвергнутых цикловым влажностно-температурным воздействиям, проводят при нормальной температуре в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.127. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечают характер и место его разрушения.

4.128. Подсчитывают среднее арифметическое значение пределов прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта одной партии, подвергнутого цикловым влажностно-температурным воздействиям.

4.129. Стабильность прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта определяют по результатам механических испытаний образцов, подвергнутых попеременному увлажнению-замораживанию.

4.130. Коэффициенты морозостйкости сотопласта при сжатии (K_c^m), растяжении (K_p^m) и сдвиге (K_τ^m) вычисляют (в %) по формулам:

$$K_c^m = \frac{\sigma_c^m}{\sigma_0}; \quad K_p^m = \frac{\sigma_p^m}{\sigma_p}; \quad K_\tau^m = \frac{\tau^m}{\tau}, \qquad (16)$$

где σ_c; $\sigma_р$, τ — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге контрольных образцов сотопласта в кгс/см^2;

σ_c^m, $\sigma_р^m$, τ^m — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге образцов сотопласта, подвергнутых попеременному увлажнению-замораживанию в кгс/см^2.

4.131. По результатам испытаний группы образцов, подвергнутых различному количеству циклов замораживания-оттаивания, необходимо строить диаграммы морозостойкости. На оси абсцисс откладывают количество циклов, на оси ординат — коэффициенты морозостойкости сотопласта.

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ СТОЙКОСТИ ЦИКЛОВЫМ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

4.132. Под стойкостью цикловым температурно-влажностным воздействиям сотопласта понимают влияние на прочностные свойства образцов совместного действия влаги, положительных и отрицательных температур в течение определенного периода времени. Метод предусматривает определение стабильности прочности сотопласта при многократном воздействии температурно-влажностных факторов. Метод основан на определении величин разрушающей нагрузки при кратковременном испытании на сжатие, растяжение и сдвиг образцов сотопласта, подвергнутых цикловым температурно-влажностным воздействиям. По результат испытания определяют коэффициенты стабильности прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта, а также диаграммы стабильности прочности этого материала.

4.133. Для проведения испытания применяют следующее оборудование и реагенты:

испытательные машины;

опорные и захватные перфорированные пластины;

систему термостатирования;

воду дистиллированную (ГОСТ 6709—53);

контрольно-измерительные приборы и инструменты.

4.134. Испытательные машины должны позволять производить испытания на сжатие, растяжение и сдвиг с постоянной средней скоростью движения активного за-

хвата машины и обеспечивать определение нагрузки с погрешностью до 1%.

4.135. Опорные и захватные приспособления должны обеспечивать возможность закрепления и центрирования образцов так, чтобы их продольная ось была скоординирована с направлением прикладываемого усилия. Размеры и конфигурация опорных и захватных приспособлений описаны в пп. 3.3, 3.15, 3.27.

4.136. Система термостатирования должна обеспечивать поддержание в образце заданной температуры в интервале от +60 до —60° в течение определенного времени. Объем камеры должен быть таким, чтобы обеспечить равновесное состояние образцов сотопласта при температурах замораживания и нагревания за установленную продолжительность цикла испытания. Контрольно-измерительные приборы и приспособления должны обеспечивать контроль температурного режима испытания и допустимую погрешность определения размеров образцов и их веса.

4.137. Для испытания используют образцы, применяемые в методах испытаний на сжатие, растяжение и сдвиг сотопласта. Отклонения от номинальных размеров образца допускаются не более ±0,5 мм. Размер, взятый в пределах допускаемого отклонения, должен выдерживаться на всем протяжении измерения с погрешностью до 0,1 мм.

4.138. Количество образцов, взятых на испытание материала в определенных влажностно-температурных условиях, должно быть не менее пяти на каждый вид испытания.

4.139. Устанавливают объемную массу образца в соответствии с методом определения объемной массы сотопласта.

4.140. На образцы, предназначенные для испытания, наклеивают опорные и захватные перфорированные пластины. Размеры и конфигурацию пластин принимают в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.141. Перед испытаниями образцы должны подвергаться предварительному выдерживанию в нормальных температурно-влажностных условиях в соответствии с методом кондиционирования образцов.

4.142. Часть группы образцов подвергают контрольным механическим испытаниям при нормальной темпе-

ратуре для определения прочности при сжатии, растяжении и сдвиге в соответствии с методами испытаний сотопласта.

4.143. Испытание проводят путем многократного последовательного увлажнения, замораживания, оттаивания и прогревания образцов.

4.144. Режим циклов испытания следует подбирать исходя из условий эксплуатации материалов. Для получения сравнительных данных рекомендуется следующий цикл испытания: увлажнение образцов в воде или в условиях с повышенной влажностью воздуха при температуре 20° в течение 8 ч, замораживании при —60° С в течение 16 ч, оттаивании при 20° в течение 8 ч и прогревании при 60° в течение 16 ч. Общая продолжительность цикла испытания составляет 48 ч.

4.145. В процессе цикловых испытаний отбирают группы образцов, подвергают механическим испытаниям. Испытание прочности групп образцов производят после 1, 3, 10 и 40 циклов. Если в процессе испытания коэффициенты стабильности прочности достигают величины 0,5 и менее, то испытание прекращают.

4.146. Образцы подвергают визуальному осмотру, отмечают появление дефектов (трещин, вздутий и т. п.), изменение цвета и др. Изменение внешнего вида и цвета образцов в процессе испытания определяют путем сравнения с контрольными образцами.

4.147. Механические испытания обрзацов производят при нормальной температуре в соответствии с методами испытаний прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта.

4.148. В процессе нагружения наблюдают за поведением образца, отмечают характер и место его разрушения.

4.149. Подсчитывают среднее арифметическое значение пределов прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта одной партии, подвергнутого цикловым влажностно-температурным воздействиям.

4.150. Стабильность прочности при сжатии, растяжении и сдвиге сотопласта при цикловых воздействиях влажностно-температурных факторов определяют по результатам механических испытаний образцов, подвергнутых цикловым испытаниям.

4.151. Коэффициенты стабильности прочности при сжатии ($K_с^ц$), растяжении ($K_р^ц$) и сдвиге ($K_\tau^ц$) сотопласта вычисляют (в %) по формулам

$$K_с^ц = \frac{\sigma_с^ц}{\sigma_с}; \quad K_р^ц = \frac{\sigma_р^ц}{\sigma_р}; \quad K_\tau^ц = \frac{\tau^ц}{\tau}, \qquad (17)$$

где $\sigma_с, \sigma_р, \tau$ — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге контрольных образцов сотопластов в кгс/см^2;

$\sigma_с^ц, \sigma_р^ц, \tau^ц$ — пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге образцов сотопласта, подвергнутого попеременному воздействию влажностно-температурных факторов в кгс/см^2.

4.152. По результатам испытаний групп образцов, подвергнутых различному количеству циклов воздействия температурно-влажностных факторов, необходимо строить диаграммы стабильности прочности. На оси абсцисс откладывают количество циклов, на оси ординат — коэффициент стабильности прочности сотопласта.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Основные положения	5
2. Общие испытания	12
Метод отбора образцов	12
Метод кондиционирования образцов	15
Метод определения объемной массы	16
3. Методы механических испытаний	17
Метод испытания прочности при сжатии	17
Метод испытания прочности при растяжении	19
Метод испытания прочности при сдвиге	21
Метод определения показателей упругих деформаций	24
Метод испытания ползучести	31
Метод испытания длительной прочности и долговечности под нагрузкой	34
4. Методы физических испытаний	37
Метод определения размера ячеек структуры	37
Метод определения термического сопротивления	38
Метод определения коэффициента линейного теплового расширения	40
Метод испытания тепловой усадки	43
Метод испытания влагопоглощения	44
Метод испытания водопоглощения	47
Метод испытания водостойкости	49
Метод испытания морозостойкости	52
Метод испытания стойкости цикловым температурно-влажностным воздействиям	55

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО

РУКОВОДСТВО ПО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ СТРОИТЕЛЬНЫХ СОТОПЛАСТОВ

Редактор издательства Л Г. Бальян
Технические редакторы Л. В. Бодрова,
Т. В. Кузнецова
Корректор В. И. Галюзова

Сдано в набор 8.IV 1974 г. Подписано к печати 30.X 1974 г. Т-11838 Формат 84×108¹/₃₂—д. л. Бумага типографская № 2 3,36 усл. печ. л. (уч.-изд. 3,02 л.) Тираж 9500 экз. Изд. № XII-4901 Зак. № 149. Цена 15 к.

Стройиздат
103777, Москва, Кузнецкий мост, 9

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул Победы, д. 18-б.

gost.e-ecolog.ru