

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПОЛНЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ

Среди известных методов определения напряжений в наполненных полимерах [1] широкое распространение в научной практике получил поляризационно-оптический метод исследования напряжений на модельных системах [2—4], так как использование этого метода позволяет получить обширную информацию о полях напряжений и их изменении под влиянием внешних факторов. Однако область применения поляризационно-оптического метода ограничена классом оптически активных полимеров. Кроме того, затруднено решение пространственных задач теории упругости для моделей трехмерно армированных композитов. Для термопластов типа полиэтилен, полипропилен, а также для непрозрачных и окрашенных термопластов нами разработана методика тензометрического измерения напряжений на модельных системах термопласт—волоконистый наполнитель и термопласт — квазисферический наполнитель, описаны методические приемы изготовления моделей и их неоднократного использования. Предлагаемая методика позволяет выявить температурные интервалы наиболее интенсивного изменения напряжений, характер изменения напряжений во времени при постоянной температуре, влияние пластифицирующих добавок к полимеру и модификации поверхности наполнителя на величину напряжений.

Согласно положениям модельной теории неоднородных материалов, подобие в распределении полей внутренних температурных напряжений в неоднородной структуре обеспечивается сохранением в модели такого же соотношения термоупругих постоянных, объемов, формы и размеров, как и в натуре. В отличие от известных приемов изготовления моделей для поляризационно-оптического метода, для исследований с применением данной методики необходимо использование стандартного технологического оборудования — литьевой машины, экструдера и специально сконструированных литьевых форм. В моделях используется тот же полимер, что и в реальных композициях, поэтому основное внимание необходимо уделить конструированию модельной частицы наполнителя, ее тарировке по температуре и напряжению, способам установки и закрепления частицы в литьевой форме. Во избежание недоливов при проектировании модели необходимо принять во внимание величину объема впрыска литьевой машины с учетом потерь материала на литники. Рассмотрим вопросы подготовки к эксперименту модельных образцов, моделирующих следующие структуры композитов: с одной модельной частицей, с несколькими параллельно расположенными частицами, с хаотически расположенными частицами.

Модель термопласт — стеклянное волокно представлена на рис. 1. В качестве модели стекловолокна используем стеклянную трубочку, которая по составу и свойствам стекла близка к стеклу, применяемому для изготовле-

ния стекловолокна. Внутри трубочки по ее длине при помощи специальных приспособлений устанавливаются три кремниевых малогабаритных полупроводниковых тензорезистора (один в центре и два на различных расстояниях от него). Прозрачность стекла позволяет контролировать качество наклейки. В непосредственной близости от тензорезисторов помещаются миниатюрные термисторы. После установки измерительных элементов клеевые соединения термообрабатываются. Затем модельная частица охлаждается и нагревается несколько раз до стабилизации показаний датчиков при постоянной темпера-

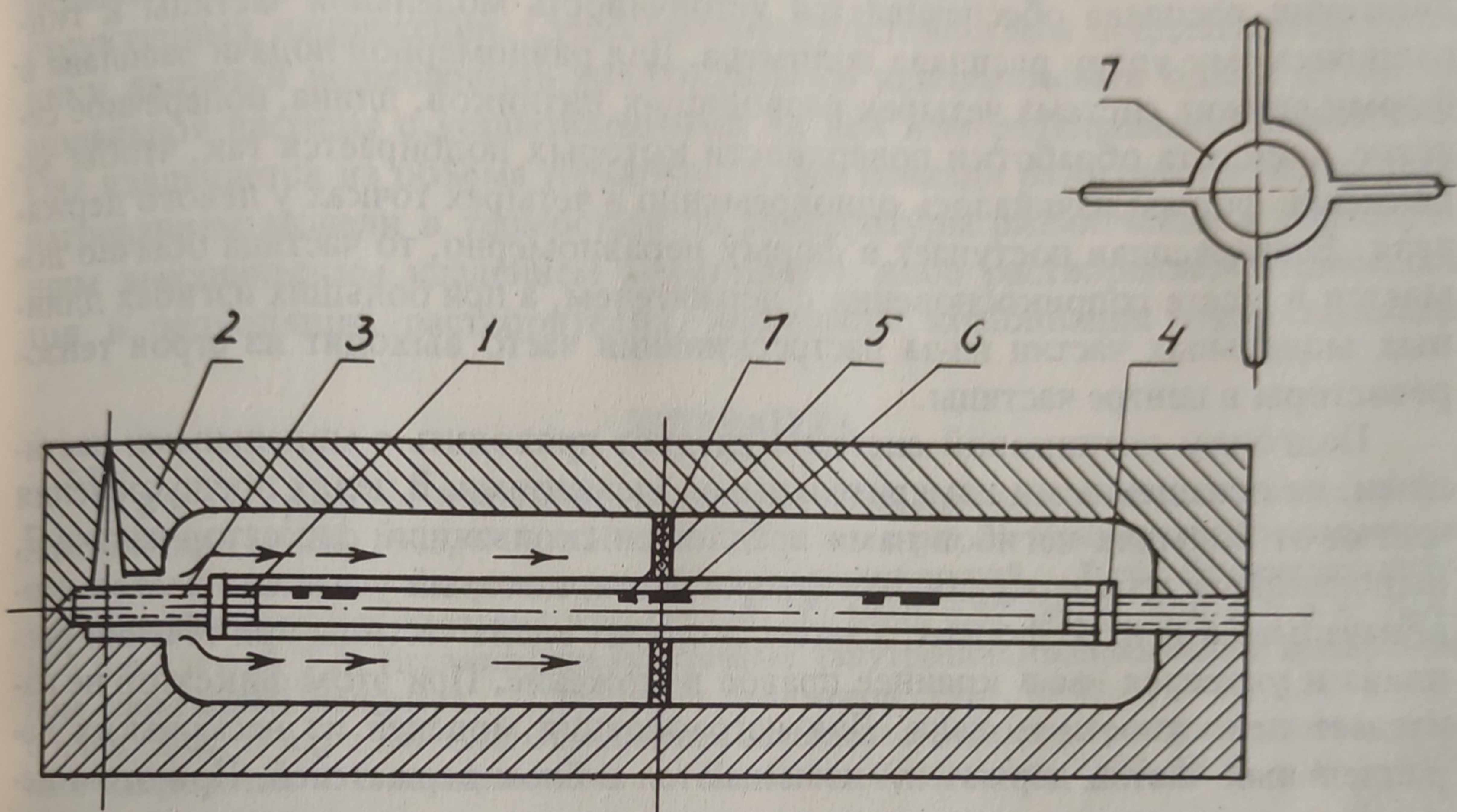


Рис. 1. Модель моноволоконно-термопласт:
 1 — модельная частица; 2 — литевая форма; 3 — фторопластовые держатели; 4 — подводящие провода; 5 — термистор; 6 — тензорезистор; 7 — фиксатор.

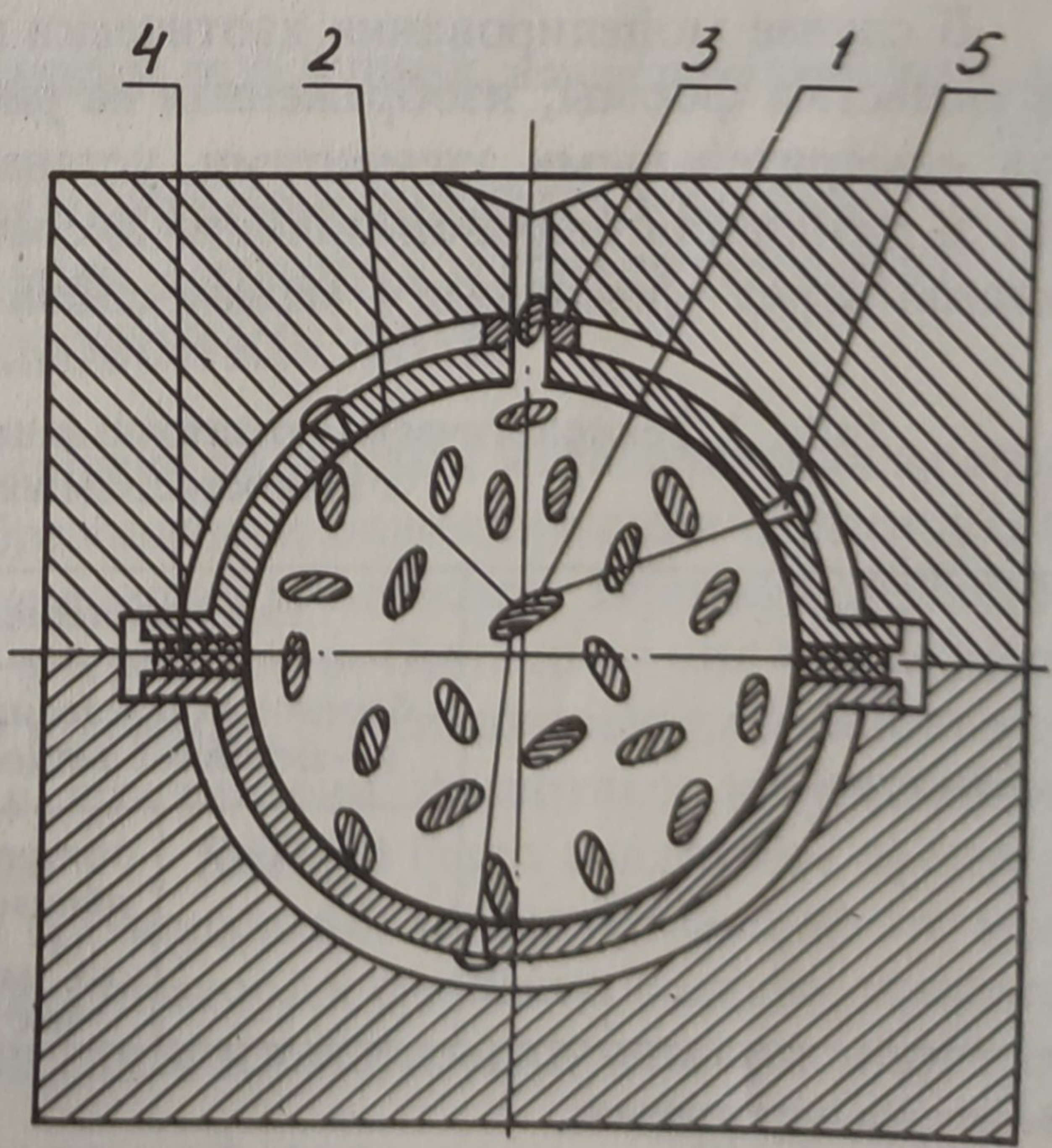


Рис. 2. Моделирование хаотически наполненных термопластов:
 1 — модельная частица; 2 — разборная сферическая форма; 3, 4 — прокладки; 5 — держатели.

туре. Фольговые и проволочные тензорезисторы не рекомендуется использовать в модельных системах термопласт — стекловолокно из-за их низкого коэффициента тензочувствительности, а также невысоких величин напряжений по сравнению с модельными системами на основе эпоксидных и полиэфирных смол. На рис. 1 показано положение модельной частицы 1 в литевой форме 2, где она фиксируется с помощью фторопластовых держателей 3, через отверстия в которых пропускаются подводящие провода 4 от тензорезисторов и термисторов 5, 6. Регулированием направления и равномерности движения расплава обеспечивается устойчивость модельной частицы к гидравлическому удару расплава полимера. Для равномерной подачи расплава в форму служит система четырех разводящих литников, длина, поперечное сечение и чистота обработки поверхности которых подбирается так, чтобы заполнение формы начиналось одновременно в четырех точках у левого держателя. Если расплав поступает в форму неравномерно, то частица обычно ломается в месте соприкосновения с держателем, а при больших изгибах длинных модельных частиц из-за растрескивания часто выходят из строя тензорезисторы в центре частицы.

Подгонку литниковой системы следует проводить с модельными частицами, не оснащенными измерительными элементами. В целях предохранения частиц от больших изгибов нами предложен скользящий фиксатор частиц 7, выполненный из алюминия или фторопласта, который устанавливается первоначально в центре формы, а затем скользит вдоль частицы при течении расплава и уносится им в крайнее правое положение. При этом фиксатор не нарушает целостности модели. Для изготовления моделей из нескольких параллельных частиц держатели помещаются в блок держателей. При этом несколько усложняется система разводящих литников, так как подачу расплава полимера приходится осуществлять одновременно в большее число точек модели. Данные по измерению напряжений в таких системах представлены в табл. 1.

В случае моделирования хаотически наполненных полимеров применяется оснастка формы, изображенная на рис. 2. Модельная частица 1, оснащенная измерительными элементами, устанавливается на проволочных растяжках в разборной шаровой полости 2, состоящей из двух половинок и соединенной через прокладки 4 между собой и с литником. Растяжки крепятся

Табл. 1. Технологические остаточные напряжения в модельных системах с волокнистым наполнителем

Показатели	Тип модельной системы			
	березовая древесина + поверхностно-активное вещество (ПАВ)			стеклянное волокно
	без ПАВ	полиэтиленмин 10 ⁵ мол. вес	хромолан	без ПАВ
Величина остаточных напряжений, МПа	0,54—0,6	0,5÷0,6	1,2÷1,3	0,2÷0,3

держателями 5, которые убираются после извлечения горячей модели из формы. Стенки шаровой полости смазываются антиадгезионной смазкой для облегчения извлечения модели из формы. Через литниковую систему с несколько увеличенными по сравнению со стандартным поперечным сечением сопла и литников форма заполняется термопластом с хаотически расположенными в нем модельными частицами без измерительных элементов. Затем модель извлекается из формы и подключается к измерительной аппаратуре. При измерении напряжений необходимо получить определенный объем экспериментальных данных, чтобы правильно усреднить величину случайных структурных напряжений. Существенным достоинством предлагаемой методики является возможность многократного использования одной и той же модельной частицы с установленными на ней измерительными элементами. Она извлекается из объема термопласта при помощи разогретого резца, либо нагреванием модели в термостате до температуры размягчения с последующим механическим удалением термопласта, либо растворением термопластов в подходящих растворителях. Возможны комбинации этих способов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В и н о г р а д о в В.М. Остаточные напряжения в деталях из пластических масс. — Пластические массы, 1975, № 4, с.20—30.
2. П и н д е р а Е. Применение смолы малеинового типа при моделировании армированных конструкций. — В сб.: Поляризационно-оптический метод исследования напряжений. Л., 1960, с.37—39.
3. А б и б о в А.А., М о л о д ц о в Т.А. Исследование остаточных (внутренних) напряжений в армированном эпоксидном полимере. — Механика полимеров, 1965, № 4, с.76—80.
4. С а р а б е е в В.Ф., П е р л и н С.М. Определение величины и характера распределения начальных напряжений в стеклопластиках. — Механика полимеров, 1973, № 4, с. 661—667.