

ОБ ОТРЫВЕ РАСПЛАВА ПОЛИМЕРА ОТ ПОВЕРХНОСТИ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Прокунин А. Н., Сысоев В. И.

Известно (см., например, работу [1]), что при интенсивном сдвиговом деформировании течение в расплаве полимера не успевает развиваться и он отрывается от твердых поверхностей. В настоящей работе экспериментально обнаружен другой вид отрыва полимера от металлической стенки, происходящий под действием пленочного течения маловязкой жидкости.

Начнем с описания приборов, на которых изучалось это явление (рисунок). Диск 1 (радиуса R_1) и жестко связанный с ним вал 2 могли вращаться с заданным числом оборотов n . Диск 3 с отверстием в нем радиуса R_2 был неподвижен и жестко связан с изготовленным из оргстекла цилиндрическим корпусом 4. Толщина зазора между дисками 1 и 3 составляла величину h_1 ($h_1 \ll R_1$).

Рассмотрим отличие в схемах а и б. В случае схемы а вал 2 оканчивался диском 1. Полимером 5 заполнялся как зазор между дисками 1 и 3, так и область 6 над неподвижным диском 3. В случае схемы б вал 2 имел продолжение 9, на котором был жестко закреплен еще один подвижный диск 10. В пространстве между дисками 1, 3, 10, валом и корпусом находился полимер 5, 6. Пространство цилиндрического корпуса над полимером для обеих схем заполнялось водой 7.

Как известно, при сдвиговом движении в полимере наряду с касательными развиваются и нормальные напряжения. В частности, при сдвиге расплава полимера между дисками возникают напряжения, направленные по радиусу к центру. При фиксированном числе оборотов и прилипании полимера к стенке такие напряжения тем больше, чем меньше зазор h_1 . Действие напряжений передается на замкнутый объем воды и фиксируется в виде давления манометром 8 (рисунок). Отметим, что в случае б в силу того, что $h_1 < h_2$, измеряемое давление, как и в случае а, положительно.

Принципиальное отличие представленных на рисунке схем состояло в том, что в случае б имелся доступ воды к деформируемому полимеру 5 (край диска 10), а в случае а он был отделен от воды неподвижным слоем полимера 6.

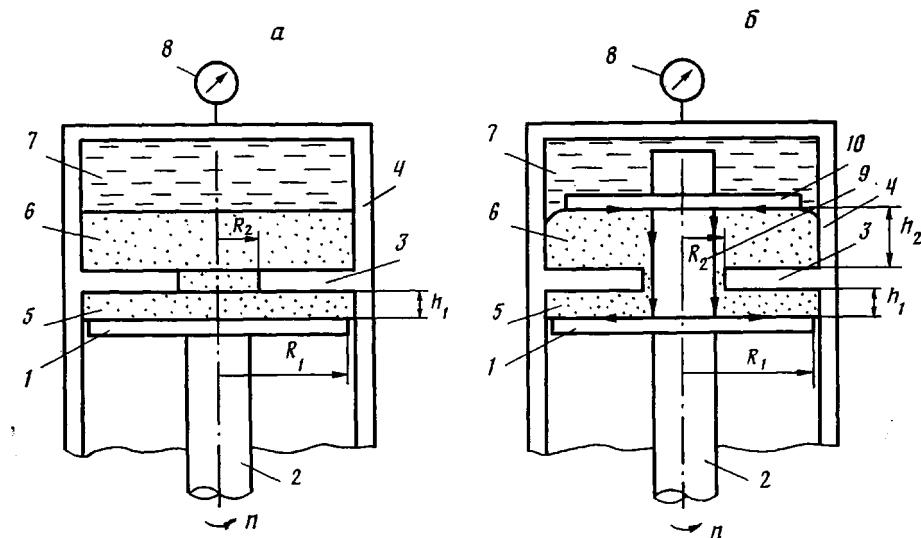
Эксперименты проводили на полидисперсном ПИБ с $M \approx 5,7 \cdot 10^3$, имеющем наибольшую ньютоновскую вязкость $\eta_0 = 10^3$ Па·с и время релаксации $\theta = 10$ с при 20° .

В первоначальном варианте диски и вал были из стали. Для стабилизации движения неподвижный диск термостатировали при $T_0 = 20^\circ$. Опыты проводили при $n = 30 - 150$ мин⁻¹.

Прежде всего было проверено, что отрывов среды от поверхностей дисков в случае невозможности попадания воды к деформируемому полимеру (рисунок) не было. Для этого изменяли скорость вращения диска $\Omega = n/10$ и зазор h_1 так, чтобы скорость сдвига $\dot{\gamma}_r = \Omega R_1/h_1$ на краю дисков была неизменна. Фиксируемое давление за время, меньшее времени релаксации θ , достигало максимума (как это обычно отмечается), значение которого не изменялось при фиксированной величине $\dot{\gamma}_r$, т. е. не менялся характер течения. Время опыта при этом было достаточно мало, что исключало саморазогрев среды. Если бы происходил отрыв среды на большой площади поверхности, то характер течения менялся бы с изменением h_1 , поскольку при трении полимера о стенку сила трения зависела бы от скорости движения диска.

В случае испытаний на установке, изображенной на рисунке, б, через

некоторое время надежно достигался стационарный режим течения (измеряемое давление было постоянно), что также свидетельствует в пользу безотрывного течения полимера. После нескольких десятков минут вращения постоянное давление начинало понижаться (иногда скачками) практически до нуля. Если пространство 7 над полимером заполнялось вместо воды воздухом, то этого не происходило. При разборке установки после падения давления была обнаружена тончайшая пленка воды, проникавшая по поверхности дисков и вала, как это показано на рисунке стрелками. Отметим, что пленочное течение наблюдалось как при уменьшении сдвигового напряжения полимера в направлении движения пленки



Схемы экспериментальных установок для исследования отрывов полимера от поверхности низкомолекулярной жидкостью. Пояснения в тексте

(диск 10), так и при увеличении его (диск 1). Для устранения такого отрыва напрашивалась идея сделать подвижный диск 10 из оргстекла (что, например, явно снижало поверхностное натяжение между диском и расплавом полимера). Попытка оказалась успешной, отрыв полимера пленкой воды в этом случае уже не происходил.

Описанный эффект нуждается в дальнейшем изучении. Он может быть интересен, например, для перерабатывающей полимеры промышленности; при использовании полимерных жидкостей в качестве подпятников и уплотнений [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Малкин А. Я., Леонов А. И. // Успехи реологии полимеров. М., 1970. С. 98.
2. Прокунин А. Н., Сысоев В. И., Бухман Ю. А., Задворных В. Н. // Насосные агрегаты и арматура для гидротранспорта твердых материалов. М., 1986. С. 97.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт буровой техники

Поступила в редакцию
13.VII.1988