

В своих предыдущих работах [1-3] мы показали, что механоактивация (МА) каучуков приводит к заметному улучшению их технологических свойств и свойств резиновых смесей на их основе. Кроме того, серные вулканизаты, полученные из механактивированных каучуков, имеют повышенные упруго-прочностные свойства. В одной из своих работ [1] мы теоретически показали что механической энергии, передаваемой крошке каучука при ее ударе с «пальцем» дезинтегратора, достаточно для разрыва физических связей между макромолекулами, узлов зацепления, и химических связей вдоль макроцепи. Данные теоретические выводы подтверждаются результатами ИК-, ЯМР- и ЭПР-спектроскопии и другими физическими методами исследования [5]. В частности, гель-проникающая хроматография показала уменьшение молекулярной массы каучуков СКИ-3 и НК и появление на макромолекулах большого числа боковых ветвей. В работе [4] теоретическое рассмотрение процесса МА каучуков ограничивалось только одним значением модуля упругости каучука, равным величине МПа. Такое высокое значение E было принято, так как расчет времени удара «пальца» ротора по крошке показал, что оно лежит в пределах с. Столь короткое время механического воздействия позволило нам предположить, что каучук во время удара ведет себя как механически застеклованное тело. Это должно, в свою очередь, было привести к измельчению крошки в процессе МА, что экспериментально не наблюдалось. Таким образом, степень механического стеклования каучука гораздо ниже, чем это ранее предполагалось. В этой связи было интересно провести расчеты механо-деформационных характеристик полимера из предположения, что его модуль упругости E может лежать в пределах ПаПа во время его МА. Помимо этого, было предположено, что крошка каучука при соударении с «пальцем» ротора может отскакивать от него с той или иной скоростью, не превышающей скорость первоначального соударения. С учетом наличия скорости формулы для соответствующих расчетов были выведены аналогично как в статье [4] и выглядят следующим образом: Энергия удара, (1) где m -масса крошки; Сила удара, где (2) K -коэффициент упругости полимера, рассчитываемый по формуле: $K = \frac{F}{\Delta l}$ (-начальная площадь поперечного сечения шара, имитирующего крошку каучука массой m ; -начальный диаметр шара); Время удара: ; (3) Величина деформации диаметра крошки во время удара: ; (4) Относительная деформация сжатия крошки: ; (5) Условное напряжение сжатия крошки: ; (6) Истинное напряжение сжатия крошки: , где d_0 - диаметр крошки по месту удара. На рис 1 приведена графическая зависимость от скорости отскока при значении, применяемой при МА каучуков и ПЭНП. Рис. 1 – Зависимость времени удара от скорости отскока. 1-масса крошки полимера равна 0,0001 кг. 2-масса крошки полимера равна 0,003 кг Рассмотрение приведенного рисунка показывает, что время механического воздействия на крошку при МА не очень сильно меняется в зависимости от массы m крошки и скорости отскока крошки от «пальца» ротора дезинтегратора. Только при

значениях очень близких к наблюдается резкое увеличение величины . Если принять, что модуль упругости полимера во время удара равен , то в диапазоне $\approx 0,90$ лежит в пределах , при изменении массы крошки от до . В случае если МА подвергается более жесткий полимер (например, полиэтилен) с более высоким значением модуля упругости, то время контакта начинает существенно уменьшаться. Например, при $E =$ уже находится в пределах . На рис.2 показана зависимость величин относительной деформации сжатия полимера от величин его модуля E и значения скорости отскока . Рис. 2 – Зависимость относительной деформации сжатия полимера от скорости отскока при разных величинах модуля E полимера Анализ данного рисунка приводит к выводу, что величина деформации не превышает 4% даже для самого податливого полимера, имеющего невысокое значение E ($E =$). Однако по мере роста E деформация сжатия резко сокращается до величины 0,1% в случае $E =$ и становится практически независимой от величины . Поскольку и связаны прямопропорциональной зависимостью, то графическая зависимость величины от величины E и имеет такой же вид как на рис.2. Как показывают расчеты, истинное напряжение в полимерах с высоким значением E ($E =$), очень мало меняется с ростом , в отличие от , а при $E =$ и практически совпадают до ≈ 120 . По этой причине значение значительно превышает в случае полимеров с высоким E (рис.3), особенно когда приближается к значению . Рис. 3 – Соотношение истинного напряжения к условному в зависимости от скорости отскока В работе [4] мы показали, что энергии удара, равной от двух и более Дж на грамм крошки диенового каучука достаточно для механодеструкции макромолекул. На рис.4 дана графическая зависимость величины энергии удара, приходящегося на 1 грамм крошки полимера, от значения скорости . Рис.4 - Зависимость энергии удара , приходящейся на 1грамм полимера, от скорости . Из данного рисунка видно, что при значениях > 100 энергия удара составляет менее 2,0. Таким образом, конфигурация поверхности «пальцев» ротора должна обеспечивать гашение скорости отскока крошки (гранул) полимера от «пальцев» ротора дезинтегратора при их соударении и чем ниже значение , тем эффективнее происходит МА.