

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ИСТИРАНИЕ РЕЗИН

Износостойкость протекторных резин имеет большое значение для характеристики эксплуатационного качества покрышек. Более 50% автомобильных шин выходит из строя в результате износа протектора. Изучению механизма истирания резин и влияния различных факторов на их износостойкость посвящено значительное количество работ [1 - 5]. Несмотря на это, до настоящего времени реальный механизм истирания не установлен и научно обоснованной теории этого процесса не создано.

В статье изложены результаты изучения влияния некоторых факторов на истирание резин и предложен механизм этого процесса. Объектами исследования взяты серийный бутадиенметилстирольный каучук СКМС-30 АРК и цис-бутадиеновый СКД. Резиновые смеси приготавливали по стандартным рецептам на лабораторных вальцах размером 160 x 320 мм с заменой техуглеродов ДГ-100 и ПМ-75 на ПМ-100. Вулканизацию осуществляли в оптимуме для стандартных смесей. Испытание на истирание проводили на приборе МИ-2. Для изучения влияния температуры на истирание рабочая часть прибора была термостатирована и обеспечивала регулирование температуры испытания в требуемых пределах.

Из рис. 1 следует, что с увеличением наполнения ТУ ПМ-100 истираемость вулканизатов на основе СКМС-30 АРК уменьшается и при наполнении 60 мас. ч. составляет около 60% от истираемости ненаполненных вулканизатов. При увеличении наполнения до 80 мас. ч. истираемость возрастает в 1,4 раза по

сравнению с этим показателем для вулканизатов, содержащих 60 мас. ч. техуглерода (ТУ).

Истираемость вулканизатов на основе СКД при наполнении ТУ до 40 мас. ч. увеличивается с 18 до 60 см³/кВт·ч, или в 3 раза, и затем снижается при наполнении 60 мас. ч.

Уменьшение истираемости вулканизатов на основе СКМС-30 АРК объясняется тем, что с повышением содержания ТУ происходит увеличение прочности при сохранении достаточной эластичности. Оптимум наполнения составляет 55-60 мас. ч. ТУ. Дальнейшее повышение содержания ТУ приводит к увеличению истирания, по-видимому, вследствие уменьшения прочности вулканизатов и ограничения подвижности сегментов и надсегментальных структур (НСС), обусловленных жесткостью системы. Наряду с механизмом скатывания с увеличением наполнения все в большей мере проявляется механизм резания. Увеличение истираемости вулканизатов на основе СКД при концентрации ТУ до 40 мас. ч. обусловлено, по нашему мнению, снижением подвижности (эластичности) сегментов при одновременно недостаточном повышении прочности. Дальнейшее понижение истираемости вулканизатов вызвано увеличением прочности при сохранении высокой эластичности. Таким образом, экстремальное изменение истираемости при повышении содержания ТУ ПМ-100 определяется соотношением вклада эластичности и прочности вулканизатов. Из рис. 1 видно, что увеличение времени смешения от 20 до 40 мин вызывает снижение истираемости при всех степенях наполнения. В области оптимального наполнения для вулканизатов СКМС-30 АРК уменьшение составляет 15, а для вулканизатов СКД - 9%.

На рис. 2 представлена зависимость истирания ненаполненных и наполненных ТУ ПМ-100 вулканизатов на основе СКМС-30 АРК и СКД от температуры. Смеси приготавливали в течение 40 мин. Из рисунка видно, что при повышении температуры от 20 до 100°С истираемость ненаполненных вулканизатов на основе СКМС-30 АРК уменьшается примерно в 4 раза. Истираемость вулканизатов СКМС-30 АРК при 20°С существенно зависит от содержания ТУ. Повышение температуры испытания вызывает снижение истирания ненаполненного и наполненного вулканизатов и при температуре испытания 100°С находится примерно на одинаковом уровне. Истираемость образцов, наполненных 60 мас. ч. ТУ при температуре 100°С, оказалась выше истираемости образцов с меньшим наполнением.

Истираемость ненаполненных и наполненных вулканизатов на основе СКД при повышении температуры испытания до 100°С снижается примерно в 2 раза.

На рис. 3 представлена зависимость прочности вулканизатов каучука СКМС-30 АРК от температуры. Из рисунка следует, что прочность ненаполненного вулканизата при 25 °С составляет 1,7 МПа и с повышением температуры уменьшается незначительно.

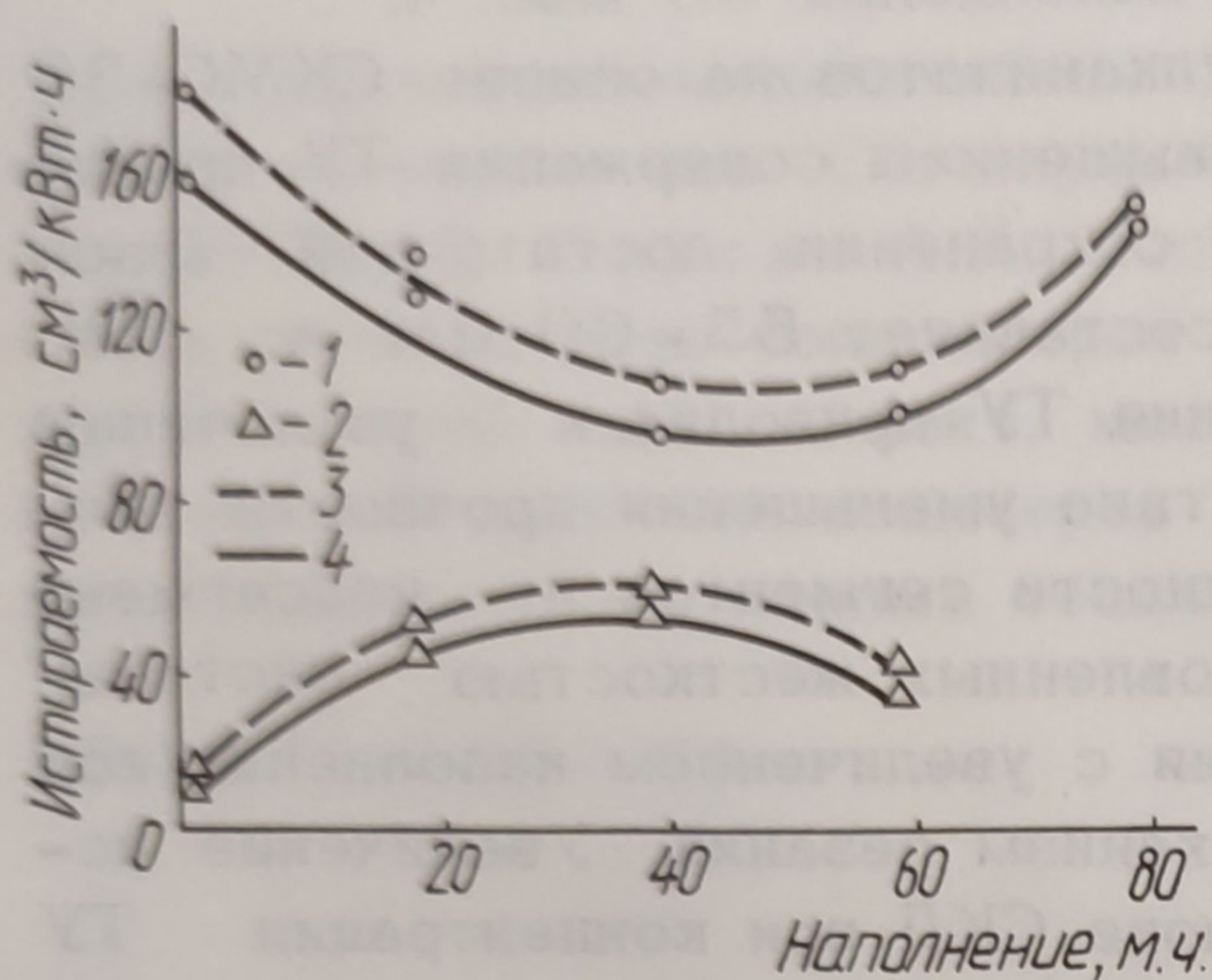


Рис. 1. Зависимость истираемости от содержания наполнителя при 20 °С: 1 – СКМС-30 АРК; 2 – СКД; 3 – 20; 4 – 40 мин смешения.

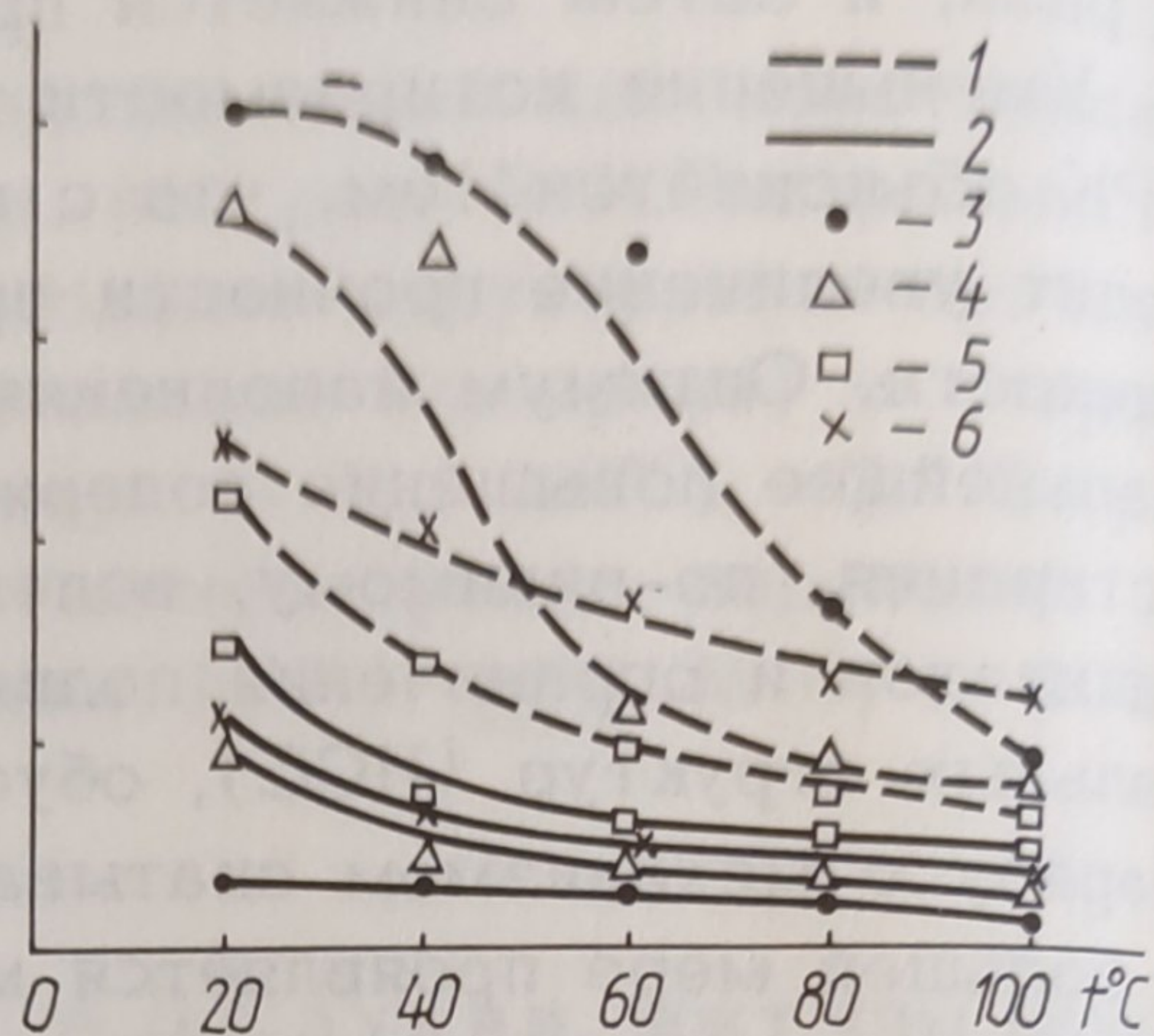


Рис. 2. Зависимость истираемости ненаполненных и наполненных вулканизатов от температуры: 1 – СКМС-30 АРК; 2 – СКД; 3 – ненаполненные; 4 – 20 мас.ч. ТУ ПМ-100; 5 – 40; 6 – 60 мас.ч. ТУ ПМ-100.

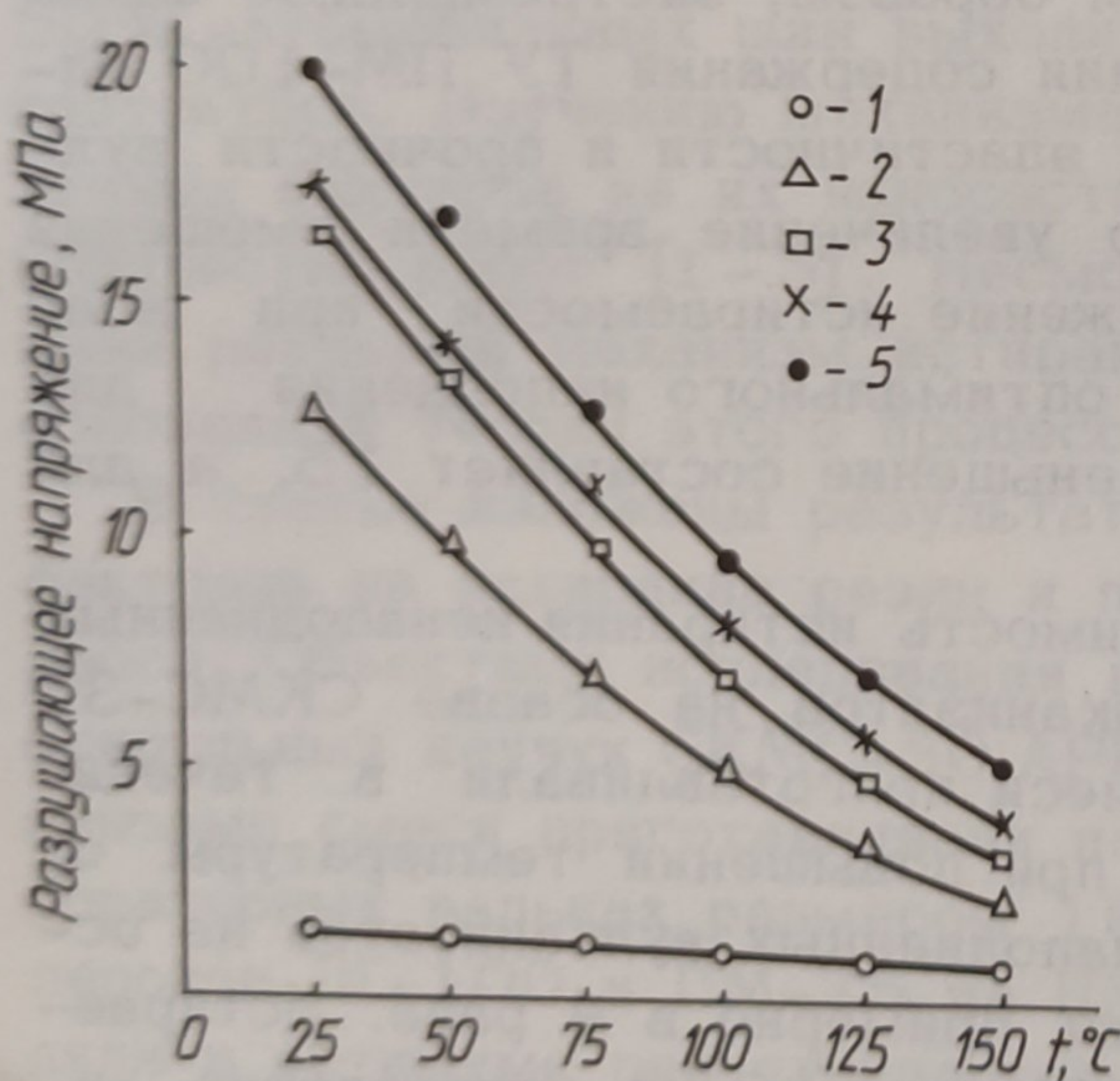


Рис. 3. Зависимость прочности вулканизатов каучука СКМС-30 АРК от температуры: 1 – ненаполненные; 2 – 20 мас.ч.; 3 – 40; 4 – 60; 5 – 80 мас.ч.

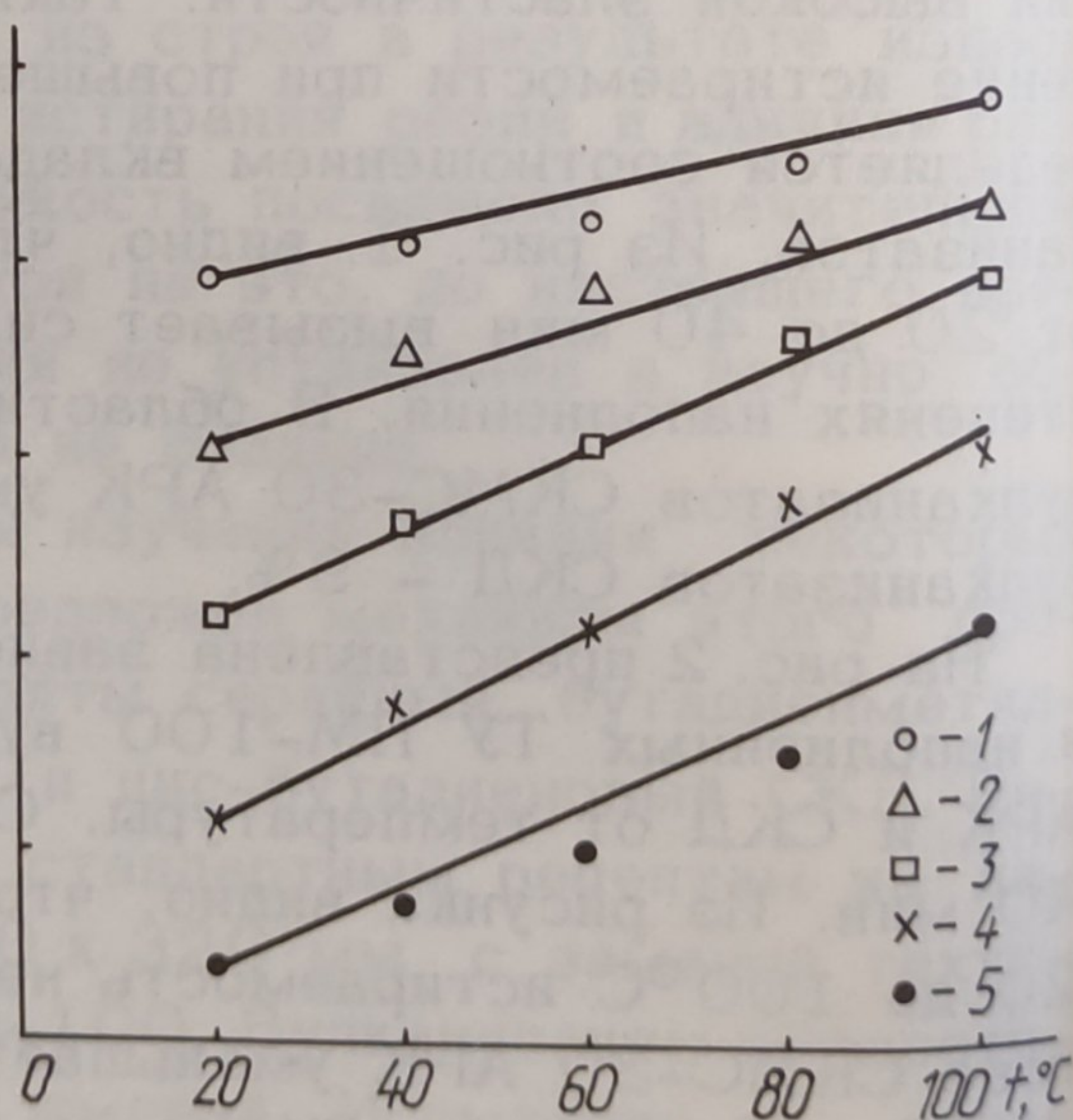


Рис. 4. Зависимость эластичности вулканизатов каучука СКМС-30 АРК от температуры: 1 – ненаполненные; 2 – 20 мас.ч.; 3 – 40; 4 – 60; 5 – 80 мас.ч.

тельно. Увеличение содержания ТУ ведет к резкому возрастанию прочности при 25 °С. Повышение температуры вызывает монотонное уменьшение прочности и тем интенсивнее, чем выше содержание ТУ. Согласно [6], полученные результаты объясня-

ются тем, что усиление каучуков обуславливается преимущественно адсорбционным взаимодействием участков сегментов с поверхностью частиц ТУ.

Повышение температуры вызывает ослабление энергии их взаимодействия и резкое понижение прочности наполненных вулканизатов. Аналогичная зависимость прочности от температуры получена и для резин из каучука СКД [7].

На рис. 4 приведены данные о влиянии температуры на эластичность ненаполненных и наполненных резин из СКМС-30 АРК. Из рисунка следует, что повышение температуры вызывает увеличение эластичности резин. Наиболее высокой эластичностью обладает ненаполненный вулканизат. Анализ приведенных данных указывает на то, что истирание обуславливается прочностью и эластичностью вулканизатов.

Исходя из изложенного, предлагается следующий механизм истирания резин. В соответствии с нашими представлениями о структуре полимеров [8, 9], их поверхность на ультрамикроскопическом уровне состоит из выступающих частей НСС. При контакте с выступами контртела в процессе истирания они подвер-

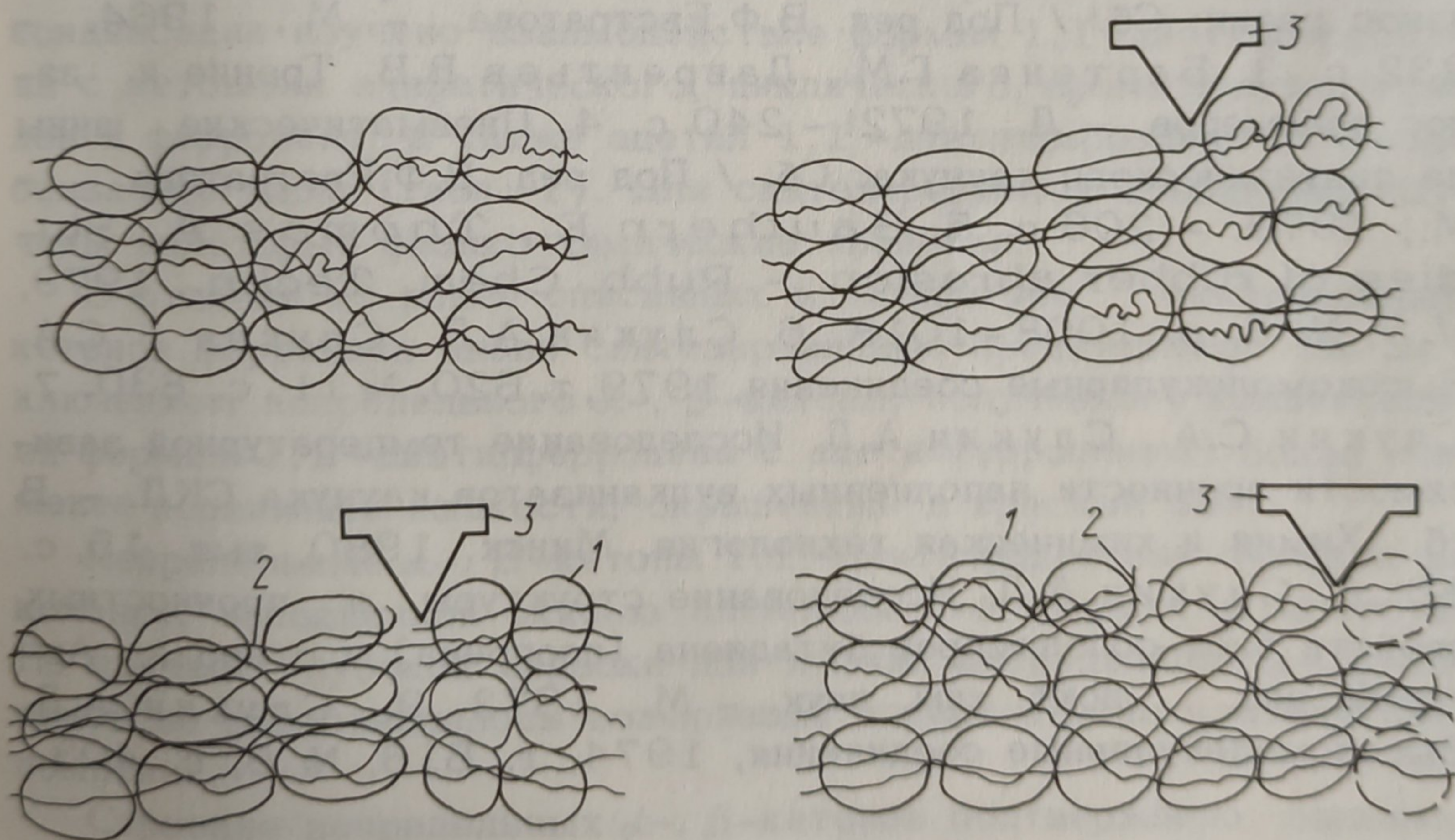


Рис. 5. Схема механизма истирания резин: 1 – НСС; 2 – проходные цепи; 3 – абразив

гаются сдвигу, в результате чего часть свободных участков цепей растягивается. Если скорость взаимного перемещения поверхности образца относительно выступа контртела в зоне контакта не превышает скорости перегруппировки свободных участков цепей и сегментов в НСС, то разрыва свободных участков не произойдет и после выхода из зоны контакта вместе с НСС

они займут свое первоначальное положение. Если скорость взаимного перемещения поверхности образца относительно выступа контртела в зоне контакта превышает скорости перегруппировок некоторых частей свободных участков цепей и сегментов в НСС, то под действием сдвиговых усилий связи между сегментами рвутся. При многократном воздействии сдвиговых усилий происходит разрыв все большего числа участков цепей между сегментами с распространением границы разрыва в глубь образца. При этом НСС и их агрегаты постепенно загибаются и образуют скатки, которые при дальнейшем действии сдвиговых усилий будут отрываться от массы образца. Описанный нами механизм схематически изображен на рис. 5. Он является универсальным. Однако при различных режимах приложения сдвиговых напряжений и величине выступов контртела этот механизм проявляется в различных формах: абразивном, усталостном типах износа.

Л и т е р а т у р а

1. Истирание резин / Г.А.Бродский, В.О.Евстратов, Н.Л.Сахановский, Л.Д.Слюдинов. - М., 1975. - 239 с.
2. Фрикционный износ резин: Сб. / Под ред. В.Ф.Евстратова. - М., 1964. - 232 с.
3. Баргенов Г.М., Лаврентьев В.В. Трение и износ полимеров. - Л., 1972. - 240 с.
4. Пневматические шины из синтетического каучука: Сб. / Под ред. В.Ф.Евстратова. - М., 1979. - 206 с.
5. Southern E., Thomas A. Studies of rubber abrasion. - Rubb. Chem. Techn., 1979, V. 5, № 5, p. 1008-1018.
6. Слукин А.Д., Слукин С.А. Высокомолекулярные соединения, 1979, т. Б20, № 11, с. 830.
7. Слукин С.А., Слукин А.Д. Исследование температурной зависимости прочности наполненных вулканизатов каучука СКД. - В сб.: Химия и химическая технология. Минск, 1980, вып. 15, с. 86.
8. Слукин А.Д. Исследование структуры и прочностных свойств блок-сополимеров бутадиена (изопрена) и стирола: Автореф. дис. ... докт. хим. наук. - М., 1973.
9. Слукин А.Д. Высокомолекулярные соединения, 1974, т. Б16, № 6, с. 403.