

УДК 541.64:539.3

ОСОБЕННОСТИ КОМПАКТИРОВАНИЯ РЕАКТОРНЫХ ПОРОШКОВ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА¹

© 2000 г. В. А. Аулов*, С. В. Макаров**, И. О. Кучкина*, А. Н. Озерин*, Н. Ф. Бакеев*

*Институт синтетических полимерных материалов Российской академии наук им. Н.С. Ениколопова
117393 Москва, Профсоюзная ул., 70

**Государственный научный центр Российской Федерации

“Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова”
103064 Москва, ул. Воронцово поле, 10

Поступила в редакцию 12.01.2000 г.

Принята в печать 06.03.2000 г.

Исследована первая стадия процесса получения высокопрочных нитей из реакторных порошков сверхвысокомолекулярного ПЭ – компактирование. Использовали два порошка с одинаковой плотностью и ММ и с разной насыпной плотностью (0.057 и 0.206 г/см³). Компактирование проводили при комнатной температуре. Установлено, что при сжатии таблетки порошка по мере увеличения давления в закрытом объеме протекают одновременно три процесса деформации. На первом этапе происходит преимущественное сближение частиц и уплотнение таблетки. После образования определенного числа контактов между зернами этот процесс затормаживается и доминирующим становится процесс пластической деформации отдельных зерен. Именно на этом этапе наиболее эффективно образуются связи между отдельными зернами реакторного порошка. Наконец, при дальнейшем повышении давления основной вклад в увеличение плотности под давлением вносит упругая деформация, которая не дает вклада в уплотнение и упрочнение таблетки реакторного порошка после освобождения от давления. Величина объема пор в исходной таблетке (насыпная плотность) критична: эффективное компактирование происходит только для реакторного порошка с величиной насыпной плотности менее 0.150 г/см³.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время ПЭ сверхвысокой молекулярной массы (**СВМПЭ**) привлекает внимание исследователей, занимающихся проблемой получения высокопрочных нитей и волокон из гибкоцепных полимеров [1–8]. Именно для нитей из СВМПЭ, приготовленных по “гель-технологии”, достигнуты рекордные значения модуля и прочности, близкие к теоретическим для полимерной цепочки [1]. Серьезным недостатком такой технологии является использование больших объемов органических растворителей со всеми вытекающими последствиями. Альтернативой растворной технологии является получение нитей непосредственно из реакторных порошков (**РП**) без их предварительного плавления или растворения [2–7]. К настоящему времени для таких ни-

телей достигнуты значения модуля и прочности (220 и 6 ГПа соответственно [8]), не уступающие соответствующим характеристикам “гель-волокон”.

Процесс превращения РП в высокопрочную нить можно разделить на три стадии: компактирование (уплотнение РП для удобства манипулирования с ним), монолитизацию (получение механически прочной, как правило, прозрачной пленки, допускающей вытяжку при температурах ниже температуры плавления) и одноосную вытяжку. Собственно высокие механические свойства нити приобретают на последней стадии ориентационной вытяжки. Однако первые стадии не менее важны, так как именно на них в исходных образцах создается соответствующая морфология, которая затем на последней стадии определяет возможность достижения высоких механических свойств. Поэтому важность исследования первых стадий процесса формирования сверхпрочных нитей из РП очевидна. Подавляющее число работ по-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 00-03-33098).

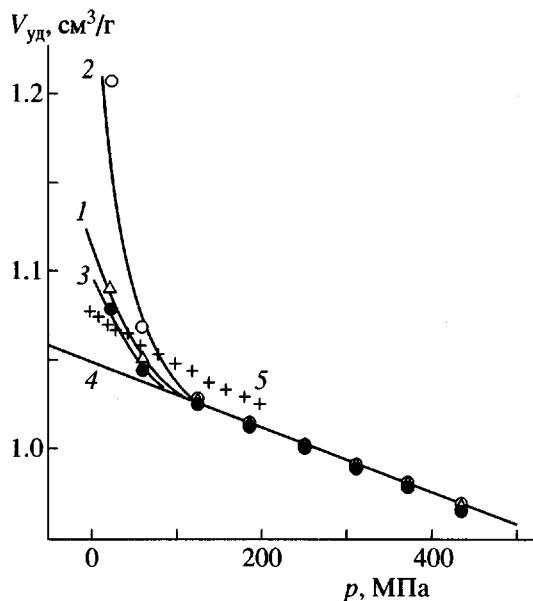


Рис. 1. Сжимаемость таблеток РП-1 (1) и РП-2 (2, 3) при первом (1, 2) и втором (3) нагружениях и блочного образца высокомолекулярного ПЭ (5) (по данным работы [9]). Прямая 4 построена по шести точкам линейных участков кривых сжимаемости для РП-1 и РП-2 ($V = a + bp_k$, где $a = 1.05 \text{ см}^3/\text{г}$, $b = 1.9 \times 10^{-4} \text{ см}^3/\text{г МПа}$ и коэффициент корреляции $R = 0.998$).

священо исследованию последней стадии получения сверхпрочных нитей и волокон. В настоящей работе было предпринято исследование процессов, протекающих на первой стадии.

Далеко не все РП могут быть монолитизированы, и однозначных критериев отбора монолитизирующихся РП нет. В связи с этим в работе проведено сравнительное исследование двух типов РП с приблизительно равными ММ и плотностью.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали два РП с одинаковой плотностью $0.961 \text{ г}/\text{см}^3$ (метод градиентных труб в смеси спирта с водой и толуолом), приблизительно равными ММ ($M_w = 1.74 \times 10^6$ и 1.6×10^6 соответственно для РП-1 и РП-2) и разными значениями насыпной плотности (0.057 и $0.206 \text{ г}/\text{см}^3$ соответственно). Первый дает возможность получить высокопрочные нити, а второй нет.

РП компактировали при комнатной температуре. Толщину таблетки измеряли микрометрической головкой с ценой деления 10 мкм . Ошибка при измерении толщины не превышала 0.1% . Объем вычисляли по толщине таблетки, полагая ее

диаметр неизменным. Допускаемая при этом ошибка не превышала 0.001 см^3 . Значения толщины таблетки в работе даны для 100 мг полимера.

Прочность таблеток измеряли при комнатной температуре и скорости перемещения подвижного зажима $10 \text{ мм}/\text{мин}$. Рабочая часть лопатки в виде двусторонней гантели имела размеры $0.8 \times 3 \times 10 \text{ мм}^3$. Каждое значение прочности получено усреднением не менее пяти измерений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлены барические зависимости удельного объема двух РП непосредственно под давлением (кривые сжимаемости). Нагружение проводили в круглой пресс-форме диаметром 10 мм ступенчато с величиной $\Delta p = 50 \text{ МПа}$ и выдержкой при каждом значении давления в течение 1 мин.

Характерной особенностью кривых сжимаемости для РП, отличающей их от аналогичной зависимости для блочного образца, является наличие четко выраженного криволинейного участка при малых значениях давления. Мы связываем его с выдавливанием пор и пустот из таблетки РП. Значение удельного объема исходного РП ($1.0406 \text{ см}^3/\text{г}$) попадает как раз на границу криволинейного и прямолинейного участков кривой. Таким образом, для выбранных условий эксперимента уплотнение РП заканчивается при давлении около 150 МПа .

Видно также, что зависимости для двух РП подобны, а прямолинейные участки зависимостей просто совпадают. Более того, коэффициент сжимаемости β в интервале 125 — 430 МПа практически постоянен и равен $1.64 \times 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$, что лишь незначительно ниже величины β для блочного образца линейного ПЭ в интервале 100 — 200 МПа ($2.2 \times 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$). Это легко понять, так как после удаления пустот сжимаемость таблеток определяется объемными свойствами полимера, которые одинаковы для двух РП. Однаковы и степени кристалличности исходных РП. Именно поэтому совпадают сжимаемости для двух РП.

На рис. 1 также приведена кривая сжимаемости при повторном нагружении той же таблетки РП-2 (кривая 3). Видно, что она расположена ниже кривой 2, что свидетельствует о необратимых изменениях таблетки после первого нагружения. Однако и при повторном нагружении криволинейный участок сохраняется, который при тех же значениях p переходит в прямолинейный. Это означает, что при выбранных условиях сжатия поры частично восстанавливаются после освобож-

дения таблетки от давления. Такой же результат получен нами и при повторном сжатии РП-1.

Детально поведение толщины таблетки при сжатии, выдержке под нагрузкой и разгрузке можно проследить на рис. 2. На нем представлено изменение толщины таблетки при нагружении до 85 и 430 МПа (на этом и следующих рисунках значения толщины приведены для 100 мг полимера). После выдержки таблетки при указанных давлениях в течение 1 ч (участки 1 и 1') следовала разгрузка и релаксация толщины $h(t_p)$ (участки 2 и 2').

Использованные давления компактирования (p_k) выбраны из принципиально различных участков кривой сжимаемости: криволинейного, когда в полимере еще есть поры, и прямолинейного, когда сжимаемость обусловлена в основном уменьшением свободного объема полимера. Этот выбор определил различия в поведении полимера.

Во-первых, это касается характера изменений $h(t)$ при выдержке под давлением в течение 1 ч (участки 1 и 1'): при 85 МПа заметные изменения толщины происходят в течение всего интервала выдержки, в то время как при 430 МПа толщина таблетки практически не меняется. Небольшие изменения в первые минуты выдержки под давлением обусловлены, по-видимому, затеканием полимера в зазор между поршнем и цилиндром пресс-формы.

Во-вторых, несмотря на большие изменения при 85 МПа, толщина таблетки под давлением 430 МПа меньше.

В-третьих, при освобождении от давления толщина таблетки резко растет (участки 2 и 2'), причем для 430 МПа в большей степени, так что уже при первом измерении после релаксации в течение 1 мин толщина таблетки после компактирования при 430 МПа выше по сравнению с компактированием при 85 МПа. При дальнейшей релаксации изменения толщины происходят симбатно для двух давлений: разница в значениях толщины двух таблеток остается практически неизменной.

Нам представляется, что эти различия связаны с положением выбранных значений p_k на кривой сжимаемости. Принципиальное отличие двух участков кривой состоит в различном объеме пор, сохранившихся в полимере к этому моменту. Приложенное давление ведет к развитию двух принципиально различных типов деформации: мгновенной упругой деформации, уменьшающей объем пор за счет сближения стенок пор, и развивающейся во времени пластической деформации. Вклад каждого типа деформации определяется объемом пор, сохра-

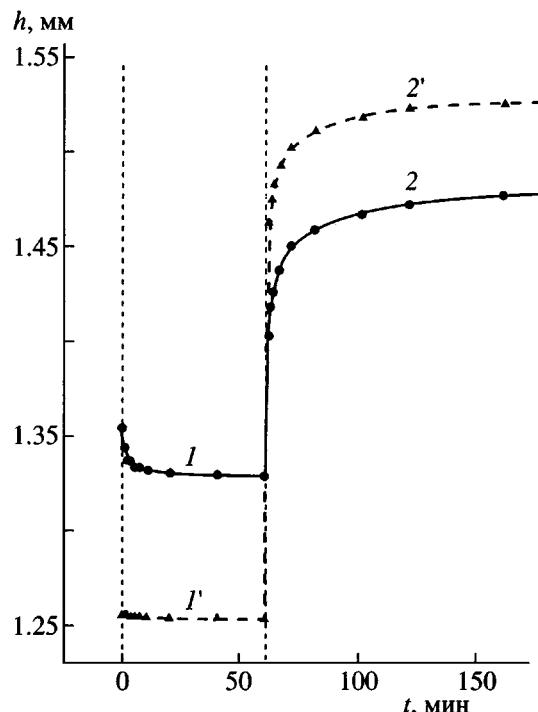


Рис. 2. Изменение толщины h таблетки РП-2 при одноосном сжатии в пресс-форме диаметром 10 мм и последующей разгрузке. Давление 85 (1, 2) и 430 МПа (1', 2'). Выдержка под давлением в течение 1 ч (1, 1') и релаксация после освобождения от давления (2, 2').

нившихся к данному давлению. При малых давлениях объем пор достаточен для протекания пластической деформации полимера, и можно видеть изменение объема с течением времени со скоростью, определяемой релаксационным спектром и температурой. При больших давлениях поры закрыты, пластическое течение невозможно, и все изменения объема полимера происходят обратимо.

Рассмотрим далее, как меняется толщина таблетки в зависимости от давления компактирования p_k . Компактирование проводили в круглой пресс-форме диаметром 10 мм при нагружении в один прием (эффективная скорость нагружения около 1000 МПа/мин) с последующей выдержкой в течение 5 мин при данном p_k . На рис. 3 показаны изменения толщины таблетки РП в зависимости от p_k для двух времен релаксации после освобождения от давления $t_p = 1$ и 1000 мин.

Бросается в глаза неожиданный и, на первый взгляд, парадоксальный результат: толщина таблетки с ростом давления уменьшается только до определенного значения p_k , а затем начинает расти, асимптотически приближаясь к некоторому преде-

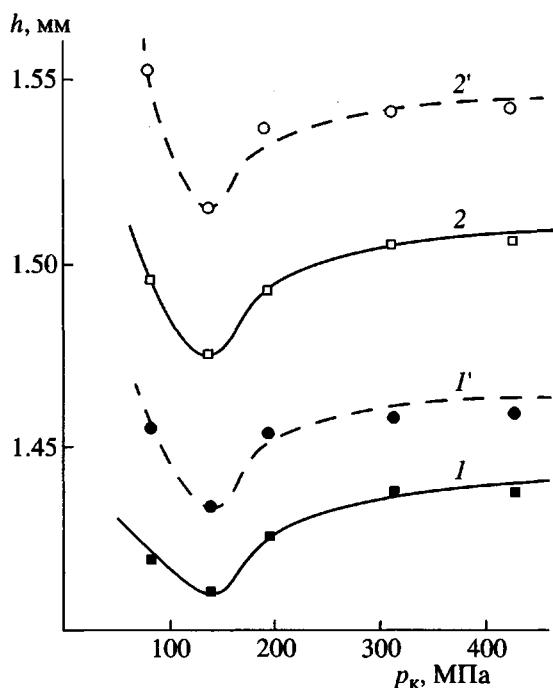


Рис. 3. Влияние давления компактирования p_k на толщину таблетки РП-1 (1, 2) и РП-2 (1', 2'), измеренную через 1 (1, 1') и 1000 мин (2, 2') после освобождения от давления.

лу. Этот предел разный для двух РП: толщина таблетки для РП-1 при всех p_k меньше, чем для РП-2.

Наиболее эффективное уплотнение РП происходит при давлениях около 150 МПа. Это значение является оптимальным при данных условиях компактирования. Существенно, что значение оптимального давления $p_{\text{опт}}$ одно и то же для двух РП.

Толщина таблетки после компактирования и разгрузки не остается постоянной и растет приблизительно пропорционально $\lg t_p$ (рис. 4). Скорости роста $dh/d(\lg t_p)$ приблизительно равны между собой для всех p_k . Более того, они имеют одни и те же значения для РП-1 и РП-2.

Значения толщины таблетки зависят также от времени компактирования (времени воздействия p_k). На рис. 5 представлены зависимости $h(p_k)$ при различных временах компактирования (кривые 1, 2 и 3 отвечают временам компактирования 1, 5 и 25 мин соответственно). Видно, что форма зависимостей такая же, как и на рис. 3, однако есть и различия.

Во-первых, с ростом времени компактирования глубина минимума на зависимостях увеличивается. Во-вторых, скорость изменений dh/dp_k уменьшает-

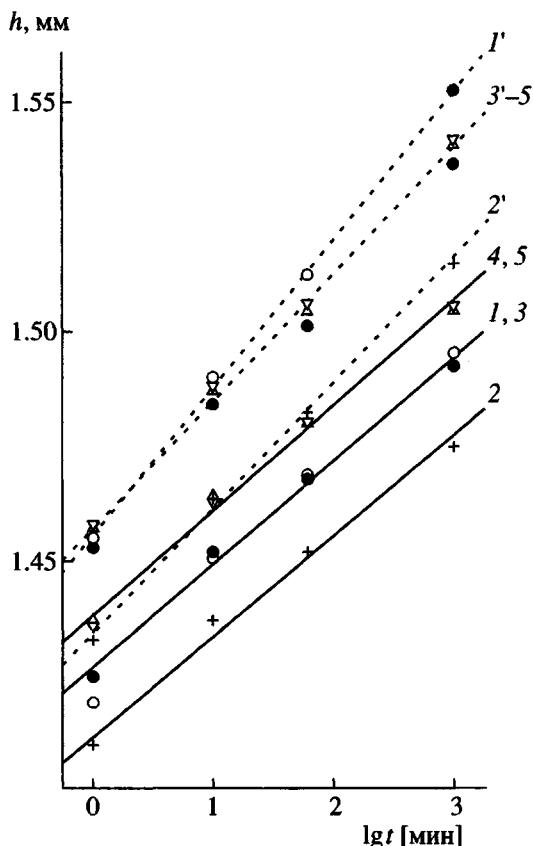


Рис. 4. Релаксация толщины h таблеток РП-1 (1-5) и РП-2 (1'-5') после сжатия в течение 5 мин при давлении 85 (1, 1'), 140 (2, 2'), 195 (3, 3'), 315 (4, 4') и 430 МПа (5, 5').

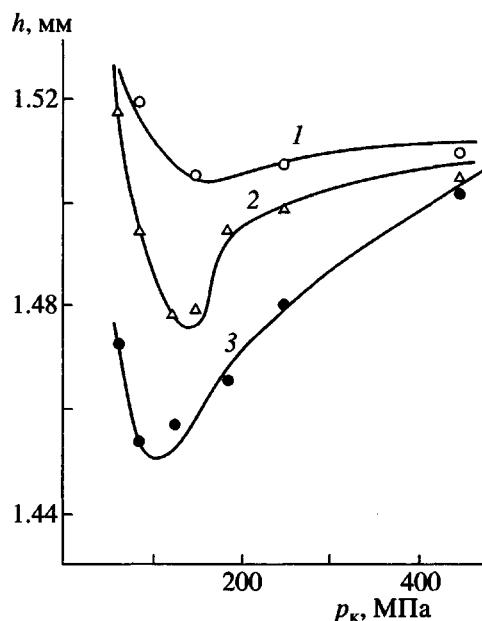


Рис. 5. Толщина таблетки РП-2 после 10 мин релаксации в зависимости от давления p_k при длительности компактирования $t_k = 1$ (1), 5 (2) и 25 мин (3).

ся с повышением давления, и при давлениях выше 400 МПа наблюдаемые небольшие изменения, по крайней мере, частично обусловлены затеканием полимера в зазор между поршнем и цилиндром пресс-формы. В-третьих, положение минимума смещается с ростом времени компактирования в сторону малых давлений.

Однако такая форма зависимости $h(p_k)$ наблюдается только при быстром нагружении. При медленном нагружении минимум на зависимости $h(p_k)$ исчезает, и толщина таблетки монотонно понижается с увеличением давления. На рис. 6 представлены соответствующие результаты. Медленную скорость мы моделировали ступенчатым нагружением с величиной $\Delta p = 50$ МПа и выдержанной на каждой ступени в течение 5 мин, что эквивалентно скорости нагружения около 10 МПа/мин.

На рис. 6 штриховыми линиями показаны кривые $h(p_k)$ для соответствующих t_p при нагружении со скоростью 10^3 МПа/мин, взятые из рис. 3. Видно, что при $p < p_{\text{опт}}$ результаты для двух скоростей нагружения совпадают.

Представленные результаты свидетельствуют о ярко выраженном релаксационном характере процессов, протекающих при компактировании РП при выбранных условиях. На это прежде всего указывает зависимость толщины таблетки от скорости нагружения при компактировании.

Кроме того, наличие минимума на зависимости $h(p_k)$ при $p_{\text{опт}}$ означает, что релаксационный спектр самого полимера меняется в зависимости от давления. Действительно, ближайшие релаксационные переходы в СВМПЭ расположены на 20–40 К ниже комнатной температуры (температуры опыта). Учитывая высокие барические коэффициенты этих переходов ($dT/dP \approx 0.1$ –0.2 град/МПа [10, 11]), легко подсчитать, что при $p_k = 200$ –400 МПа температура этих переходов поднимется до комнатной, и скорость всех релаксационных процессов замедлится (так называемое механическое стеклование). Таким образом, при увеличении давления, начиная с $p > p_{\text{опт}}$, пластическая деформация затруднена, и поры закрываются в основном за счет упругой деформации. Чем выше значение p_k , тем больше таких пор. При разгрузке они восстанавливаются, что и ведет к увеличению толщины таблетки при $p_k > p_{\text{опт}}$.

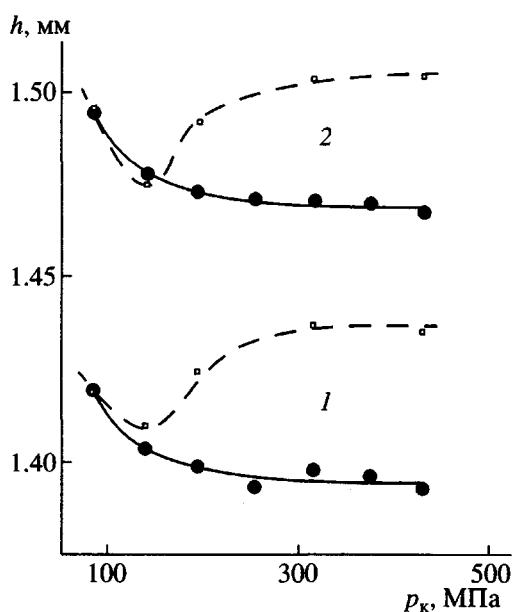


Рис. 6. Изменение толщины h таблетки РП-1 от давления компактирования p_k при последовательном нагружении через 1 (1) и 1000 мин (2) после освобождения от давления. Штриховыми линиями показано изменение толщины таблетки при одноразовом нагружении до давления p_k (точки перенесены из рис. 3).

Таким образом, весь процесс компактирования можно представить следующим образом. Под действием давления p_k вначале происходит простое сближение отдельных частиц РП, т.е. его уплотнение. Однако после достижения определенного числа контактов между частицами смещение отдельных частиц как целого становится невозможным, и дальнейшее уплотнение будет осуществляться за счет упругой и пластической деформации частиц полимера. Первый процесс происходит со скоростью нагружения, и после снятия нагрузки поры снова восстанавливаются, в то время как течение полимера контролируется спектром молекулярных движений и носит релаксационный характер.

При упругой деформации поры исчезают за счет сближения противоположных стенок поры без их смещения в поперечном направлении. Связи между частицами не образуются, и при разгрузке такие поры восстанавливаются. Этот процесс не вносит вклада в упрочнение полимера.

При пластической деформации закрытие пор осуществляется за счет скольжения одних частей полимера относительно других. В результате площадь контакта частиц друг с другом увеличивается и возникает их адгезионное взаимодействие. Наряду с этим, в процессе пластической де-

формации в местах соприкосновения отдельных частиц возникают напряжения, намного превосходящие средние по объему полимера, а температура в этих локальных областях повышается до такой степени, что становится возможной рекристаллизация полимера с образованием совместного для двух частиц кристаллита. Создается прочная связь, не позволяющая трещине раскрыться после снятия давления. Таков, с нашей точки зрения, механизм уплотнения (и упрочнения) РП при компактировании, т.е. при его сжатии в замкнутом объеме.

Очевидна роль пор при подобном описании процесса компактирования. Только при их наличии возможна пластическая деформация и упрочнение полимера при его сжатии в закрытом объеме. Объем пор в исходном РП количественно связан с насыпной плотностью РП, следовательно, способность к монолитизации РП должна расти с увеличением объема пор, т.е. с понижением насыпной плотности РП. Действительно нами испытано несколько десятков различных РП сверхвысокомолекулярного ПЭ. Полученные результаты показывают, что существует взаимно однозначное соответствие между способностью к монолитизации и насыпной плотностью: чем ниже насыпная плотность, тем однороднее и прочнее получается таблетка при компактировании, тем прозрачнее, прочнее и эластичнее пленка после монолитизации, тем выше механические свойства нитей после ориентационной вытяжки. Границей для двух классов РП служит значение насыпной плотности $0.15 \text{ г}/\text{см}^3$: все РП с меньшей плотностью нам удалось монолитизировать и получить прочные пленки, дающие после вытяжки высокопрочные нити.

Корреляция между насыпной плотностью и способностью к монолитизации может быть использована в качестве критерия отбора монолитизирующихся РП, что чрезвычайно важно для практического применения.

Совершенно очевидна и роль спектра молекулярных движений. Скорость пластической деформации зависит от температуры и величины напряжения (давления) и повышается с ростом последних. Однако рост давления при неизменной температуре ведет к смещению релаксационных переходов в сторону высоких температур, что приводит к понижению скорости молекулярных перегруппировок (механическому стеклованию полимера). По этой причине вклад пластической деформации уменьшается, а вклад упругой рас-

тет. В результате большая часть пор закрывается за счет упругой деформации, и при снятии нагрузки восстанавливается. Доля таких пор растет с повышением скорости нагружения, что и приводит к кардинальному различию кривых $h(p_k)$ для двух способов нагружения при компактировании (рис. 6) и появлению минимума на зависимости толщины таблетки от p_k .

Одну и ту же скорость увеличения толщины таблетки двух РП после освобождения от давления (рис. 4) и разную скорость уменьшения толщины в зависимости от давления (рис. 5) также легко можно объяснить релаксационным характером процесса компактирования. Во-первых, оба полимера имеют одинаковую ММ, а значит, один и тот же спектр молекулярных движений, поэтому релаксация после освобождения от давления идет в одинаковых условиях. С другой стороны, релаксация непосредственно под давлением идет в разных условиях, поскольку под действием давления релаксационный спектр меняется (температуры релаксационных переходов повышаются), скорость релаксационных процессов понижается тем больше, чем выше давление. С этим связано уменьшение скорости релаксации толщины таблетки с увеличением p_k .

Уплотнение РП сопровождается повышением прочности таблетки за счет образования связей между отдельными зернами РП. Природа этих связей и механизм их образования неизвестны и представляют собой центральную проблему в процессах компактирования и монолитизации РП и, в конечном счете, в процессе получения сверхпрочных нитей. В этой связи интересно было проследить, как меняется прочность таблетки в зависимости от p_k . Полученные результаты представлены на рис. 7. Как видно, разрывная прочность σ_p и разрывное удлинение ϵ_p нарастают только до определенного предела, и этот предел достигается при давлениях около 150 МПа. Зависимости для РП-2 такие же, однако величины предельных значений в ~3 раза ниже: 3.5 МПа и 0.9% соответственно для σ_p и ϵ_p .

Сравнение результатов, представленных на рис. 1, 3 и 7, показывает, что эффективное уплотнение и упрочнение таблеток происходит при $p_k \leq p_{\text{опт}}$. Этот интервал p_k совпадает с криволинейным участком кривой сжимаемости (рис. 1), т.е. с интервалом существования пор и пустот в таблетке, и с интервалом нарастания прочности таблет-

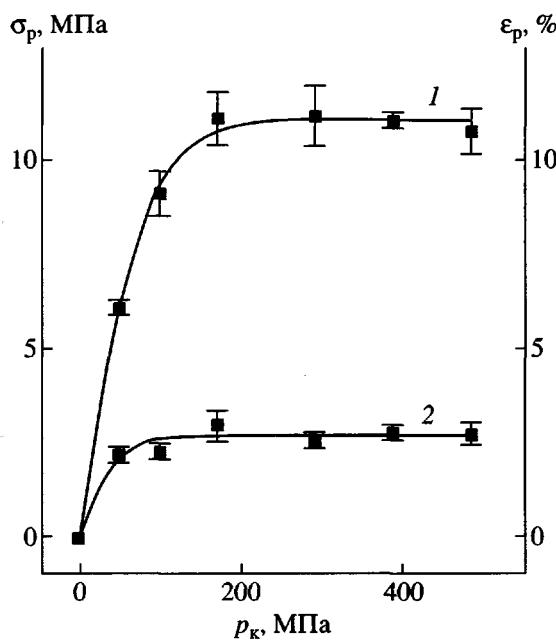


Рис. 7. Влияние давления компактирования p_k при комнатной температуре на разрывные прочность σ_p (1) и удлинение ε_p (2).

ки (рис. 7). Таким образом, для эффективного упрочнения таблетки при сжатии ее в закрытом объеме наличие пор является необходимым условием. Сжатие пористой таблетки РП ведет к появлению локальных сдвиговых деформаций, именно в этот момент и образуются прочные связи между отдельными частицами РП.

При $p_k > p_{\text{опт}}$ все поры, оставшиеся незаполненными, закрываются за счет упругой деформации полимера, течение полимера прекращается, прекращается и образование новых связей между частицами. В связи с этим увеличение p_k выше оптимального неэффективно для создания связей между зернами РП. Таким образом, связи эффективно образуются при наличии сдвиговых деформаций даже при сжатии полимера в закрытом объеме. Этому способствуют поры в таблетке полимера.

Что касается различий в поведении РП-1 и РП-2, то, как видно, основным параметром, количественное изменение которого приводит к качественному различию в способности к монолитизации и дальнейшей вытяжке, является количество образующихся связей между отдельными частицами РП. Именно троекратное различие в прочности таблеток РП-1 и РП-2 является причиной неспособности РП-2 монолитизироваться. Вели-

чина прочности важна не сама по себе, а по отношению к пределу текучести зерен (пределу текучести полимера). Соотношение между пределом σ_t и прочностью связей между отдельными частицами σ_p , по-видимому, и является основным критерием способности к монолитизации РП. При $\sigma_p > \sigma_t$ прочности связей между отдельными частицами достаточно для деформации отдельной частицы и изменения ее формы от глобуллярной к фибриллярной с одновременной ориентацией осей фибрилл в направлении деформации. В противном случае связи разрушаются и таблетка хрупко разрушается при попытке ее деформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pennings A.J., Zwijnenburg A. // J. Polym. Sci., Polymer Phys. Ed. 1979. V. 17. № 6. P. 1011.
2. Селихова В.И., Зубов Ю.А., Синевич Е.А., Чвалун С.Н., Иванчева Н.И., Смольянова О.В., Иванчев С.С., Бакеев Н.Ф. // Высокомолек. соед. А. 1992. Т. 34. № 2. С. 92.
3. Smith P., Chanzy H.D., Rotzinger B.P. // Polym. Commun. 1985. V. 26. № 8. P. 257.
4. Ottani S., Ferrachini E., Ferrero A., Malta V., Porter R.S. // Macromolecules. 1995. V. 28. № 9. P. 2411.
5. Аулов В.А., Чвалун С.Н., Озерина Л.А., Бакеев Н.Ф. // Докл. РАН. 1997. Т. 354. № 2. С. 198.
6. Аулов В.А., Бакеев Н.Ф. // Докл. РАН. 1998. Т. 360. № 2. С. 202.
7. Joo Y.L., Han O.H., Lee H.-K., Song J.K. // Polymer. 2000. V. 41. № 4. P. 1355.
8. Porter R.S., Kanamoto T., Zachariades A.E. // Polymer. 1994. V. 35. № 23. P. 4979.
9. Привалко В.П. Справочник по физикохимии полимеров. Киев: Наукова думка, 1984. Т. 2. С. 209.
10. Айнбиндер С.Б., Тюнина Э.Л. Свойства полимеров в различных напряженных состояниях. М.: Химия, 1981. С. 18.
11. Аулов В.А. // Высокомолек. соед. А. 1991. Т. 33. № 3. С. 501.

Compaction of Superhigh-Molecular-Weight Poly(ethylene) Reactor Powders

V. A. Aulov*, S. V. Makarov**, I. O. Kuchkina*, A. N. Ozerin*, and N. F. Bakeev*

*Enikolopov Institute of Synthetic Polymeric Materials, Russian Academy of Sciences,
Profsoyuznaya ul. 70, Moscow, 117393 Russia

**Karpov Institute of Physical Chemistry, State Research Center of the Russian Federation,
ul. Vorontsovo pole 10, Moscow, 103064 Russia

Abstract—The process of superhigh-molecular-weight poly(ethylene) (SHMWPE) room-temperature compaction, representing the first stage in manufacturing high-strength fibers from the reactor powder (RP) was studied for two SHMWPE samples with equal densities, approximately equal molecular masses, and markedly different powder densities (0.057 vs. 0.206 g/cm³). It was established that three sequential deformation processes take place when a powder pellet is compressed under increasing pressure in a closed volume. In the first step, the powder particles in a pellet are brought into closer contact and the pellet density increases. Upon reaching a sufficiently large number of contacts, this densification process ceases and the plastic deformation of individual grains becomes a dominating process. This very stage features the formation of bonds between separate RP grains. As the pressure grows further, the material density increases due to the elastic deformation; this stage does not contribute to the final density and strength of the RP pellet upon the pressure release. The average pore size (powder density) of the initial RP pellets is a critical parameter: the effective compaction under pressure takes place only for the RP samples with a powder density below 0.150 g/cm³.