

Лабораторная работа "ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ"

Цель работы:

1. Изучить ассортимент, состав и свойства полимерных материалов (пластмасс).
2. Изучить технологию горячего прессования деталей из пресс-порошков и пресс-материалов.
3. Исследовать влияние режимов прессования на свойства конечного изделия.

1 Теоретическая часть

Полимеры — неорганические и органические, аморфные и кристаллические вещества, состоящие из «мономерных звеньев», соединённых в длинные макромолекулы химическими или координационными связями (рис. 1).

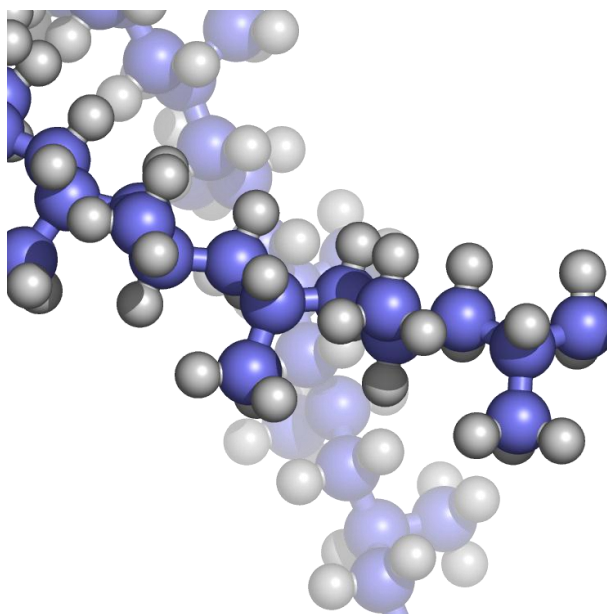


Рис. 1. Схема полимера

Полимер — это высокомолекулярное соединение: количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико (в ином случае соединение будет называться олигомером). Во многих случаях количество звеньев может считаться достаточным, чтобы отнести молекулу к полимерам, если при добавлении очередного мономерного звена молекулярные свойства не изменяются. Как правило, полимеры — вещества с молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких миллионов.

Если связь между макромолекулами осуществляется с помощью слабых сил Ван-Дер-Ваальса, они называются термопласты, если с помощью химических связей — реактопласты. К линейным полимерам относится, например, целлюлоза, к разветвлённым, например, амилопектин, есть полимеры со сложными пространственными трёхмерными структурами.

Структура полимеров

Структура полимеров сложна; она имеет многоуровневое строение. Следует выделить три уровня структуры.

Молекулярный уровень. Первичным элементом полимерной структуры является повторяющееся молекулярное образование определенного химического состава - звено. Главными объектами структурного анализа полимеров на этом уровне являются химический состав звена, тип химической связи между атомами, порядок присоединения взаимодействующих атомов, их пространственное расположение, характер концевых групп макромолекул, молекулярное движение, а также способность звеньев полимера к межмолекулярным взаимодействиям. Анализ структуры полимеров на молекулярном уровне позволяет понять многие особенности этих веществ, предсказать многие их свойства. В химической формуле полимера закодирована основная информация о нем. Но этого недостаточно для полной оценки их свойств.

Топологический уровень. Макромолекулы полимеров имеют цепное строение и в пространстве находятся в виде волокон, вытянутых или свернутых, перепутанных или упорядоченных, линейных, разветвленных или "сшитых" поперечными химическими связями. Для оценки структуры на этом уровне важны знания молекулярной массы полимера, молекулярно-массового распределения и молекулярной массы цепи между узлами структурной пространственной сетки.

Надмолекулярный уровень. На этом уровне следует рассматривать всю совокупность явлений, связанных с межмакромолекулярными взаимодействиями. Это процессы упорядочения и аморфизации структуры, явления фазовых и структурных превращений в полимерах, а также релаксационные явления. Взаимное расположение и характер взаимодействия макромолекул и их агрегатов называют надмолекулярной структурой полимеров.

Только полное рассмотрение структуры полимеров на всех уровнях позволяет оценить свойства этих веществ и возможности в создании материалов на основе полимеров.

Главная информация о полимере содержится в его химической структурной формуле, включающей химический состав звена и порядок соединения атомов между собой. На этой формуле строится классификация полимеров.

В соответствии с **химической природой** полимеры делятся на *органические*, *неорганические* и *элементорганические*.

Органические полимеры содержат атомы углерода, водорода, азота, кислорода, галогенов. Примером карбоцепных органических полимеров являются полиолефины и полимеры виниловых мономеров общей формулы $[\text{CH}_2-\text{CHX}(\text{H})]_n$, где X - акрил, галоген, эфирная, нитрильная или другая функциональная группа.

Неорганические полимеры не содержат связей С-Н. К гомоцепным неорганическим полимерам относятся линейные модификации серы и селена, к гетероцепным - полифосфонитрилхлорид $[-\text{PCl}_2=\text{N}-]_n$.

Элементорганические полимеры содержат как органические, так и неорганические группы. Примером гетероцепного элементорганического полимера является полидиметилсилоксан $[-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}-]_n$.

Кроме химического состава главной цепи важным структурным элементом полимера являются боковые "заместители" в них атомов водорода, это могут быть химические радикалы типа $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_3\text{H}_7$, $-\text{C}_6\text{H}_5$ или функциональные группы: $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$ др. Порядок соединения атомов в составе полимерного звена дает представление о наличии боковых заместителей и функциональных групп.

Помимо классификации, основанной на химической природе полимера, весьма распространена классификация, рассматривающая строение макромолекулы в целом. Для макромолекул цепных полимеров характерна большая или меньшая гибкость, поэтому пространственные формы макромолекул определяются как порядком расположения атомов, так и гибкостью макромолекулярной цепи. В связи с этим различают такие понятия, как *конфигурация* и *конформация* цепи.

Конфигурация цепи отражает химическую структуру макромолекулы, характеризующую строго определенным пространственным расположением атомов в молекуле, не изменяющимся в процессе теплового движения.

Под конфигурацией понимается взаимное расположение атомов вытянутой цепи, определяемое фиксированными значениями длин связей и валентных углов. Конфигурация цепи может быть изменена лишь путем разрыва химических связей, т.е. путем химической реакции. Вращение вокруг связей основной цепи не может ее изменить.

Вследствие теплового движения отрезков гибкой цепи макромолекулы принимают различные, постоянно меняющиеся формы или *конформации*.

Под **конформацией** понимается пространственное расположение атомов макромолекулы в данный момент времени, определяемое фиксированными значениями длин связей, валентных углов и углов вращения вокруг связей основной цепи. Одна конформация переходит в другую путем простого вращения вокруг связей основной цепи, поэтому макромолекула может реализовать последовательно множество конформаций.

Строение макромолекулы цепного полимера определяет конфигурация основной цепи, т.е. хребта или скелета макромолекулы. Основные группы приведены на рис. 2.

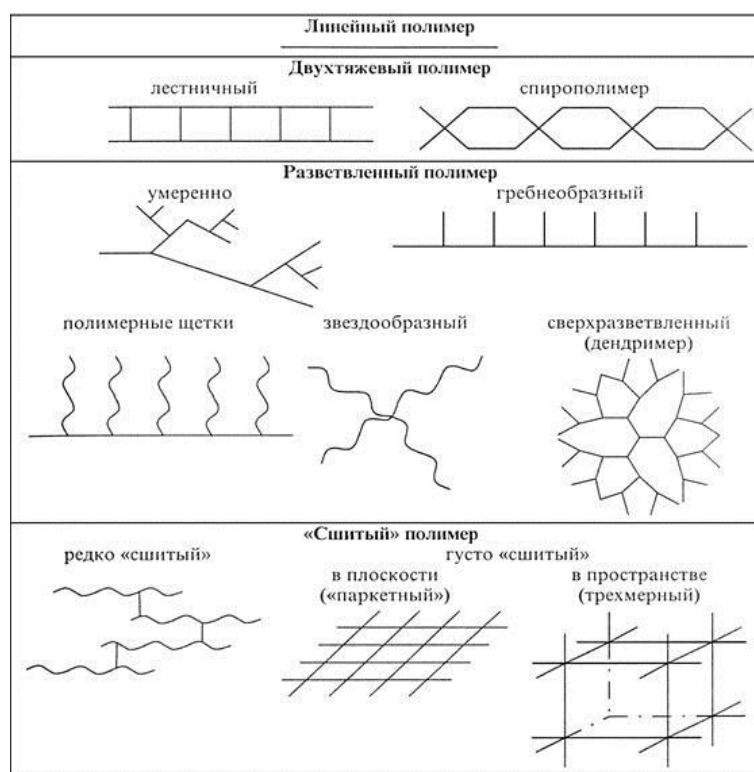


Рис. 2. Основные группы полимеров

Промышленное производство полимеров практически полностью базируется на цепных полимерах, среди которых наиболее распространены линейные, а среди последних - карбоцепные линейные полимеры. К ним относятся наиболее крупнотоннажные полимеры - полиолефины $[-CH_2-CH_2(R)-]_n$, поливинилхлорид $[-CH_2-CHCl-]_n$, полистирол $[-CH_2-CHC_6H_5-]_n$.

Рассмотрим свойства некоторых полимерных материалов, исследуемых в данной работе.

Винипласт — жесткий термопластичный материал на основе поливинилхлорида, содержащий также термо- и светостабилизаторы, антиоксиданты, смазки, пигменты или красители.

Для улучшения эксплуатационных свойств в состав винипласта вводят до 35% (от массы полимера) модификаторов (хлорированный полиэтилен, каучуки), до 20% наполнителей (мел, сажа, аэросил) и до 10% пластификаторов.

Получают смешением компонентов в быстрходных смесителях с последующей переработкой сухой смеси на вальцах или в экструдерах, иногда с предварительной ее грануляцией.

К отличительным особенностям винипласта относятся его прочность на изгиб, упругость, низкий коэффициент трения и легкость механической обработки (фрезерование, шлифовка, сверление).

Винипласт устойчив к кислотам, щелочам, эфирам и спиртам (серная кислота, азотная кислота, смесь кислот азотной и серной, уксусная кислота, фосфорная кислота, сернистая кислота, щёлочь, аммиак, хлорная известь, перекись водорода, растворы солей всех видов, кислых сточных вод и др.), но при этом подвержен воздействию ароматических и хлорированных углеводородов. Винипласт не растворим в метиловом, этиловом спирте, высших алкоголях, глицерине, в смазочных и растительных маслах.

Листовой винипласт можно подвергать термическому воздействию и склеивать различными клеевыми составами. Винипласт не поддерживает горение, не выделяет запаха и является хорошим диэлектриком при температуре до +80°C. Винипласт листовой может использоваться в температурном диапазоне от 0 до +60°C. (при температуре выше +70°C. выделяется хлористый водород, что следует учитывать при термической обработке винипласта). Листы винипласта пригодны для эксплуатации и при температуре до -50°C, однако в этом случае материал становится чувствительным к ударам и вибрациям.

Оргстекло — это довольно легкий и прозрачный материал, который обладает целым рядом уникальных свойств, к тому же этот материал удивительно просто поддается обработке. Оргстекло можно пилить, фрезеровать и шлифовать, при необходимости можно выполнять склеивание деталей из оргстекла, а также с деталями из других материалов, вследствие чего образуется надежный и долговечный шов.

В процессе эксплуатации оргстекло не темнеет и не желтеет, не теряет свои технические характеристики в процессе эксплуатации, уровень светопропускаемости не ухудшается даже при длительном использовании в воздействии окружающей среды.

Также стоит отметить, что такой материал как оргстекло не пропускает электрический ток, именно поэтому его считают хорошим диэлектриком. При продолжительном использовании при отрицательных температурах, материал совершенно не потеряет свои свойства, так как морозы не влияют на оргстекло.

Также, этот материал имеет стойкость к воздействию влажности, различных грибков и бактерий. А вот органические вещества выступают как сильные растворители для этого материала.

Стеклотекстолит представляет собой слоеный полимерный материал, который состоит из стеклоткани и связующей смолы. Данный вид полимерного материала получается методом горячего прессования, которое производится на специализированном оборудовании, при изготовлении данного вида полимерного материала может применяться как однослойная, так и многослойная ткань. Как правило, при производстве стеклотекстолита используется несколько слоев ткани.

Полиамиды — пластмассы на основе линейных синтетических высокомолекулярных соединений, содержащих в основной цепи амидные группы —CONH—. Основная часть полиамидов — частично кристаллические термопластические полимеры, которые отличаются высокой прочностью, жесткостью и вязкостью, а также стойкостью к воздействию внешней среды. Большая часть свойств объясняется наличием амидных групп, которые связаны между собой с помощью водородных связей.

Некоторые механические свойства исследуемых материалов приведены в табл. 1.

Механические характеристики исследуемых материалов

Наименование показателя	Винипласт	Орг-стекло	Поли-амид	Стекло-текстолит
Предел прочности σ_b , МПа				
- при растяжении	50	75	66-80	220
- при сжатии	80-160	-	85-100	550
- при изгибе	90-120	116	90-100	350
Относительное удлинение при разрыве $\bar{\epsilon}^+$, %	10-15	2	5,9	-
Модуль упругости E , ГПа	3-4	3,21	1,5	21
Твердость по Бринеллю	130-160	102	150	110
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)	0,15-0,16	0,21	0,28	0,3
Температурный коэффициент линейного расширения, $1/^\circ\text{C}$	$(65-80) \times 10^{-6}$	$7,7 \cdot 10^{-6}$	$(8-10) \times 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Плотность, г/см^3	1,38-1,4	1,19	1,13	1,6-1,9

Прессование

Прессо́вание (от *лат.* *presso* — давлую, жму) — процесс [обработки материалов давлением](#), производимый с целью увеличения плотности, изменения формы, разделения [фаз](#) материала, для изменения механических или иных его свойств. С помощью прессования можно получать изделия достаточно сложной формы поперечного сечения, постоянного по длине (рис. 3).

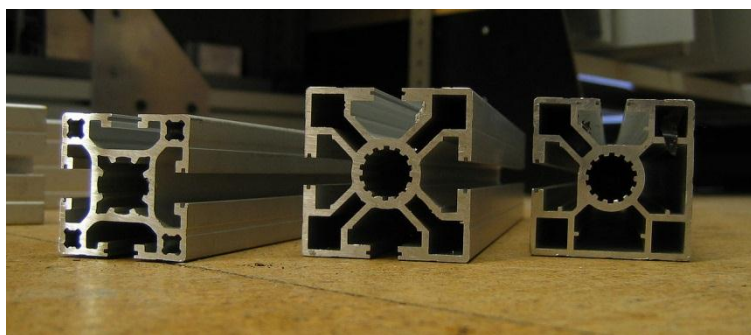


Рис. 3. Профили из алюминия, полученные методом прессования

В зависимости от схемы приложения усилий различают следующие **виды прессования** (рис. 4):

- **прямое прессование** (направление движения металла совпадает с направлением движения пресс-шайбы);
- **обратное прессование** (материал перемещается навстречу движению матрицы, выполняющей также функции пресс-шайбы).

При прямом прессовании движение пуансона пресса и истечение металла через отверстие матрицы происходят в одном направлении. При прямом прессовании требуется прикладывать значительно большее усилие, так как часть его затрачивается на преодоление трения при перемещении металла заготовки внутри контейнера. Пресс-остаток составляет

18...20 % от массы заготовки (в некоторых случаях – 30...40 %). Но процесс характеризуется более высоким качеством поверхности, схема прессования более простая.

При обратном прессовании заготовку закладывают в глухой контейнер, и она при прессовании остается неподвижной, а истечение металла из отверстия матрицы, которая крепится на конце полого пуансона, происходит в направлении, обратном движению пуансона с матрицей. Обратное прессование требует меньших усилий, пресс-остаток составляет 5...6 %. Однако меньшая деформация приводит к тому, что прессованный пруток сохраняет следы структуры литого металла. Конструктивная схема более сложная.

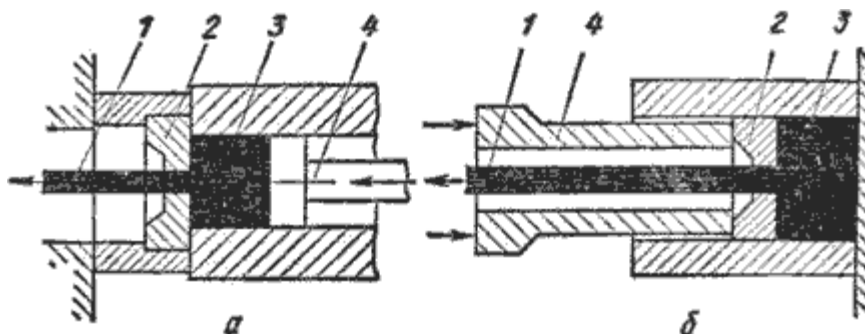


Рис. 4. Схема прессования прутка прямым (а) и обратным (б) методом
1 – готовый пруток; 2 – матрица; 3 – заготовка; 4 – пуансон

Горячее прессование – одна из разновидностей [обработки металлов давлением](#). Отличие её от холодной ОМД в том, что её выполняют при температуре сплава выше [точки рекристаллизации](#). Такая обработка уменьшает количество формообразующих операций, ускоряя процессы изменения формы: от изначальной формы заготовки до требуемой формы изделия. В процессе такой [металлообработки](#) упрочнения материала и снижения его пластичности не происходит. В связи с этим отсутствует необходимость в межоперационных отжигах.

Детали, изготовленные горячим прессованием, характеризуются достаточно сложными формами, которые невозможно получить, используя другие методы обработки. Формовка металла без разрушения его целостности позволяет увеличить коэффициент использования материала до 95 % даже для деталей сложной конфигурации.

2 Экспериментальная часть

Порядок выполнения работы:

1. Засыпка исходного неметаллического порошка (полиамида) в пресс-форму.
2. Помещение пресс-формы под пресс и создание предварительного давления порядка 40-50 кгс/см²;
3. Нагревание пресс-формы до температуры 230-240°C;
4. Создание дополнительного давления до 80 кгс/см²;
5. Выдержка при заданной температуре и давлении порядка 5 мин.
6. Остужение пресс-формы погружением в воду, выдержка в воде в течении 5 мин, извлечение отпрессованного образца.
7. Измерение микротвердости полученного полуфабриката и еще нескольких различных неметаллических материалов по Роквеллу HRB;
8. Определение прочности всех исследуемых материалов при сжатии;
9. Определение влияние технологических режимов прессования и структуры различных материалов на их механические свойства.

Полученные в работе данные занести в табл. 2.

Таблица 2

Результаты механических испытаний исследуемых образцов.

№ п/п	Материал	Площадь поперечного сечения образца A_0 , см ²	Микротвердость по Роквеллу, HRB	Величина усилия разрушения F_{max} , Н	Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$, МПа	Характер разрушения
1						
2						
3						
4						

Определение микротвердости по Роквеллу

В качестве индентора используется алмазный конус с углом при вершине 120° и радиусом закругления 0,2 мм (шкалы А и С) и стальной шарик диаметром 1,5875 мм (1/16 дюйма) (шкала В). Процесс нагружения осуществляется под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок – предварительной $F_0=98$ Н (10кгс) и общей F_1 .

$$F=F_0+F_1 \quad (1)$$

Предварительная нагрузка подается вручную и не снимается до конца испытаний, что обеспечивает повышенную точность измерений, т.к. исключается влияние вибраций и поверхностного слоя.

Чем твёрже материал, тем меньше будет глубина проникновения наконечника в него. Чтобы при большей твёрдости материала не получалось большее число твёрдости по Роквеллу, вводят условную шкалу глубин, принимая за одно её деление глубину, равную 0,002 мм. При испытании алмазным конусом предельная глубина внедрения составляет 0,2 мм, или $0,2 / 0,002 = 100$ делений, при испытании шариком — 0,26 мм, или $0,26 / 0,002 = 130$ делений.

Таблица 4

Нагрузка на индентор и диапазоны измерений твердости

Шкалы Роквелла	Нагрузка на индентор, кгс			Диапазоны измерений
	Предварительная	Основная	Общая	
А	10	50	60	70...85 HRA
В	10	90	100	25...100 HRB
С	10	140	150	20...67 HRC

В общем случае твердость по Роквеллу определяется по формуле:

$$HRA (HRC) = 100 - \frac{H - h}{0,002} \quad (2)$$

Здесь H – глубина внедрения индентора после снятия основной нагрузки (в мм), h – глубина внедрения индентора до приложения основной нагрузки (рис. 3).

В данной работе используется прибор для измерения твердости по Роквеллу, с твердосплавным шариком в качестве индентора.

Измерение твердости по шкале В. Для многих мягких металлов и сплавов внедрение алмазного конуса может оказаться бóльшим, чем 0,2 мм. В этих случаях применяют следующие меры:

- заменяют конический индентор на сферический;
- снижают нагрузку на индентор в 1,5 раза (со 150 кгс до 100 кгс);
- смещают шкалу на 30 единиц (шкала *В* красного цвета).

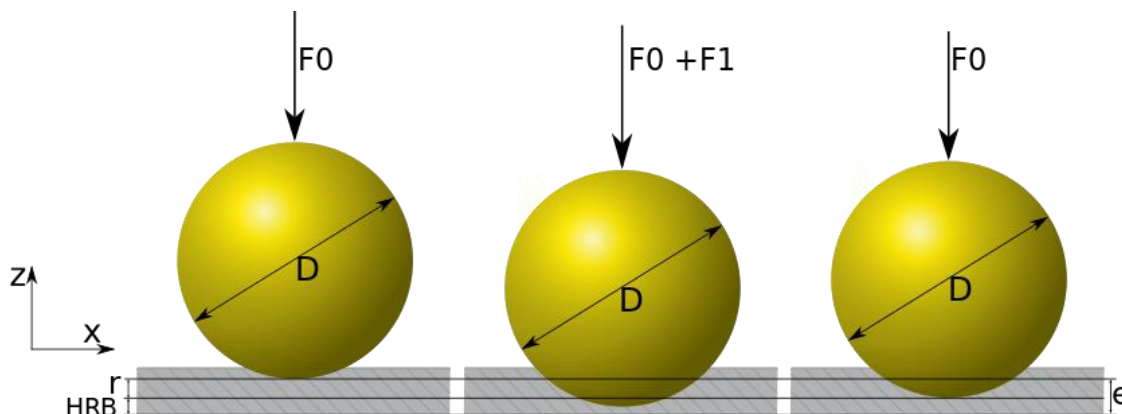


Рис. 3. Принцип работы шкалы HRB по Роквеллу

Число твердости определяется при этом по формуле:

$$HRB = 130 - \frac{H - h}{0,002} \quad (3)$$

Шкала *В* применяется для измерения твердости не закаленной стали, бронзы, латуней и других нетвердых материалов. Для твердых – например, закаленные стали, используется шкала *С*, вдавливание осуществляется алмазным конусом под нагрузкой 1470 Н (150 кгс). Испытания очень твердых материалов и тонких поверхностных слоев также осуществляется алмазным конусом, но по шкале *А* под нагрузкой 588 Н (60 кгс). К достоинствам метода относится простота определения твердости, высокая производительность, возможность полной автоматизации процедуры испытаний. К недостаткам – многошкальность, отсутствие геометрического подобия отпечатков, условность и безразмерность величины HR, сравнительно низкая чувствительность. Все эти факторы делают метод Роквелла лишь средством быстрого упрощенного технического контроля.

Факторы, влияющие на точность измерения:

1. Важным фактором является толщина образца. Не допускается проверка образцов с толщиной менее десятикратной глубины проникновения наконечника
2. Ограничивается минимальное расстояние между отпечатками (3 диаметра между центрами ближайших отпечатков)
3. Недопущение [параллакса](#) при считывании результатов с циферблата (**Параллáкс** (*греч.* παραλλάξ, от παραλλαγή, «смена, чередование») — изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя).

Устройство прибора Роквелла

На рис. 4 приведена принципиальная схема твердомера Роквелла. Основными его частями являются: поперечина 1, подвеска 2, шток амортизатора 3, рычаг 4, рукоятка 5, винт 6, крышка 7, рычажок 8, призма 9, шпindel 10 с закрепленным на его конце индентором, маховик 11 для перемещения образца, шпонка 12, направляющая втулка 13, станина 14, грузы 15, стойка 16, подъемный винт 17, масляный амортизатор 18, пружина 19, индикатор с двумя шкалами – черной (С) и красной (В). При этом с большой стрелкой индикатора всегда совмещается нуль черной шкалы, и ни в коем случае – красной. Барабан для точной установки шкалы индикатора на нуль, электродвигатель, обеспечивающий работу прибора.

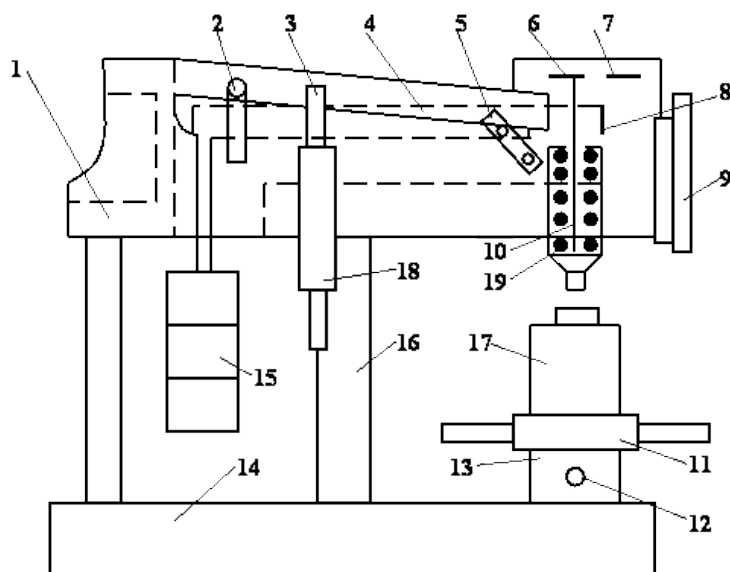


Рис. 4. Прибор для измерения твердости по Роквеллу

Работа на приборе Роквелла

1. Выбрать подходящую для проверяемого материала шкалу (А, В или С)
2. Установить соответствующий индентор и нагрузку
3. Перед тем, как начать проверку, надо сделать два неучитываемых отпечатка, чтобы проверить правильность посадки наконечника и стола
4. Установить [эталонный](#) блок на столик прибора
5. Приложить предварительную нагрузку в 10 кгс, обнулить шкалу
6. Приложить основную нагрузку и дождаться до приложения максимального усилия
7. Снять нагрузку
8. Прочитать на [циферблате](#) по соответствующей шкале значение твердости (цифровой прибор показывает на экране значение твердости)
9. Порядок действий при проверке твердости испытуемого образца такой же, как и на эталонном блоке. Допускается делать по одному измерению на образце при проверке массовой продукции

Испытания на сжатие

При сжатии образцов из хрупких материалов разрушение обычно происходит внезапно при нагрузке F_{\max} с появлением ряда наклонных трещин, направленных примерно под углом 45° к оси образца (рис. 5.в). Такой характер разрушения объясняется действием касательных

напряжений, возникающих в наклонных площадках при сжатии. В связи с этим предел прочности при сжатии хрупких материалов определяется по формуле:

$$\sigma_{сж}^{хруп} = \frac{F_{max}}{A_0} \quad (4)$$

где F_{max} - сила, при которой происходит разрушение образца, A_0 - первоначальная площадь поперечного сечения образца.

При сжатии образца из пластичного материала, как и при растяжении, сначала имеет место линейная зависимость ϵ от σ , затем площадка текучести и зона упрочнения. Но в отличие от растяжения площадка текучести едва намечается, и в дальнейшем нагрузка все время возрастает. Возрастание происходит потому, что при сжатии образец из пластичного материала **не разрушается**, а постепенно **сплющивается** в тонкий диск при одновременном увеличении площади сечения (рис. 5.а). Определить **предел прочности** пластичного материала **при сжатии** очевидно **невозможно**, так как он просто не существует.

Для испытаний на сжатие применяются короткие цилиндрические образцы. Бочкообразная форма, которую они принимают в процессе испытания, объясняется наличием сил трения между плитами пресса и торцами образца. Сравнительная диаграмма растяжения и сжатия для пластичного материала приведена на рис. 5.б.

Для пластичных материалов характерно малое отличие пределов текучести при растяжении σ_T^P и сжатии $\sigma_T^{сж}$. Различие в работе материала на растяжение и сжатие характеризуется коэффициентом $\nu_T = \sigma_T^P / \sigma_T^{сж}$. Материалы, у которых $\nu_T = 1$, называются одинаково работающими на растяжение и сжатие.

Сравнительная диаграмма растяжения и сжатия хрупкого материала приведена на рис. 5.г. Качественные особенности у обеих кривых одинаковы, но сравнение пределов прочности при растяжении и сжатии показывает, что хрупкие материалы, как правило, значительно лучше работают на сжатие, чем на растяжение. Например, у чугуна предел прочности при сжатии в среднем в три раза больше, чем при растяжении.

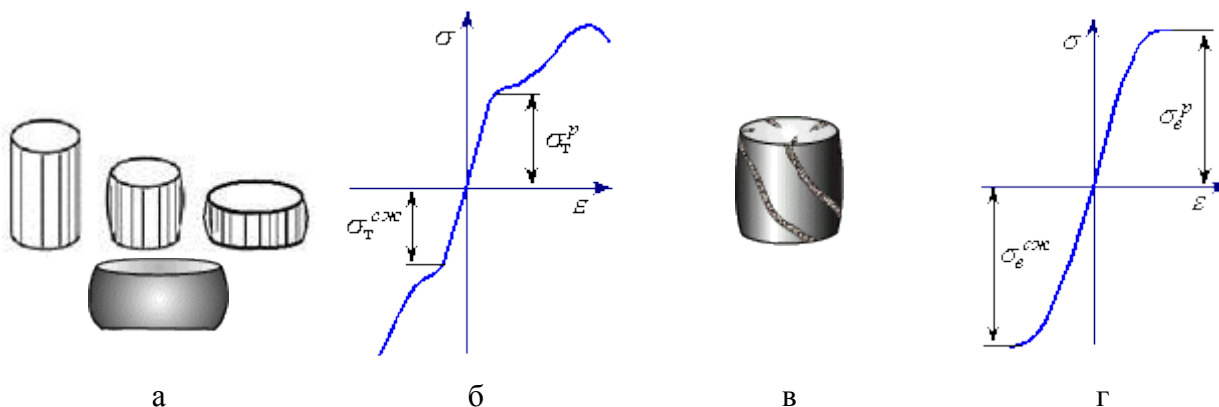


Рис. 5. Характер разрушения и диаграммы растяжения и сжатия соответственно пластичных (а, б) и хрупких (в, г) материалов

Напряжения, аналогичного пределу прочности при растяжении, для пластичных материалов получить нельзя, а поэтому приходится ограничиваться определением одного из двух параметров:

1 - условного предела прочности $\sigma_{усл}$ – напряжения, при котором цилиндрическая форма образца переходит в явно выраженную бочкообразную:

$$\sigma_{\text{усл.сж}}^{\text{пласт}} = \frac{F_6}{A_0} \quad (5)$$

где F_6 - сила, при которой обнаруживается бочкообразная форма образца, A_0 - первоначальная площадь поперечного сечения образца. Обычно относительная деформация при этом составляет около $\varepsilon = 0,3$.

2 – предел пропорциональности $\sigma_{\text{пл}}$ – напряжения, при котором диаграмма деформирования переходит от линейной зависимости к нелинейной:

$$\sigma_{\text{пл.сж}}^{\text{пласт}} = \frac{F_{\text{пл}}}{A_0} \quad (6)$$

Данным параметром пользуются в случае, если снимается диаграмма деформирования.

Гидравлический пресс

Для осуществления прессования собранная пресс-форма укладывается на нижнюю плиту 1 пресса (см. рис. 9).

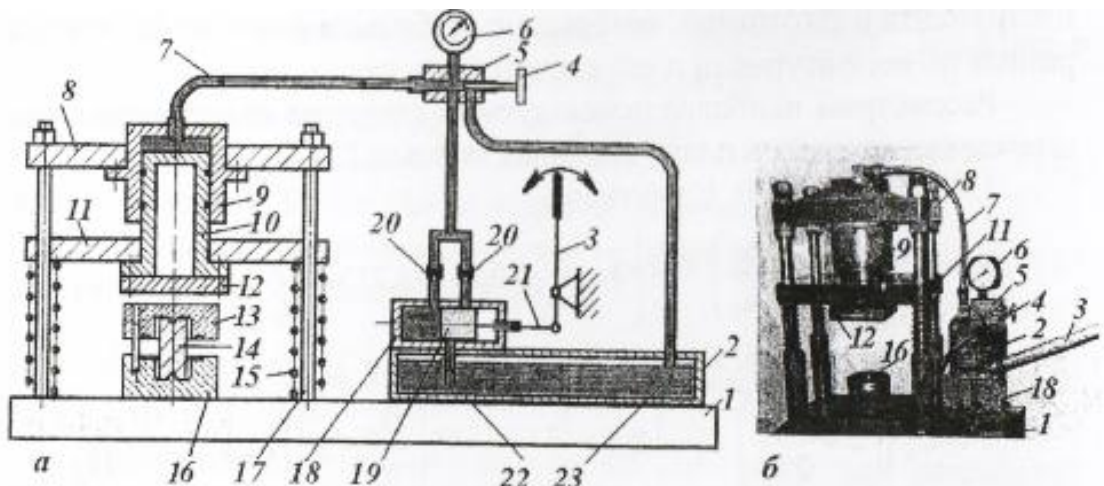


Рис. 9. Ручной гидравлический пресс:

а – схема; б – внешний вид; 1 – плита нижняя; 2 – бак; 3 – ручка масляного насоса; 4 – ручка крана; 5 – кран; 6 – манометр; 7 – маслопровод; 8 – плита верхняя; 9 – цилиндр; 10 – поршень; 11 – траверса; 12 – крышка поршня; 13 – штамп верхний (в данном случае пуансон); 14 – заготовка; 15 – пружина; 16 – штамп нижний (в данном случае пресс-форма); 17 – направляющие колонки; 18 – маслонасос; 19 – поршень маслонасоса; 20 – клапан обратный; 21 – тяга; 22 – маслозаборник; 23 – масло

При закрытом положении крана 4 качательными движениями вверх-вниз ручки 3 нагнетается масло в полость цилиндра 9, что приводит к перемещению поршня 10 с крышкой 12 вниз. При этом крышка 12 давит на пуансон 13, совершая прессование заготовки 14. Конец прессования фиксируется по предельному значению давления в цилиндре, отображаемому на манометре.

Для снятия пресс-формы с пресса открывается кран 4 и под действием четырех пружин 15 траверса 11 вместе с поршнем 10 поднимается вверх, освобождая пресс-форму. При движении поршня вверх масло вытесняется из цилиндра в бак 2 по маслопроводу 7 через открытый кран 5.

! ВАЖНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Давление на манометре обусловлено площадью поршня, на которую давит масло. Диаметр поршня $D_{\text{п}} = 120$ мм. Фактическое давление на полуфабрикат будет определяться исходя из площади пуансона, осуществляющего давление.

3 Требования к отчету

Отчет должен содержать:

- 1 Название и цель работы.
- 2 Основные структурные схемы полимеров.
- 3 Порядок выполнения работы.
- 4 Технологические параметры прессования и выдержки в печи.
- 5 Таблица 2.
- 6 Схемы исследуемых образцов с обозначением характера разрушения.
- 7 Выводы.

4 Контрольные вопросы

- 1 Понятие полимеров.
- 2 Основные структурные схемы полимеров
- 3 Определение прессования. Схемы прессования.
- 4 Принципиальное отличие холодного и горячего прессований.
- 5 Порядок выполнения операций при горячем прессовании неметаллических порошков.
- 6 Принцип работы твердомера по Роквеллу.
- 7 Особенности испытаний на сжатие хрупких и пластичных материалов.
- 8 Как определяется предел прочности при сжатии пластичных материалов?
- 9 Принцип работы гидравлического пресса.
- 10 Основные технологические параметры процесса прессования.