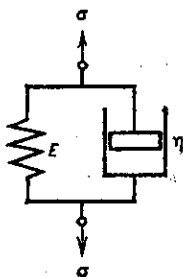


костный элемент (рис. 1, б; демпфер, гидравлич. амортизатор), характеризующий вязкие свойства материала. Действующая на упругий элемент сила моделирует напряжение и обозначается σ . Деформация пружины определяет деформацию рассматриваемого реального материала и обозначается ϵ . Жёсткость пружины моделирует модуль упругости E реального материала. Связь между упругой деформацией и напряжением определяется законом Гука: $\sigma = E\epsilon$. Ньютоновская жидкость характеризуется соотношением $\tau = \eta\dot{\epsilon}$ (см. Ньютона закон трения).

На рис. 1, в представлена модель жёсткопластич. тела Сен-Венана, изображаемая в виде узла сухого трения. Элементы этого узла (на рис. — вертикальные чёрточки) смещаются один относительно другого, передавая пост. силу θ , независимую от скорости. Если приложенное напряжение $\sigma < \theta$, смещения нет. Т. о., для тела Сен-Венана деформации ϵ и скорости деформаций $\dot{\epsilon}$ равны нулю, пока напряжения σ меньше предела текучести θ ($\sigma < \theta$). При $\sigma = \theta$ начинается деформирование, ϵ и $\dot{\epsilon}$ при этом становятся отличными от нуля. Т. о., элемент сухого трения (рис. 1, в) моделирует предел текучести.

Приведённые элементарные модели обычно рассматриваются в Р. как составные части более сложных механич. моделей, отображающих реологич. поведение материала. Для того чтобы построить такие модели, эти элементы соединяют параллельно или последовательно. Так, двухэлементная модель Фойгта (рис. 2) качественно описывает явление упругого пос-

Рис. 2. Механическая модель Фойгта, состоящая из параллельно соединённых пружины E и поршня в цилиндре η , заполненном вязкой жидкостью.



действия, при к-ром деформация развивается с запаздыванием по отношению к приложенному напряжению. Модель Максвелла (рис. 3) удобна для качественного описания процессов релаксации напряжений. Обе эти модели линейны в том смысле, что для них удовлетворяется принцип суперпозиции, но они не обладают достаточной общностью, чтобы определить влияние предистории состояния на поведение тела, т. е. не описывают явление памяти.

Для более точного описания наследств. свойств линейных материалов применяют более сложные модели. Вязкоупругое тело — твёрдое тело,



Рис. 3. Модель Максвелла с последовательным соединением пружины и поршня в цилиндре.

проявляющее запаздывающую упругость, можно описать моделью Кельвина (рис. 4); при деформировании такого тела часть энергии необратимо рассеивается в виде теплоты. Вязкопластичное тело, к-рое не деформируется при напряжениях, меньших нек-рого критич. значения, а при больших — течёт как вязкая жидкость, описывается моделью Бингама (рис. 5), представляющей собой параллельное соединение элементов Ньютона и Сен-Венана.

Течение вязкопластич. тела описывается ур-ниями $\dot{\epsilon} = 0$, $\epsilon = 0$, если $\sigma \leq \theta$, и $\dot{\epsilon} = (\sigma - \theta)/\eta$, если $\sigma > \theta$.

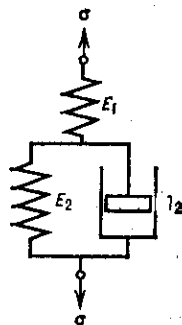


Рис. 4. Модель Кельвина: последовательное соединение элементов Гука и Фойгта.

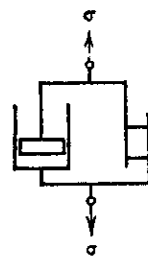


Рис. 5. Модель Бингама: параллельное соединение жидкостного элемента (поршень в цилиндре) и тела Сен-Венана.

С проблемами Р. приходится встречаться при разработке технологии разнообразных производств, процессов, при проектных работах и конструкторских расчётах, относящихся к разл. материалам (особенно при высоких темп-рах): полимерам, композиционным материалам, бетонам, силикатам, пищевым продуктам и др. Методы Р. стали применяться для целей оперативного управления технологич. процессами. При этом осуществляется непрерывное или периодич. измерение одного или неск. реологич. свойств сырья и (или) продукта по заданной программе, иногда с применением ЭВМ; с использованием обратной связи проводится корректирование в заданных пределах параметров сырья, процесса или дозирование поступающих ингредиентов.

Определяющие соотношения гидродинамики имеют ограниченное применение в Р., поскольку реальные среды обладают аномалией вязкости (напр., вязкость зависит от давления и темп-ры среды, скорости её течения). Проявляется также зависимость напряжённо-деформированного состояния среды в данный момент времени от всей предистории напряжений (или деформаций). Предметом изучения Р. выступают такие явления, приводящие к аномалии вязкости, как тиксотропия — способность нек-рых дисперсных систем (напр., коагуляц. структур) обратно разжижаться при достаточно интенсивных механич. воздействиях (перемешивании, встряхивании) и отвердевать (терять текучесть) при пребывании в покое; релаксия — ускорение нарастания прочности и структурирования дисперсных систем при приложении небольших напряжений и деформировании с небольшой скоростью; дилатансия (у концентрированных дисперсных систем типа паст) — возрастание эффективного коэф. вязкости $\eta_{эф} = \tau/\dot{\epsilon}$ (где τ — касат. напряжение, $\dot{\epsilon}$ — скорость деформации сдвига) с увеличением скорости деформирования, сопровождающееся нек-рым увеличением объёма, занимаемого системой (твёрдые частицы при деформировании образуют более рыхлый каркас, и имеющейся жидкой среды оказывается недостаточно, для того чтобы обеспечить системе подвижность).

Экспериментальная Р. (реометрия) определяет разл. реологич. свойства веществ с помощью спец. приборов и испытат. машин. Микрореология исследует деформации и течение в микрообъёмах, напр. в объёмах, соизмеримых с размерами частиц дисперсной фазы в дисперсных системах или с размерами атомов и молекул. Биореология изучает течение разнообразных биол. жидкостей (напр., крови, синовиальной и плевроальной жидкостей), деформации разл. тканей (мышц, костей, кровеносных сосудов)