

MUNDARIJA

• ANIQ VA TABIIY FANLAR

Зайнабидинов С.З., Мадаминов Х.М. Флуктуация проводимости и релаксационные свойства твердых растворов $Si_{1-x}Sn_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) при облучении гамма-квантами.....2/

Gulyamov G., Baymatov P.J., Davlatov A.B., Gulyamov A.G. The effect of temperature and band nonparabolicity on density of states of one dimensional electron gas.....7

Рахмонов Т.Т., Камилов Ш.Х., Хамидов Ш.Р., Абдуллаев Ш.У. О развитии преобразователей солнечной энергии как источника электроэнергии.....11

Муминов Б.Б., Эшонкулов Х.И. Видеокузатув қурилмалари орқали автомобилларнинг рўйхатдан ўтган давлат рақами белгиларини аниглаш.....16

Мирзаев А.А., Хусанов И.Н., Наврузов Д.П. Об одной реологической сложной модели, созданной на основе деформации сред по инерции.....19

Расулов Т.Х., Мустафоева З.Э. Описание спектра одной операторной квадратичной матрицы порядка 4.....23

Ismoilova M.N. The advantages of using web technologies in the e-commerce market.....28

Жураев Р.М. Уравнение кривой соприкасающейся плоскости.....32

Саломова Ҳ.Ю., Эргашов М.Я. Табиий-экологик меъёр-нинг биосферани асаршадаги амалий аҳамияти.....35

Джураева Н.Р., Исабаев И.Б. Разработка рецептуры мучных кондитерских изделий с использованием растительно-жировых смесей.....41

Нарзиев М.С., Абдурахмонов О.Р., Хабибов Ф.Ю. Пахта ёғи мицелласини якуний дистилляциялаш ускуналарининг тизимли таҳлили.....45

Шарипов М.С., Ғапуров У.У. Бентонитлар ва сувда эрувчан синтетик полимерлар асосидаги композиция-ларнинг сорбцион хоссалари ва устмолекуляр структуралар ҳосил қилиш жараёнларини ўрганиш.....50

Хасанов Б.Б., Каримова Ф.Р. Влияние эксперимен-тального токсического гепатита на морфометрические особенности развития молочной железы первородящих крыс в динамике беременности и лактации.....55

• TILSHUNOSLIK

Абдурахмонов Ф.И. Семантические классы глаголов с синтаксической формой словосочетания по управлению винительным падежом с предлогами и их соответствия в узбекском языке.....59

Абисов Г.М. Чимбай топонимлари таркибидаги оронимик терминлар.....63

Низамова У.С. Турли тизимли тилларда редуплика-циянинг моҳияти.....66

Сайдова М.У. Фонетик тасвирий воситаларнинг изохли лугатларда берилиш муаммолари.....70

Жалолова Ш.М. Феълларнинг шахс-сон, бўлишли-бўлишсизлик ва таксис морфологик категориялари ўртасидаги изоморфизм ва алломорфизмлар (инглиз ва ўзбек тиллари мисолида).....75

G'ulomova Sh.Q. O'quvchilarning nutq madaniyatini shakllantirishda evfemizmlarning o'g'ni.....80

Хамраева Ш.М. Корпус тузиш тамоилилари.....83

Шукрова К.Ш. Символическая значимость поэтической детали и заглавия.....89

Tursunova D.Sh. Linguistic application of code switching as communicative strategy in language learning.....92

Sapayeva S.O. Peculiarities of cognitive metaphor of space and time in the english and uzbek languages.....97

Namozova K.B. Xalqlar muloqot madaniyatini o'rganishda frazeologizmlarning ahamiyati.....102

• ADABIYOTSHUNOSLIK

Куронов Д.Ҳ. Насрий нутқнинг ритмиклиги.....105

Ҳайитов Ш.А. Зайд Захҳоб тимсоли.....113

Қобилов У.У. Алишер Навоий шеъриятида бадиий образ, рамз ва деталлар талқини.....117

Азимов С.Р. Аслият ва таржимада жонлантириш.....124

Шерназаров А.А. Қашқадарё тоҷикларининг ҳино-бандон маросими қўшиқлари хусусида.....129

УДК 529. 5:532.135, 075.8

МУҲИТЛАРНИНГ ИНЕРЦИЯ БЎЙИЧА ДЕФОРМАЦИЯЛАНИШИ АСОСИДА МУРАККАБ РЕОЛОГИК МОДЕЛ ҚУРИШ

ОБ ОДНОЙ РЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛОЖНОЙ МОДЕЛИ, СОЗДАННОЙ НА ОСНОВЕ ДЕФОРМАЦИИ СРЕД ПО ИНЕРЦИИ

A RHEOLOGICAL COMPLEX MODEL CREATED ON THE BASIS OF THE DEFORMATION OF MEDIA BY INERTIA

Мирзоев Акмаль Ахадович

Старший научный сотрудник ИМСС АН РУз, доц. кафедры математики БухГУ, к.ф.-м.н.

Хусанов Ихмат Нигманович

Старший научный сотрудник ИМСС АН РУз

Наврузов Дилшод Примкулович

Ассистент кафедры математики и естественных наук Бухарского филиала ТИИИМСХ

Таянч сўзлар: реология, модель, деформация, кучланиш, ёпишқоқлик, инерция бўйича деформация, гидротранспорт, деформация тезлиги.

Ключевые слова: реология, модель, деформация, напряжения, упругость, вязкость, деформация по инерции, гидротранспорт, скорость деформации.

Key words: rheology, model, deformation, stresses, elasticity, viscosity, deformation by inertia, hydrotransport, deformation rate.

Мазкур илмий ишда қувурда мураккаб реологияга эга кўп фазали муҳитларни қувурларда оқиши жараёнлари ва унинг деформацион инертилик асосида релаксацион-ретардацион механик моделлни қуриш қаралган.

В данной работе рассматривается процесс течения многофазных сред в трубопроводах со сложной реологией и создания релаксационно-ретардационной механической модели на основе деформации сред по инерции.

In this paper, the process of the flow of multiphase media into pipelines with complex rheology and the creation of relaxation-retardation mechanical model on the basis of the deformation of media by inertia have been considered.

Введение Актуальная для экономики Республики Узбекистан необходимость снижения

ANIQ VA TABIIY FANLAR

требований к экологической безопасности делает необходимым модернизацию производства, основанную на снижении его энергоемкости. Основной проблемой гидротранспорта на предприятиях горной промышленности является высокая энергоемкость процесса, определяемая затратами энергии на единицу массы перемещаемого твердого материала [1]. Действующие в стране гидротранспортные системы в горной, строительной, химической и других отраслях промышленности перекачивают различные гидросмеси с низким содержанием (концентрацией) твердой фазы. Поэтому изучение условий транспортировки твёрдых материалов в виде гидросмеси с низким содержанием твёрдой фазы является актуальным.

Основная часть. Реальные текучие материалы обладают мгновенными упругими, запаздывающими упругими и остаточными деформациями [3-5]. Поэтому простейшей моделью, с помощью которой можно описать поведение таких материалов, как пульпы, шламы, и др. многофазные массы, является модель, состоящая из последовательного соединения двух описанных выше двухэлементных моделей (рис.1а).

Развитие скорости деформации во времени для реальных материалов при постоянном напряжении называется деформационной инертностью, а графики зависимости скорости деформации от времени - кривыми деформационной инертности.

При мгновенном приложении напряжения τ_* при $t=0$ возникает мгновенная скорость деформации $\dot{\gamma}_1 = \tau/\mu_1$ (см.рис.1б, отрезок ОА). Дальнейшее развитие скорости деформации идет по кривой АВ.

На этом участке одновременно развиваются запаздывающая течения вязкая деформация $\dot{\gamma}_2 = \tau/\mu_2 (1 - \exp(-\mu_2/m_{\ell_2} t))$ и ускоренная деформация течения $\dot{\gamma}_3 = \tau/m_{\ell_1}$. Через определенное время устанавливается прямолинейная зависимость (см. рис.1б, участок ВС), отвечающая установившемуся стационарному процессу необратимого вязкого течения при постоянном значении вязкой деформации.

На участке ВС скорость деформации нарастает с постоянной скоростью, которая характеризуется тангенсом угла наклона прямой ВС и оси абсцисс. Скорость течения пропорциональна напряжению τ и обратно пропорциональна вязкости μ . При $t = t_H$ напряжение снимают, при этом исчезает мгновенная упругая деформация γ_1 , (отрезок СД = ОА), а затем монотонно убывает запаздывающая вязкая деформация $\dot{\gamma}_2$. С увеличением t кривая ДЕ асимптотически приближается к конечному значению скорости деформации, которая равна остаточной скорости деформации вязкого течения $\dot{\gamma}_3$. Таким образом, в период действия постоянного напряжения τ при $0 < t < t_H$ общая скорость деформации определяется следующим выражением:

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_1 + \dot{\gamma}_2 + \dot{\gamma}_3 = \tau/\mu_1 + \tau/\mu_2 (1 - \exp(-\mu_2/m_{\ell_2} t)) + (\tau \cdot t)/m_{\ell_1}, \quad (1)$$

в которое входят четыре физико-механические характеристики:

μ_1 - вязкость мгновенной скорости деформации, Па^{*}с;

μ_2 - вязкость запаздывающей скорости деформации, Па^{*}с;

m_{ℓ_1} - деформационная инертность среды, кг/м;

m_{ℓ_2} - деформационная инертность вязкого последействия, кг/м.

За период нагружения $t = t_H$ общая скорость деформации $\dot{\gamma}$, согласно рис.1б, соответствует отрезку ОН, вязкая деформация - отрезку ОА, инертная деформация $\dot{\gamma}_3$ - MN, где точка М получается при пересечении отрезка ВС с осью $\dot{\gamma}$, скорость деформации $\dot{\gamma}_2$ - отрезку АМ. Характеристики μ_1 и m_{ℓ_1} определяются с учетом равенства (1) по следующим формулам:

$$\mu_1 = \tau/\dot{\gamma}_1, \quad m_{\ell_1} = \tau \cdot t_H / \dot{\gamma}_3. \quad (2)$$

Учитывая, что вязкая деформация $\dot{\gamma}_2$ практически полностью завершается в точке В,

ANIQ VA TABIIY FANLAR

Отношение $\frac{m_{\ell_2}}{\mu_2}$ имеет физический смысл времени, в течение которого скорость деформации $\dot{\gamma}_2$ достигает 63% от максимального значения, и носит название времени запаздывания (t_{ret}).

Величина t_{ret} , определяется абсциссой точки пересечения касательной к кривой деформационной инертности в точке А с прямой МВС. Объясняется это нижеследующим образом. Уравнение касательной имеет вид:

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_1 + \tau / \mu_1 + \left(\frac{\tau}{\mu_2 t_{ret}} + \frac{\tau}{m_{\ell_1}} \right) t, \quad (4)$$

а уравнение прямой МВС определяется выражением:

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_1 + \dot{\gamma}_2 + \frac{\tau}{m_{\ell_1}} t. \quad (5)$$

Приравнивая выражения (4) и (5), получим абсциссу точки пересечения $t = t_{ret}$. Тогда $m_{\ell_1} = \mu_2 t_{ret}$.

С целью повышения точности определения физико-механических характеристик получают несколько кривых деформационных инерций при различных напряжениях. Это дает возможность, во-первых, проверить линейность зависимостей мгновенной вязкой скорости деформации, запаздывающей вязкой скорости деформации и ускоренной деформации инертного течения от напряжения сдвига и, во-вторых, графически определить характеристики среды по результатам нескольких параллельных испытаний.

Результаты исследований. Примером использования характеристик среды является расчет процесса нанесения рисунка на тестовую заготовку. Очевидно, что для сохранения рисунка необходимо, чтобы материал тестовой заготовки обладал остаточными деформациями, существенно превышающими упругие. Зная напряжения, действующие в материале при внедрении штампа, а также его физико-механические характеристики, можно вычислить продолжительность силового воздействия на тестовую заготовку.

При проектировании оборудования для переработки и транспортирования текучих масс необходимо как можно более полно знать их реологические свойства, в том числе тиксотропные. Под тиксотропией понимают способность материала восстанавливать структуру после механического воздействия.

Исследования показывают, что в процессах, протекающих в течение длительного времени с относительно небольшой скоростью (например, при транспортировании продуктов по трубам (гидротранспорт)), тиксотропный процесс не будет играть существенной роли. В процессах же быстропротекающих (например, осаждения многофазных пульп на дно трубопровода), когда структура массы претерпевает значительные сдвиги и не успевает восстановиться, необходимы свойства

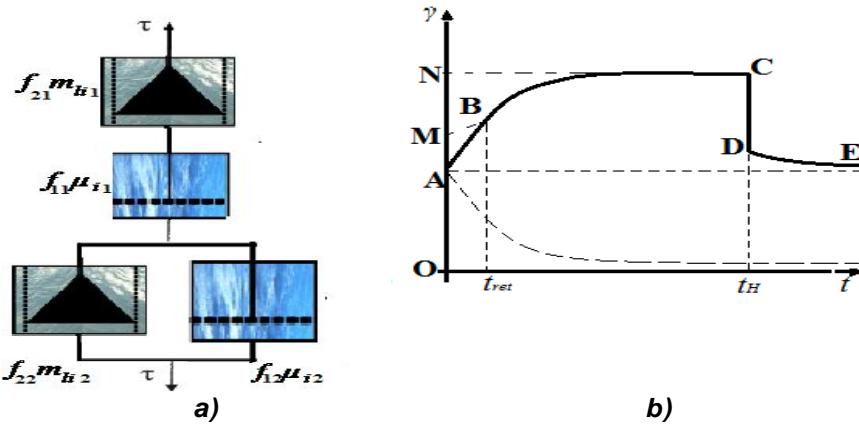


Рисунок 1. Последовательное соединение релаксационно - ретардационных времени

ANIQ VA TABIIY FANLAR

и скорость деформации вязкого течения $\dot{\gamma}_3 = \frac{\tau}{2f_2^1 m_{h1}} t^2$. $\dot{\gamma}_3 = \frac{\dot{\tau}}{2f_2^1 m_{h1}} t^2 + \frac{\tau}{f_2^1 m_{h1}} t$.

Таким образом, учитывая объемную долю вязких и деформационных инертных свойств смеси, соответственно, в период действия постоянного напряжения τ при $0 < t < t_H$ общая деформация определяется следующим выражением:

$$\begin{aligned} \gamma &= \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3, \\ \dot{\gamma} &= \frac{\dot{\tau}}{f_1^1 \mu_{i1}} t + \frac{\dot{\tau}}{f_1^2 \mu_{i2}} \left(-t - \frac{f_2^2 m_{i2}}{f_1^2 \mu_{i2}} \exp \left(1 - \frac{f_1^2 \mu_{i2}}{f_2^2 m_{i2}} t \right) \right) + \frac{\dot{\tau}}{2 f_2^1 m_{i1}} t^2 + \frac{\tau}{f_1^1 \mu_{i1}} + \frac{\tau}{f_1^2 \mu_{i2}} \left(-1 + \exp \left(1 - \frac{f_1^2 \mu_{i2}}{f_2^2 m_{i2}} t \right) \right) + \frac{\tau}{f_2^1 m_{i1}} t, \\ \gamma &= \frac{\tau}{f_1^1 \mu_{i1}} t + \frac{\tau}{f_1^2 \mu_{i2}} \left(-t - \frac{f_2^2 m_{i2}}{f_1^2 \mu_{i2}} \exp \left(1 - \frac{f_1^2 \mu_{i2}}{f_2^2 m_{i2}} t \right) \right) + \frac{\tau}{2 f_2^1 m_{i1}} t^2, \end{aligned} \quad (6)$$

в которое входят четыре физико-механические характеристики:

μ_{i1} - вязкость скорости деформации, Па[•]с;

μ_{i2} - вязкость запаздывающей вязкой скорости деформации, Па[•]с;

m_{i1} - вязкость деформационной инертности среди, Па[•]с²;

m_{i2} - деформационная инертность вязкого последействия, Па[•]с².

А также $f_1 = f_{11} + f_{12}$ и $f_2 = f_{21} + f_{22}$ - объемные доли вязких и деформационно инертных свойств смеси, соответственно, при чем $f_1 + f_2 = 1$. За период нагружения $t = t_H$ общая деформация γ , согласно рис.1б, соответствует отрезку ON, упругая деформация - отрезку OA, деформация вязкого течения γ_3 - MN (точка M получается при пересечении отрезка BC с осью γ), деформация γ_2 - отрезку AM. Характеристики μ_{i1} и m_{i1} определяются с учетом равенства (6) по следующим формулам:

$$\mu_{i1} = \frac{\tau}{f_1^1 \gamma_1} t, \quad m_{i1} = \frac{\tau}{2 f_2^1 \gamma_3} t^2. \quad (7)$$

Учитывая, что упругая вязкая деформация γ_2 практически полностью завершается в точке B, модуль μ_{i2} можно определить:

$$\mu_{i2} = \sqrt{\tau \frac{f_2^2 m_{i2}}{(f_1^2)^2 \gamma_2}}. \quad (8)$$

Деформационную инертность вязкого последействия m_{i2} определяют следующим образом.

Отношение $\frac{m_{i2}}{\mu_2}$ имеет физический смысл времени, в течение которого деформация γ_2 достигает 63% от максимального значения, и носит название времени запаздывания (t_{ret}).

Величина t_{ret} определяется абсциссой точки пересечения касательной к кривой ползучести в точке A с прямой MBC. Объясняется это следующим образом. Уравнение касательной имеет вид:

$$\gamma = \gamma_1 + \frac{\tau}{f_1^1 \mu_{i1}} t + \left(\frac{\tau}{f_1^2 \mu_{i2} \cdot t_{ret}} + \frac{f_2^2 m_{i2}}{f_1^2 \mu_{i2}} \right) t^2, \quad (9)$$

а уравнение прямой(кривой) MBC определяется выражением:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \frac{\tau}{2 f_2^1 m_{i1}} t^2. \quad (10)$$

ANIQ VA TABIIY FANLAR

$$m_{i1} = \frac{f_1^2 \mu_{i2}}{f_2^1} t_{ret}.$$

Заключение. Таким образом, с целью повышения точности определения физико-механических характеристик получают несколько кривых ползучести при различных напряжениях. Это дает возможность, во-первых, проверить линейность зависимостей мгновенной упругой деформации, запаздывающей упругой деформации и скорости деформации вязкого течения от напряжения сдвига и, во-вторых, графически определить характеристики материала по результатам нескольких параллельных испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Александров В.И.** Методы снижения энергозатрат при гидравлическом транспортировании смесей высокой концентрации. - СПб: ПГГИ (ТУ), 2000. – 117 с.
 2. **Хусанов И.Н.** Математическая модель сжимаемой деформируемой сплошной среды с несколькими временами релаксации. – 21 с. - Деп. в ВИНТИ 10.11.84, № 60086-84
 3. **Альфей Т, Гарин Е.Ф.** Динамика вязко-упругого поведения //«Реология. Теория и приложения»/ Под ред. Ф.Эйриха. - М., 1962. – С. 459-507.
 4. **R. Lakes.** Viscoelastic Solids, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009.
 5. **Месчян С.Р.** Ползучесть глинистых грунтов. – Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1967. – 320 с.
-