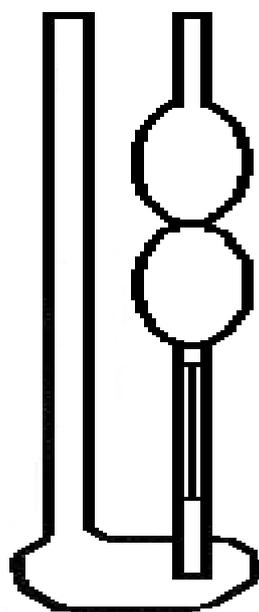


# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для программированного опроса студентов при прохождении  
лабораторного практикума по теме

## **«РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ»**



Иваново  
2009

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для программированного опроса студентов при прохождении  
лабораторного практикума по теме

## **«РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ»**

Составители: М.П. Немцева  
Д.В. Филиппов  
М.В. Улитин

Иваново 2009

УДК 544.77.022.823:678(072)

Методические указания для программированного опроса студентов при прохождении лабораторного практикума по теме «Реологические свойства коллоидных систем»/ Сост.: М.П. Немцева, Д.В. Филиппов, М.В. Улитин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – 40с.

Методические указания содержат тесты для опроса студентов дневной формы обучения, выполняющих работы в лабораторном практикуме по разделу «Реологические свойства коллоидных систем» по курсам «Поверхностные явления и дисперсные системы» и «Коллоидная химия». Задания составлены с учетом содержания теоретической и экспериментальной частей, изложенных в методических указаниях к лабораторному практикуму «Реологические свойства коллоидных систем» (2006 г.).

Методические указания содержат 15 вариантов заданий. Каждый вариант состоит из девяти вопросов, на которые дается четыре ответа. Правильным является лишь один из ответов. В качестве десятого задания в тесты включена задача без вариантов ответа. В методические указания включены вопросы, посвященные основным понятиям и законам реологии, причинам структурообразования в дисперсных системах, их структурно-механическим свойствам, а также задания, касающиеся влияния различных факторов на реологические свойства коллоидных систем и растворов высокомолекулярных соединений и основ вискозиметрического метода определения их вязкости.

Предназначены для студентов технологических специальностей дневного отделения ИГХТУ и Высшего химического колледжа РАН.

Рецензент

кандидат химических наук А.В. Волков

(Ивановский государственный химико-технологический университет).

## ВАРИАНТ № 1

### 1. Что такое структурообразование?

- 1) восстановление структуры системы после ее механического разрушения;
- 2) потеря агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате сближения и слияния частиц;
- 3) образование пространственной сетки за счет взаимодействия частиц дисперсной фазы в процессе коагуляции;
- 4) самопроизвольный процесс перераспределения молекул вблизи поверхности раздела фаз в дисперсионной системе.

*Правильными ответами являются:*

- А. 1 и 3.    Б. 2 и 4.    В. Только 3.    Г. Все ответы верны.

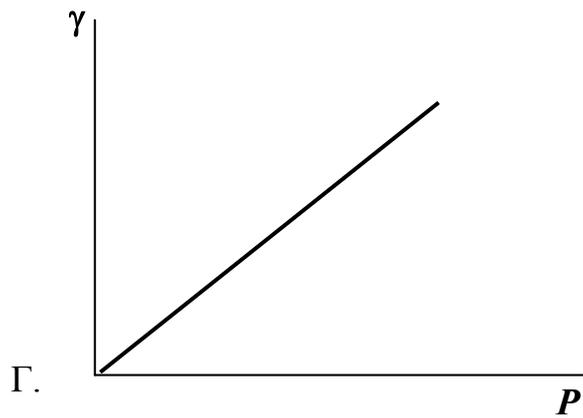
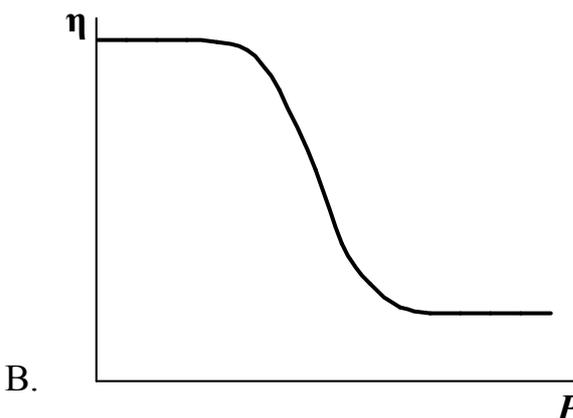
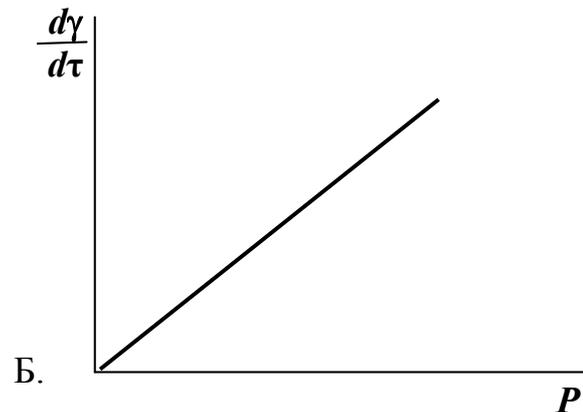
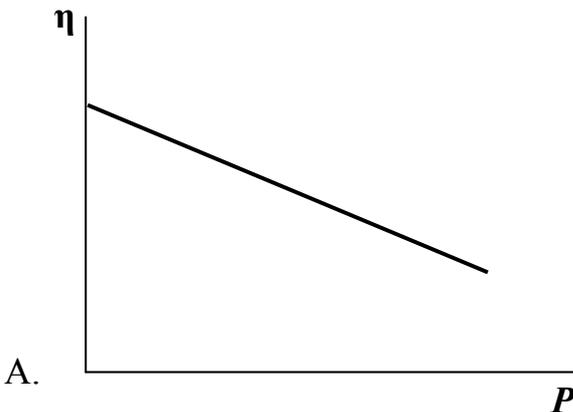
### 2. Какие тела являются жидкообразными?

- 1) тела, деформация которых происходит под действием силы тяжести;
- 2) тела, структура которых разрушается под действием напряжения, превышающего предел текучести;
- 3) тела, деформация которых непрерывно увеличивается под действием постоянного давления;
- 4) жидкости, реологическое поведение которых не описывается законом Ньютона;
- 5) системы, вязкость которых не зависит от напряжения сдвига.

*Правильными ответами являются:*

- А. 1, 3, 4 и 5.    Б. 1, 3 и 5.    В. 1, 2 и 3.    Г. Все утверждения верны.

### 3. Реологическая кривая ньютоновской жидкости имеет вид:



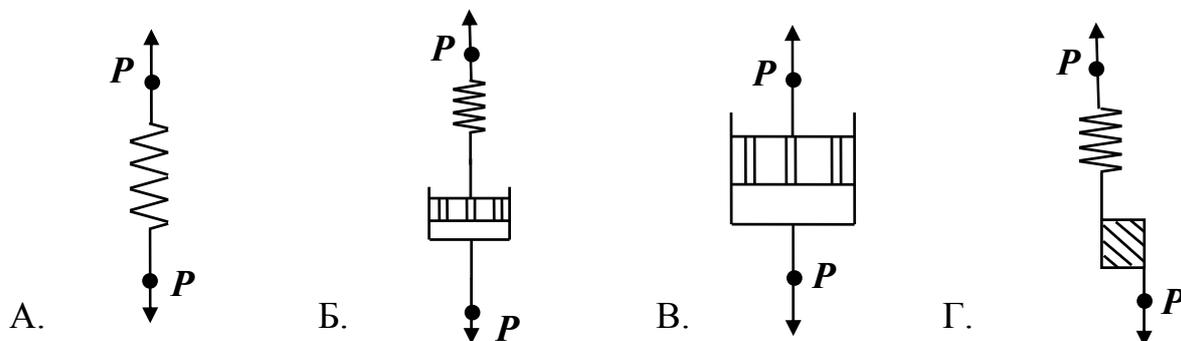
4. Что такое пластическая вязкость?

- А. Это величина, характеризующая внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга, и все виды сопротивления течению тела, определяется как котангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.
- Б. Это величина, которая, являясь частью ньютоновской вязкости, отражает скорость разрушения структуры системы и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.
- В. Это величина, которая по физическому смыслу не отличается от ньютоновской вязкости, но учитывает прочность структуры системы и определяется по соотношению  $\eta^* = \frac{P_T}{dy/d\tau}$ .
- Г. Это величина, которая характеризует внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга, и все виды сопротивления течению тела.

5. Какое уравнение отражает зависимости динамической вязкости от объемной доли дисперсной фазы со сферической формой частиц?

- А.  $\eta = \eta_0(1 + 2,5\phi + 7,349\phi^2)$ .      Б.  $\eta = \eta_0(1 + \alpha\phi)$ .
- В.  $\eta = \eta_0 \left[ 1 + \left( 2,5 + \frac{1}{16} f^2 \right) \phi \right]$ .      Г.  $\eta = \eta_0(1 + 2,5\phi)$ .

6. Какая схема отвечает поведению идеально вязкого тела Ньютона?



7. Какой закон лежит в основе вискозиметрического метода определения вязкости растворов полимеров?

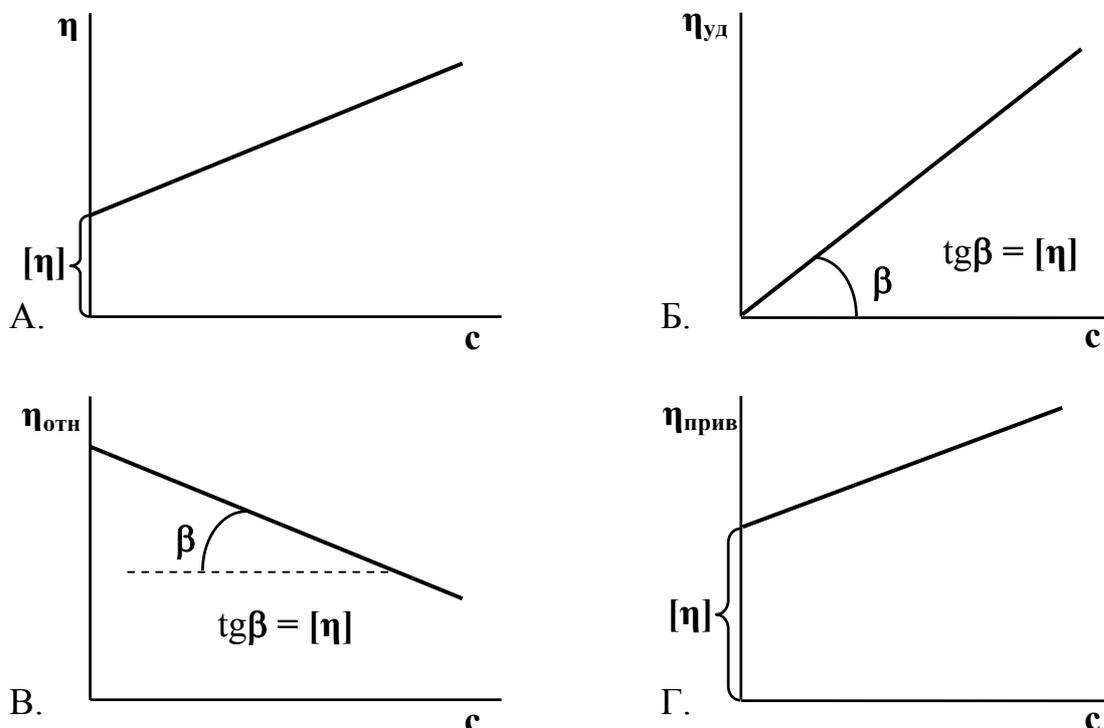
- А. Закон Ньютона.      Б. Закон Пуазейля.
- В. Первая аксиома реологии.      Г. Вторая аксиома реологии.

8. С чем может быть связано несоответствие экспериментально определенной вязкости системы и истинного значения вязкости?

- А. С разрушением структурных связей между отдельными фрагментами макромолекулы.
- Б. С несоблюдением режимов проведения эксперимента.
- В. С изменением постоянной вискозиметра с течением времени.

Г. С деформацией и ориентацией молекул, а также межмолекулярным взаимодействием.

9. По какой графической зависимости и как можно определить характеристическую вязкость?



10. Рассчитайте вязкость 50% водного раствора глицерина, если при приложении к нему напряжения  $18 \text{ Н/м}^2$  скорость развития деформации составляет  $3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ .

### ВАРИАНТ № 2

1. Что характеризует динамическая вязкость?

- 1) все виды сопротивления течению тела и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения;
- 2) упругие свойства системы и определяется как котангенс угла наклона зависимости  $P = f(\gamma)$  к оси напряжения;
- 3) внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга;
- 4) подвижность жидкости и определяется как тангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.

Правильными ответами являются:

А. 2 и 3. Б. 3 и 4. В. 2 и 4. Г. 1 и 3.

2. Какие системы являются структурированными?

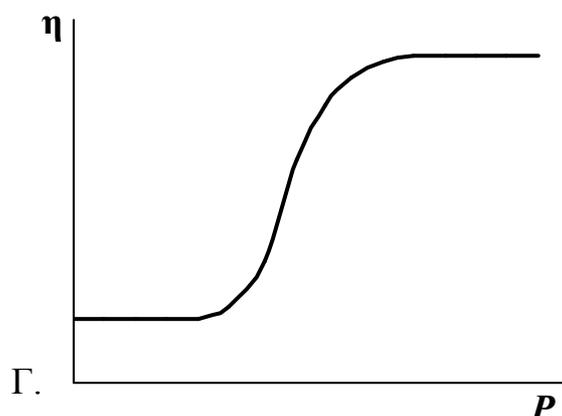
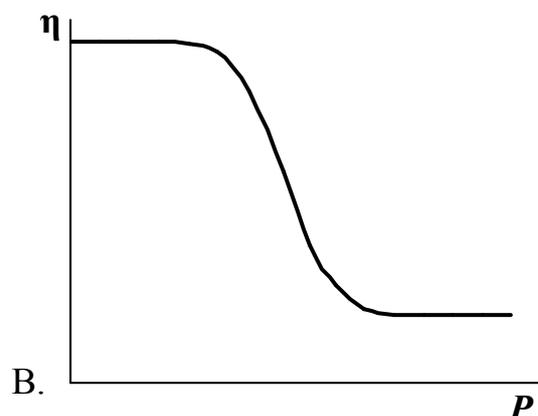
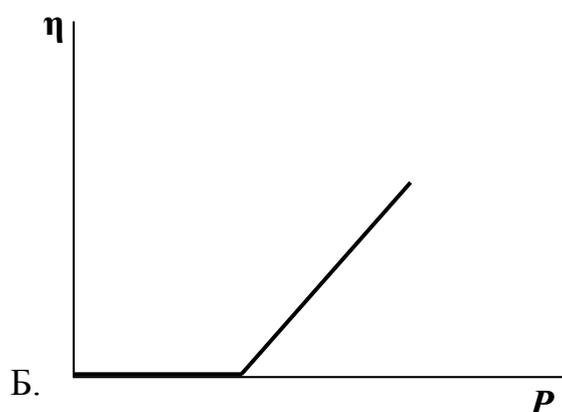
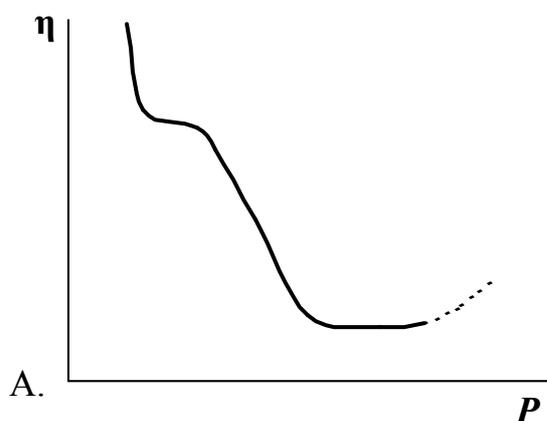
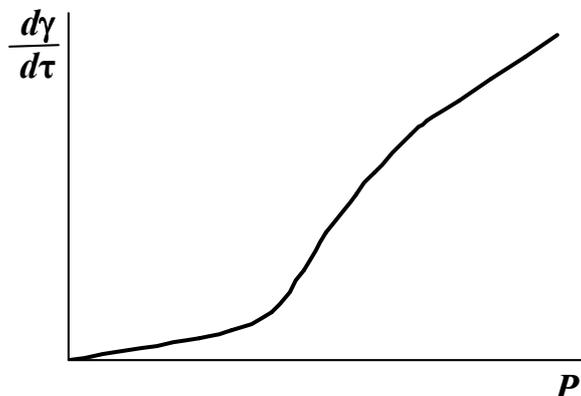
- 1) системы, образующиеся в результате коагуляции коллоидных растворов;

- 2) концентрированные растворы высокомолекулярных соединений;
- 3) все дисперсные системы;
- 4) студни и гели.

Правильными ответами являются:

- А. Все утверждения верны.    Б. 1 и 4.    В. 1, 2 и 4.    Г. 3.

3. Какая из нижеприведенных зависимостей вязкости от напряжения сдвига соответствует данной реологической кривой?



4. Какие положения справедливы для жидкостей, реологическое поведение которых описывается законом Ньютона?

- 1)  $F = \eta S du/dx$ ;
- 2) значение  $\eta$  определяется как котангенс угла наклона прямолинейной зависимости  $P = f(d\gamma/d\tau)$  к оси напряжения;
- 3) напряжение сдвига пропорционально скорости деформации;
- 4)  $P = \eta d\gamma/d\tau$ ;

5) при ламинарном течении жидкости сила вязкостного сопротивления пропорциональна градиенту скорости течения.

Правильными ответами являются:

А. 2, 3 и 4.    Б. 1 и 5.    В. 3 и 5.    Г. Все утверждения верны.

5. По какому соотношению определяется величина относительной вязкости?

А.  $\eta_{\text{отн}} = 1/\eta$ .

Б.  $\eta_{\text{отн}} = \eta/\eta_0$ .

В.  $\eta_{\text{отн}} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$ .

Г.  $\eta_{\text{отн}} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c}$ .

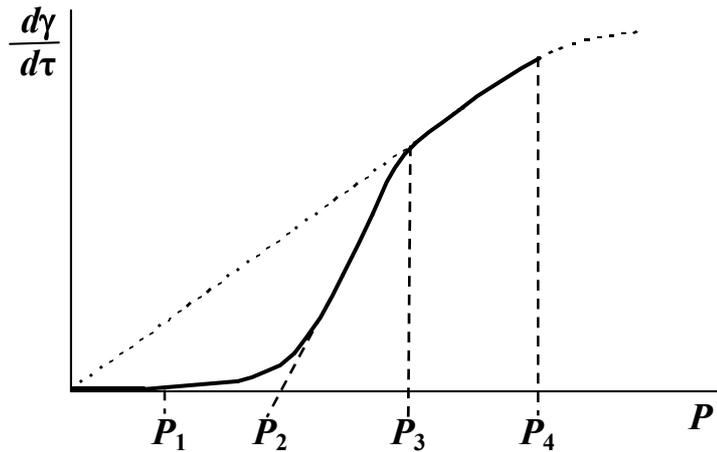
6. Какое из отмеченных на графике напряжений отвечает статическому предельному напряжению сдвига?

А.  $P_1$ .

Б.  $P_2$ .

В.  $P_3$ .

Г.  $P_4$ .



7. Каким соотношением определяется объемная скорость течения жидкости по капилляру вискозиметра?

А.  $\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial \gamma}{\partial x}$ .

Б.  $U = \frac{\pi r^4}{8\eta L} \Delta P$ .

В.  $\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{F}{\eta S}$ .

Г.  $U = \frac{8\pi L^4}{\eta r} \Delta P$ .

8. В каком порядке проводится измерение времени истечения растворов полимера при определении их вязкости относительным методом?

А. Проводится по мере уменьшения концентрации растворов, но начиная с чистого растворителя.

Б. Проводится по мере уменьшения концентрации растворов, опыт с чистым растворителем последний.

В. Проводится по мере увеличения концентрации растворов, но начиная с чистого растворителя.

Г. Проводится по мере увеличения концентрации растворов, опыт с чистым растворителем последний.

9. Какие данные необходимы для экспериментального определения изоэлектрической точки полиамфолита?

А. Зависимость динамической вязкости от рН исследуемых растворов.

Б. Зависимость характеристической вязкости от рН растворов.

В. Зависимость удельной вязкости от рН исследуемых растворов.

Г. Зависимость приведенной вязкости от рН исследуемых растворов.

10. При измерении вязкости растворов полистирола в толуоле с помощью капиллярного вискозиметра получены следующие данные:

Концентрация раствора, г/л	0	1,70	2,12	2,52	2,95	3,40
Время истечения раствора, с	97,6	115,6	120,2	124,5	129,8	134,9

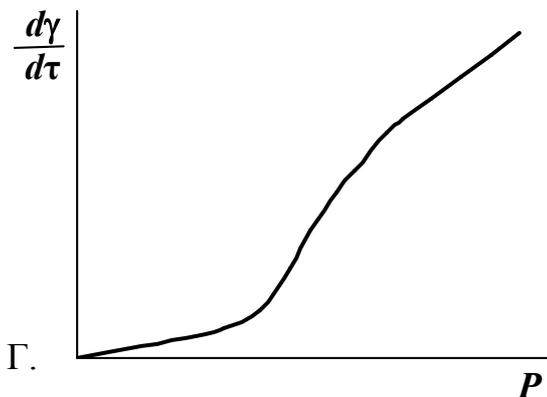
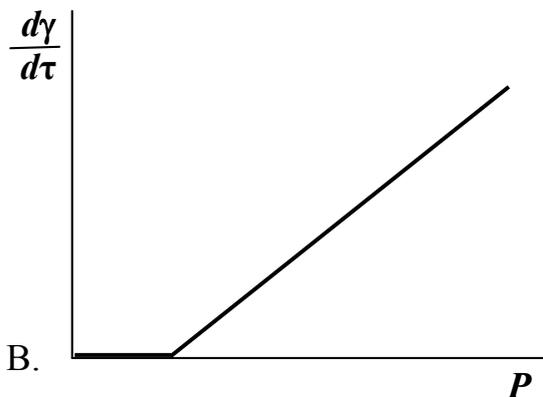
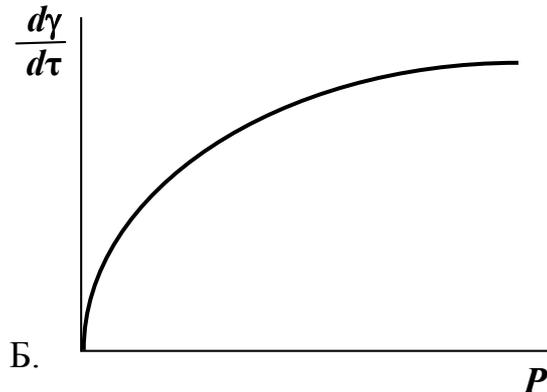
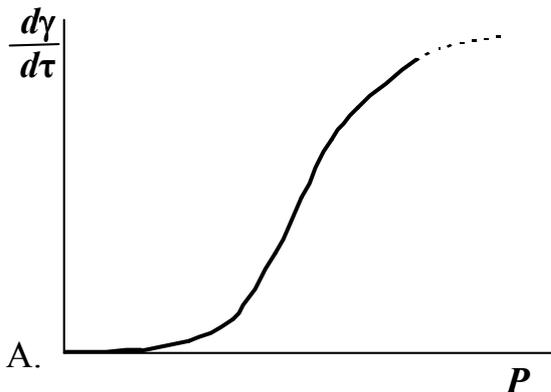
Рассчитайте значения удельной вязкости растворов и определите характеристическую вязкость системы.  $\eta_{\text{толуол}} = 0,55 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

### ВАРИАНТ № 3

1. Жесткие объемные структуры, в которых частицы связаны химическими силами, действующими на малых расстояниях, являются:

- А. Конденсационно-кристаллизационными структурами.
- Б. Коагуляционными структурами.
- В. Тиксотропными структурами.
- Г. Уплотненными структурами.

2. Реологическая кривая неньютоновской жидкости имеет вид:



3. Какие тела являются твердообразными?

- 1) тела, вязкость которых не зависит от напряжения сдвига;
- 2) все коллоидные системы с твердой дисперсной фазой;

- 3) тела, деформация которых непрерывно увеличивается под действием постоянного давления;
- 4) тела, реологическое поведение которых описывается уравнением Бингама;
- 5) тела, структура которых разрушается только под действием напряжения, превышающего предел текучести.

*Правильными ответами являются:*

А. 1, 2 и 3.    Б. 4 и 5.    В. 2, 4 и 5.    Г. Все ответы верны.

4. Какое уравнение отражает физический смысл приведенной вязкости?

- А.  $\eta_{\text{прив}} = \frac{P_T}{d\gamma/d\tau}$ .                      Б.  $\eta_{\text{прив}} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c}$ .
- В.  $\eta_{\text{прив}} = K M$ .                                      Г.  $\eta_{\text{прив}} = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta_{\text{уд}}/c)$ .

5. Какие изменения происходят в структурированной системе при нагрузке, равной статистическому предельному напряжению сдвига?

- А. Структура начинает раскалываться на отдельные участки и наблюдается деформация сдвига, но структура при этом успевает обратимо восстановиться.
- Б. Происходит медленное вязкопластическое течение (ползучесть), вязкость в системе практически не изменяется и имеет высокие значения.
- В. Структура разрушается и не успевает восстановиться.
- Г. Остатки структуры полностью распадаются до отдельных коллоидных частиц или макромолекул.

6. Что такое деформация?

- А. Медленное вязкопластическое течение тела, при котором структура разрушается и не успевает восстановиться.
- Б. Внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга.
- В. Относительное смещение точек системы, при котором не нарушается ее сплошность.
- Г. Потеря агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате слипания и слияния частиц.

7. При соблюдении какого условия возможно применение закона Пуазейля при вискозиметрическом методе определения вязкости?

- А. Постоянство температуры и давления.
- Б. Ламинарный режим течения жидкости в капилляре.
- В. Турбулентный режим течения жидкости в капилляре.
- Г. Отсутствие внешних полей.

8. Как соотносятся времена истечения чистого растворителя и раствора полимера?

- А. Время истечения чистого растворителя меньше времени истечения раствора полимера.
- Б. Время истечения чистого растворителя и раствора полимера одинаковы.
- В. Время истечения чистого растворителя больше времени истечения раствора полимера.
- Г. Без привлечения специальных данных нельзя однозначно ответить на этот вопрос.

9. Какой структуре полимера отвечает экспериментально определенное значение рН изоэлектрической точки?

- А. Макромолекулы находятся в виде палочкообразных частиц.
- Б. Макромолекулы свернуты в наиболее плотные клубки.
- В. Макромолекулы распадаются на отдельные мономеры.
- Г. Макромолекулы находятся в виде упорядоченных пространственных структур.

10. Определите вязкость золя AgCl, если концентрация дисперсной фазы составляет 10%. Частицы золя имеют сферическую форму. Плотность AgCl равна  $5,56 \text{ г/см}^3$ . Дисперсионная среда имеет вязкость  $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$  и плотность  $1 \text{ г/см}^3$ .

#### ВАРИАНТ № 4

1. Можно утверждать, что системы, имеющие конденсационно-кристаллизационную структуру:

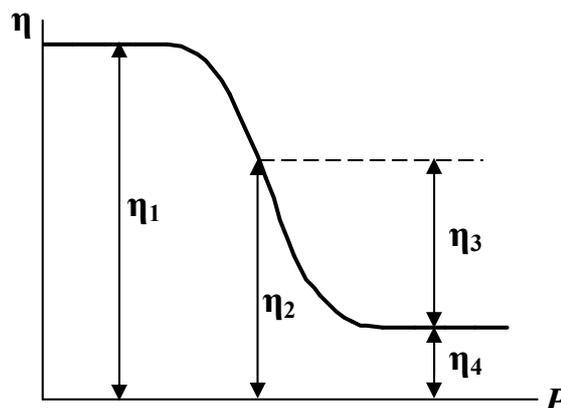
- 1) образуются при коагуляции, отвечающей вторичному минимуму потенциальной кривой взаимодействия частиц дисперсной фазы;
- 2) образуются при коагуляции, отвечающей первичному минимуму потенциальной кривой взаимодействия частиц дисперсной фазы;
- 3) являются связнодисперсными системами и обладают прочностью, хрупкостью и упругостью;
- 4) проявляют специфические свойства: тиксотропию и синерезис.

Правильными ответами являются:

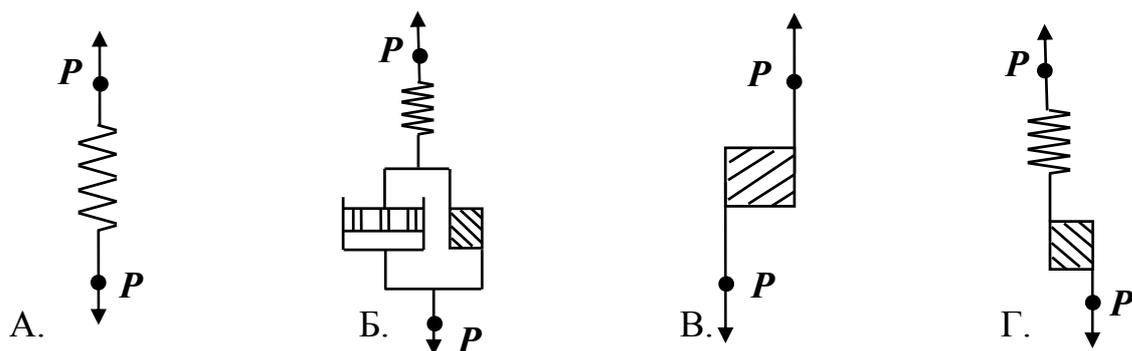
- А. 1, 3 и 4.    Б. 2, 3 и 4.    В. 1 и 4.    Г. 2 и 3.

2. Какое из указанных значений  $\eta$  соответствует величине эффективной вязкости структурированной жидкости?

- А.  $\eta_1$ .
- Б.  $\eta_2$ .
- В.  $\eta_3$ .
- Г.  $\eta_4$ .



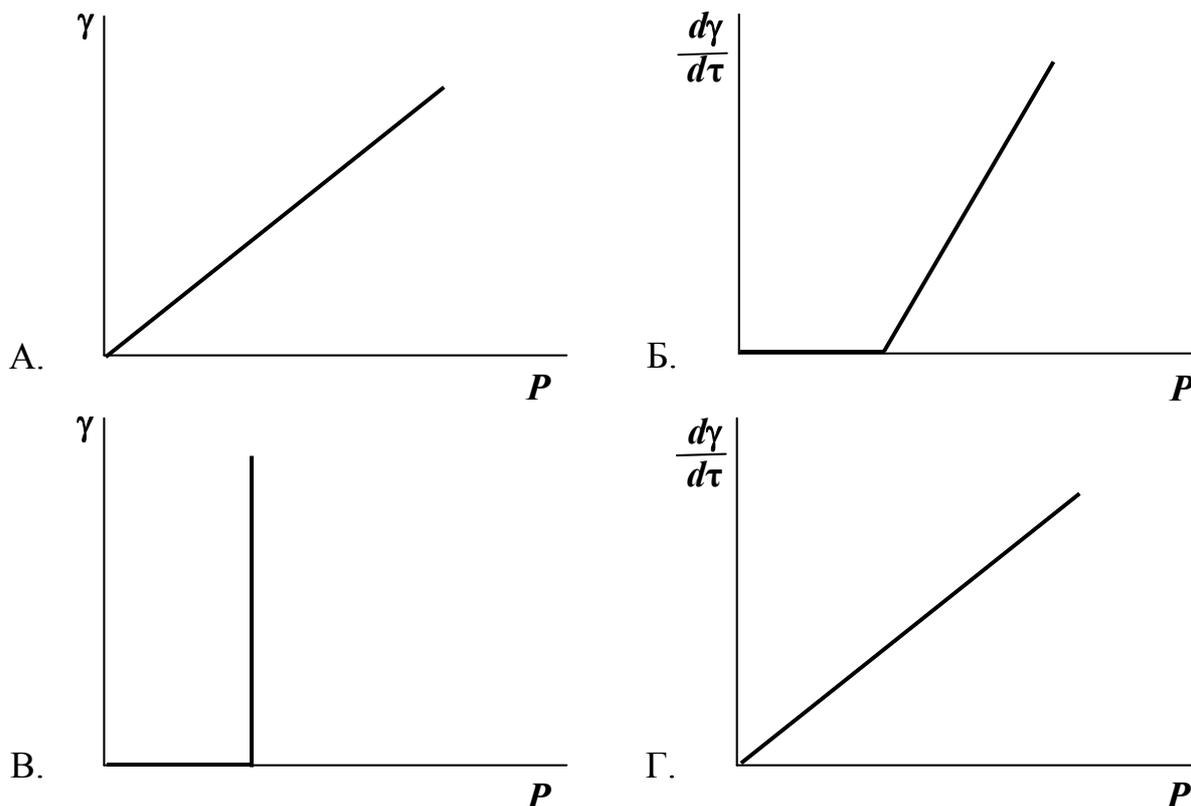
3. Какая схема отвечает поведению идеально пластического тела Сен-Венана-Кулона?



4. Какое уравнение отражает физический смысл характеристической вязкости?

А.  $[\eta] = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c}$ .    Б.  $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta_{уд}/c)$ .    В.  $[\eta] = \eta_0(1 + \alpha\varphi)$ .    Г.  $[\eta] = \eta/\eta_0$ .

5. Какая реологическая кривая отвечает модели вязкопластического тела?



6. От каких характеристик зависит постоянная капиллярного вискозиметра?

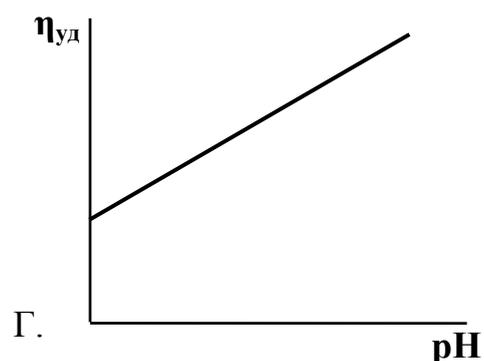
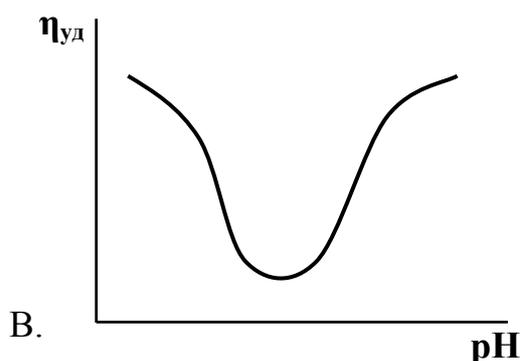
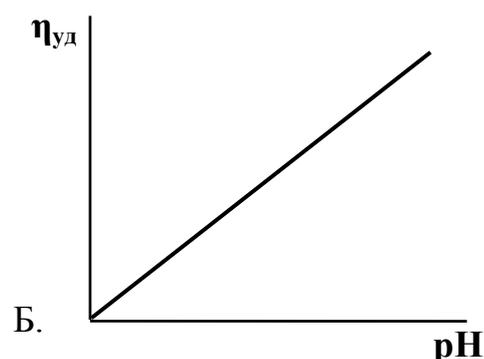
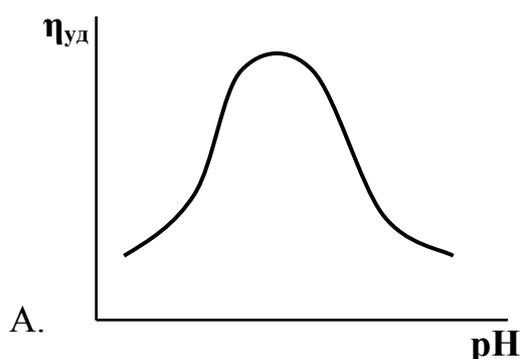
- А. От радиуса и длины капилляра.
- Б. От концентрации раствора полимера.
- В. От разницы давлений на концах капилляра.
- Г. От объема жидкости, протекающей через капилляр.

7. Что такое предел текучести?

- А. Внешнее напряжение, вызывающее деформацию тела.

- Б. Напряжение, при котором происходит полный распад структуры до отдельных коллоидных частиц или макромолекул.
- В. Напряжение, при котором структура раскалывается на отдельные участки и наблюдается деформация сдвига.
- Г. Внешнее напряжение (усилие), необходимое для разрушения структуры, одна из составляющих уравнения Бингама.

8. Какой график отражает зависимость удельной вязкости системы от кислотности среды?



9. Как рассчитать объемную долю дисперсной фазы?

- А. По отношению объема дисперсной системы к объему дисперсной фазы.
- Б. По отношению объема дисперсной фазы к объему дисперсной системы.
- В. По отношению массы дисперсной фазы к плотности дисперсионной среды.
- Г. По отношению массы дисперсной фазы к её плотности.

10. Рассчитайте по уравнению Марка-Куна-Хаувинка молекулярную массу натурального каучука, если характеристическая вязкость его раствора в бензоле  $[\eta] = 0,126 \text{ м}^3/\text{кг}$ , константа  $K = 5 \cdot 10^{-5}$ , параметр  $a = 0,67$ .

### ВАРИАНТ № 5

1. Можно утверждать, что системы, имеющие коагуляционную структуру:

- 1) проявляют специфические свойства: тиксотропию и синерезис;
- 2) образуются при коагуляции, отвечающей первичному минимуму потен-

циальной кривой взаимодействия частиц дисперсной фазы;

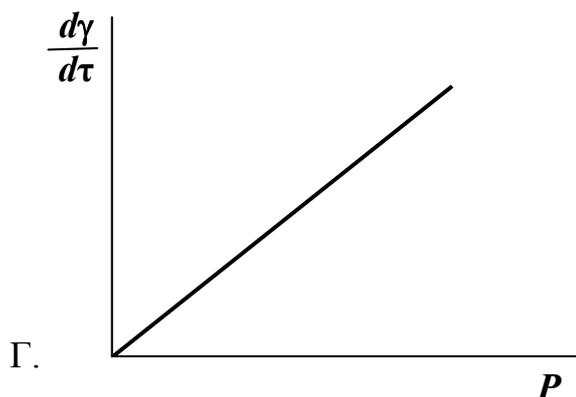
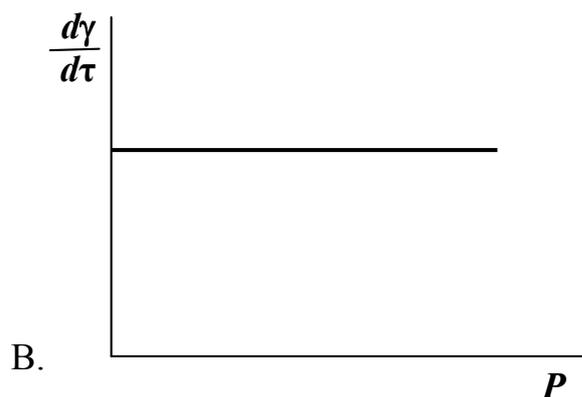
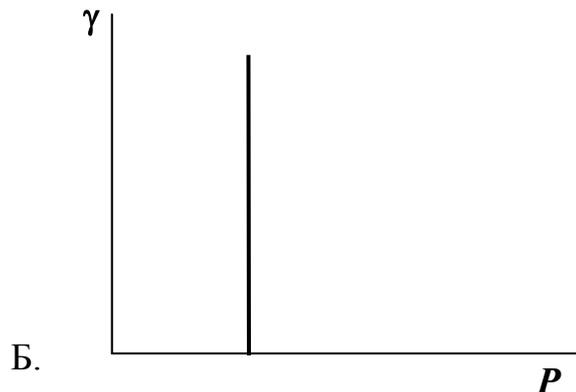
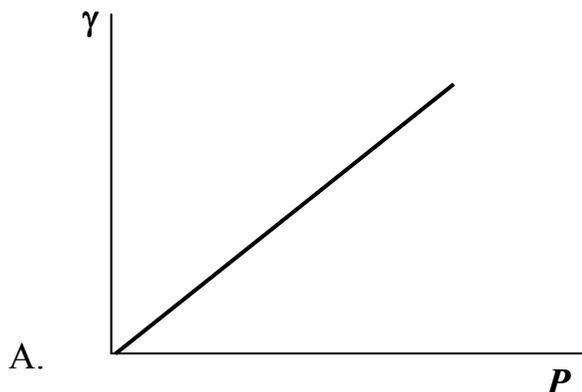
3) имеют небольшую прочность и ярко выраженные пластические свойства вследствие существования между частицами дисперсной фазы прослойки дисперсионной среды;

4) образуются в результате дальнего межмолекулярного взаимодействия частиц.

Правильными ответами являются:

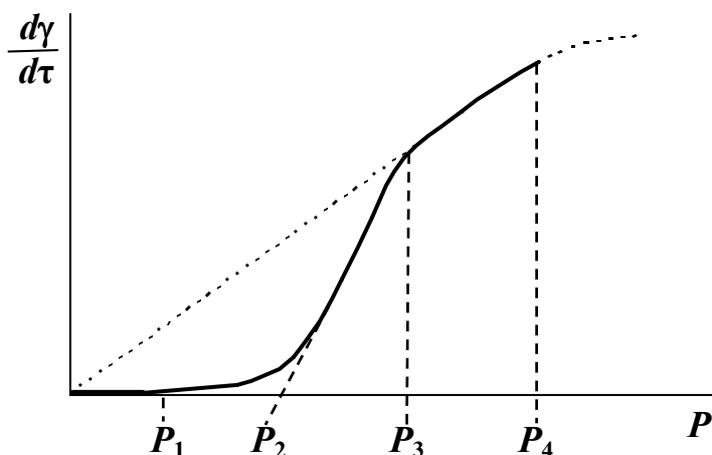
А. Все утверждения верны. Б. 1 и 3. В. 1, 3 и 4. Г. 2 и 3.

2. В каком случае вязкость системы не зависит от напряжения сдвига?



3. Какое из отмеченных на графике напряжений отвечает динамическому предельному напряжению сдвига?

А.  $P_1$ . Б.  $P_2$ .  
В.  $P_3$ . Г.  $P_4$ .



4. Что характеризует текучесть системы?

А. Все виды сопротивления течению тела и определяется по соотношению  $1/\eta$ .

Б. Упругие свойства системы и определяется как котангенс угла наклона за-

висимости  $P = f(\gamma)$  к оси напряжения.

В. Внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.

Г. Подвижность жидкообразных тел и определяется как тангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.

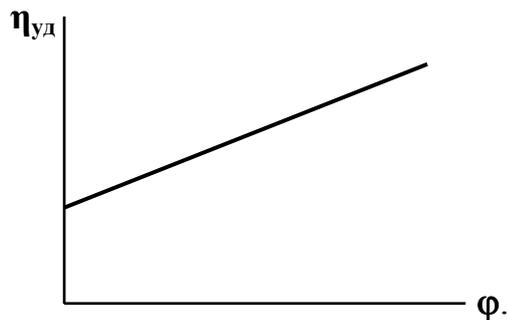
5. Какие положения справедливы для понятия удельная вязкость?

1)  $\eta_{уд} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$ ;

2)  $\eta_{уд} = \alpha\phi$  ;

3)  $\eta_{уд}$  можно определить как тангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения;

4) зависимость  $\eta_{уд} = f(\phi)$  имеет следующий вид:



Правильными ответами являются:

А. 1 и 2.    Б. 3 и 4.    В. 1, 2 и 4.    Г. Все ответы верны.

6. Каким образом определяются коэффициенты  $a$  и  $K$  уравнения Марка-Куна-Хаувинка?

А.  $a$  и  $K$  – справочные величины, имеют свое значение для каждого полимера в данном растворителе.

Б.  $a$  и  $K$  определяются экспериментально по времени истечения чистого растворителя.

В.  $a$  и  $K$  определяются экспериментально из графических зависимостей вязкости от концентрации.

Г.  $a$  и  $K$  постоянные величины, имеют одно и то же значение для любого полимера.

7. Как изменяется объем исследуемой жидкости, протекающей через капилляр вискозиметра?

А. Остается постоянным.

Б. Увеличивается с ростом концентрации.

В. По-разному изменяется от опыта к опыту.

Г. Уменьшается с ростом концентрации.

8. Какие данные необходимы для расчета объемной доли дисперсной фазы?

А. Концентрация раствора полимера и плотность чистого растворителя.

Б. Концентрация раствора полимера и время истечения растворителя.

В. Концентрация раствора полимера и плотность дисперсной фазы.

Г. Концентрация раствора полимера и его время истечения.

9. В каких координатах может быть построена кривая течения при наличии зависимости времени истечения жидкости ( $\tau$ ) в вискозиметре Убеллоде от разрежения ( $P$ ), если скорость течения пропорциональна скорости деформации, а объем вытекающей жидкости постоянен?

- А.  $1/\tau = f(P)$ .      Б.  $\eta_{\text{уд}}/\tau = f(1/P)$ .      В.  $1/P = f(1/\tau)$ .      Г.  $\eta_{\text{отн}} = f(1/\tau)$ .

10. Рассчитайте модули упругости натурального каучука при различных температурах, если под действием постоянного напряжения  $1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$  относительная деформация составляла:

$T, \text{ K}$	223	283	313
$\gamma, \%$	2	40	80

### ВАРИАНТ № 6

1. Какую структуру имеют системы с пластическими свойствами, в которых частицы дисперсной фазы связаны силами Ван-дер-Ваальса?

- А. Кристаллическую структуру.  
 Б. Структуру смешанного типа.  
 В. Коагуляционную структуру.  
 Г. Конденсационно-кристаллизационную структуру.

2. По какому уравнению определяется и какую размерность имеет величина кинематической вязкости?

- А.  $\nu = 1/\eta \text{ м}^2/\text{с}$ .      Б.  $\nu = \eta/\rho \text{ м}^2/\text{с}$ .      В.  $\nu = P/\gamma \text{ Па}\cdot\text{с}$ .      Г.  $\nu = \frac{P}{d\gamma/d\tau} \text{ пуаз}$ .

3. Какое уравнение учитывает изменение вязкости за счет электровязкостного эффекта?

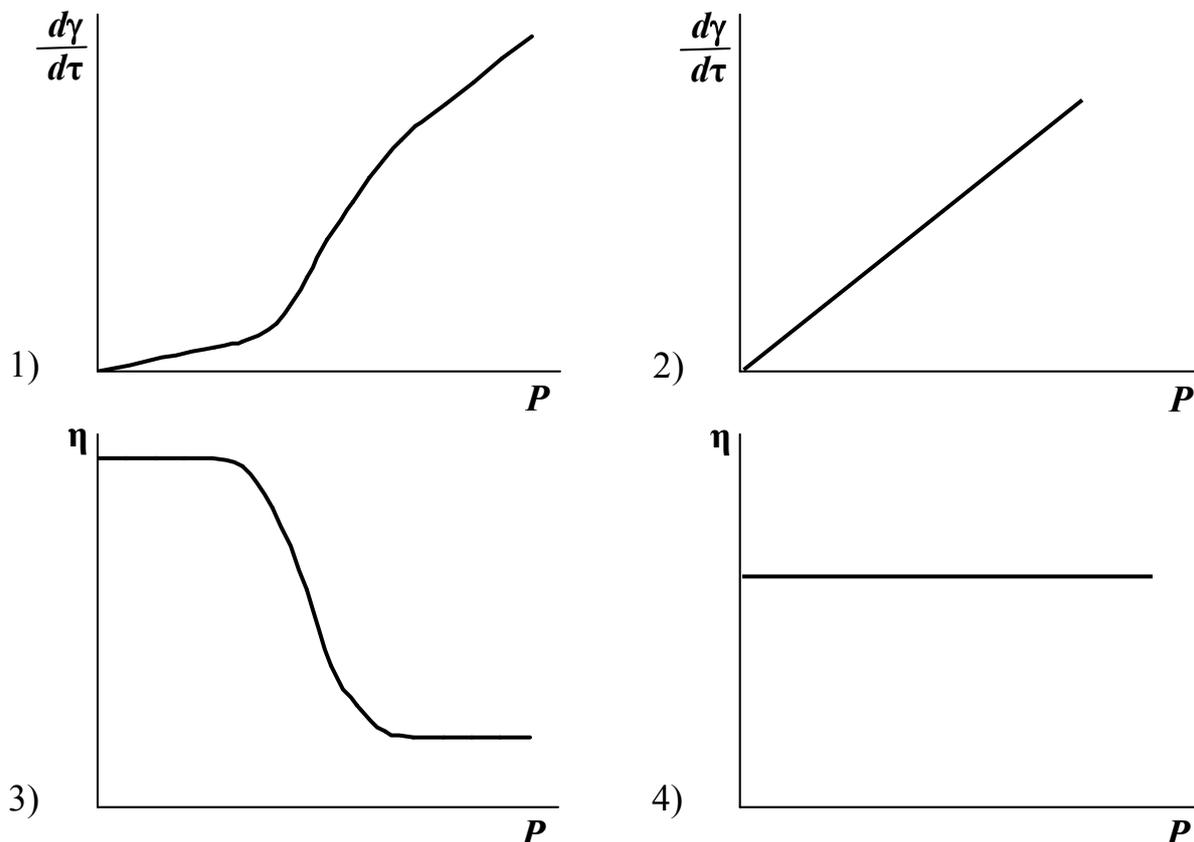
- А.  $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = (2,5\varphi + 7,349\varphi^2)$ .      Б.  $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \left(2,5 + \frac{16}{f^2}\right)\varphi$ .
- В.  $\frac{\eta}{\eta_0} = \left[1 + \left(2,5 + \frac{1}{16}f^2\right)\varphi\right]$ .      Г.  $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \alpha\varphi \left[1 + \frac{1}{\chi\eta_0 r^2} \left(\frac{\varepsilon}{2\pi}\xi\right)^2\right]$ .

4. Что такое предельное напряжение сдвига (предел текучести) в реальных структурированных системах?

- А. Это напряжение сдвига, при котором происходит медленное вязкопластическое течение (ползучесть), вязкость в системе при этом практически не изменяется и имеет высокие значения.  
 В. Это напряжение сдвига, при котором остатки структуры полностью разрушаются до отдельных коллоидных частиц или макромолекул.

- Б. Это значение напряжения сдвига, которое получается экстраполяцией на ось напряжений участка зависимости  $d\gamma/d\tau = f(P)$  для структурированной системы, на котором наблюдается резкий подъем.
- Г. Это напряжение сдвига, при котором структура начинает раскалываться на отдельные участки и наблюдается деформация сдвига, но структура при этом успевает обратимо восстановиться.

5. Реологические кривые неньютоновской жидкости имеют вид:

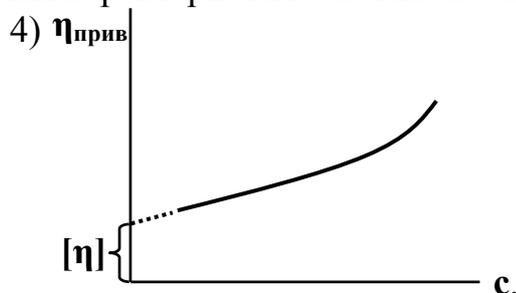


Правильными ответами являются:

- А. 1 и 4. Б. 1 и 3. В. 2 и 4. Г. 2 и 3.

6. Какие положения справедливы для понятия характеристическая вязкость?

- 1)  $[\eta] = \eta_{уд}/c$ ;
- 2)  $[\eta] = K M^a$ ;
- 3) характеристическая вязкость учитывает прирост вязкости раствора полимера за счет вращения макро-частиц;



Правильными ответами являются:

- А. 1 и 2. Б. 2, 3 и 4. В. 1, 2 и 4. Г. Все ответы верны.

7. За счет чего может изменяться вязкость жидкости в капиллярных вискозиметрах?

- 1) внешнего давления;





- Б. Это напряжение сдвига, при котором происходит медленное вязкопластическое течение (ползучесть), вязкость в системе практически не изменяется и имеет высокие значения.
- В. Это напряжение сдвига, при котором структура разрушается и не успевает восстановиться.
- Г. Это напряжение сдвига, при котором структура начинает раскалываться на отдельные участки и наблюдается деформация сдвига, но структура при этом успевает обратимо восстановиться.

7. По какому соотношению можно рассчитать вязкость исследуемого раствора полимера относительным методом?

А.  $\eta = \frac{1}{\eta_0} \frac{\tau_0}{\tau}$ .      Б.  $\eta = \frac{1}{\eta_0} \frac{\tau}{\tau_0}$ .      В.  $\eta = \eta_0 \frac{\tau}{\tau_0}$ .      Г.  $\eta = \eta_0 \frac{\tau_0}{\tau}$ .

8. Каковы размерности динамической, относительной, удельной и приведенной вязкости в системе СИ?

- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| А. $\eta$ – Па·с                      | Б. $\eta$ – Па·с                |
| $\eta_{отн}$ – безразмерна            | $\eta_{отн}$ – безразмерна      |
| $\eta_{уд}$ – безразмерна             | $\eta_{уд}$ – г/см <sup>3</sup> |
| $\eta_{прив}$ – м <sup>3</sup> /моль. | $\eta_{прив}$ – безразмерна.    |
| В. $\eta$ – безразмерна               | Г. $\eta$ – Па·с                |
| $\eta_{отн}$ – Па·с                   | $\eta_{отн}$ – П                |
| $\eta_{уд}$ – безразмерна             | $\eta_{уд}$ – безразмерна       |
| $\eta_{прив}$ – м <sup>3</sup> /моль. | $\eta_{прив}$ – Па·с.           |

9. Каким должно быть начальное разрежение в системе при исследовании зависимости вязкости от давления?

- А. 10÷15 мм ртутного столба.      Б. 15÷20 мм водного столба.
- В. 2÷8 мм водного столба.      Г. 4÷6 мм ртутного столба.

10. Течение 12% суспензии бентонитовой глины в исследуемом интервале нагрузок описывается уравнением Бингама. Рассчитайте предельное напряжение сдвига и пластическую вязкость по следующим экспериментальным данным:

$P, \text{ Н/м}^2$	20	25	30	35	40
Скорость деформации, с <sup>-1</sup>	250	480	710	940	1100

### ВАРИАНТ № 8

1. Модуль Юнга:

- А. Характеризует все виды сопротивления течению тела и определяется как котангенс угла наклона зависимости  $P = f(\gamma)$  к оси напряжения.
- Б. Характеризует упругие свойства материала и определяется как котангенс угла наклона зависимости  $P = f(\gamma)$  к оси напряжения.

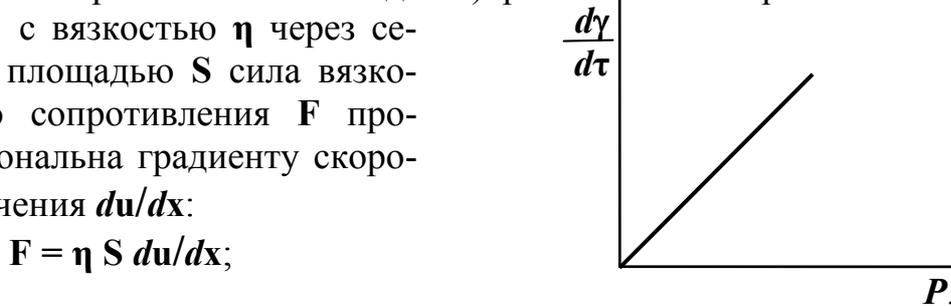
- В. Характеризует подвижность дисперсной системы и определяется по соотношению  $1/\eta$ .
- Г. Характеризует внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости  $P = f(dy/d\tau)$  к оси напряжения.

2. Какие системы называют студнями?

- А. Любую систему, имеющую коагуляционную структуру.
- Б. Любую систему, имеющую структуру смешанного типа.
- В. Гели, образованные из растворов высокомолекулярных соединений;
- Г. Образованный из золя осадок, который имеет тиксотропную структуру.

3. Для ньютоновских жидкостей справедливы утверждения:

- 1) вязкость системы  $\eta$  зависит от напряжения сдвига и размеров частиц дисперсной фазы;
- 2) отсутствует напряжение, необходимое для разрушения структуры, т.е. предел текучести  $P_T = 0$ ;
- 3) при ламинарном течении жидкости с вязкостью  $\eta$  через сечение площадью  $S$  сила вязкостного сопротивления  $F$  пропорциональна градиенту скорости течения  $du/dx$ :
- 4) реологическая кривая имеет вид:



Правильными ответами являются:

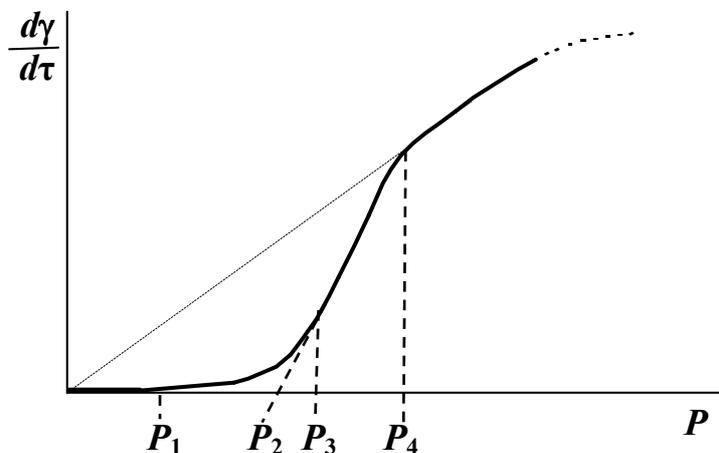
- А. Все ответы верны.    Б. 1 и 4.    В. 2, 3 и 4.    Г. 2 и 3.

4. В каких координатах необходимо построить график для определения молекулярной массы полимера по уравнению Марка-Куна-Хаувинка?

- А.  $\eta_{уд} = f(\varphi)$ .    Б.  $\eta_{отн} = f(c)$ .    В.  $\eta_{прив} = f(c)$ .    Г.  $[\eta] = f(\varphi)$ .

5. Какое из отмеченных на графике напряжений отвечает пределу текучести?

- А.  $P_1$ .    Б.  $P_2$ .
- В.  $P_3$ .    Г.  $P_4$ .



6. В чем проявляется явление синерезиса?
- А. В потере агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате слипания и слияния частиц.
  - Б. В способности системы к восстановлению структуры после ее механического разрушения.
  - В. В возрастании прочности структуры со временем при действии напряжения сдвига.
  - Г. В постепенном упрочнении структуры, сопровождающемся ее сжатием и высвобождением части жидкости из структурной сетки, в результате чего система разделяется на две фазы.
7. Чем отличается вискозиметр Убеллоде от капиллярного вискозиметра ВПЖ?
- А. Жидкость в вискозиметре Убеллоде течет через капилляр только за счет внешнего давления.
  - Б. Жидкость в вискозиметре Убеллоде течет через капилляр за счет внешнего и гидростатического давления.
  - В. Жидкость в вискозиметре Убеллоде течет через капилляр только за счет гидростатического давления.
  - Г. Жидкость в вискозиметре Убеллоде течет только за счет своего собственного веса.
8. Как изменяется вязкость растворов полимеров с течением времени?
- А. Уменьшается, так как разрушаются структурные связи.
  - Б. Остается неизменной.
  - В. Увеличивается, так как протекает структурообразование.
  - Г. Сначала уменьшается, а затем увеличивается.
9. Какие данные свидетельствуют о герметичности системы при исследовании зависимости вязкости от давления?
- А. Показания манометра с течением времени не изменяются.
  - Б. Показания манометра с течением времени незначительно возрастают.
  - В. Показания манометра с течением времени незначительно уменьшаются.
  - Г. Без привлечения дополнительных данных нельзя ответить на вопрос.
10. Определите вязкость золя  $Al_2O_3$  с частицами сферической формы, если концентрация дисперсной фазы золя 8%. Вязкость и плотность дисперсионной среды соответственно равны  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с и  $1 \text{ г/см}^3$ , а плотность  $Al_2O_3$  составляет  $4,0 \text{ г/см}^3$ .

### ВАРИАНТ № 9

1. Как называется способность системы к восстановлению структуры после ее механического разрушения?
- А. Структурообразованием.
  - Б. Реопексией.

В. Синерезисом.

Г. Тиксотропией.

2. Для идеально пластического тела Сен-Венана-Кулона справедливо утверждение:

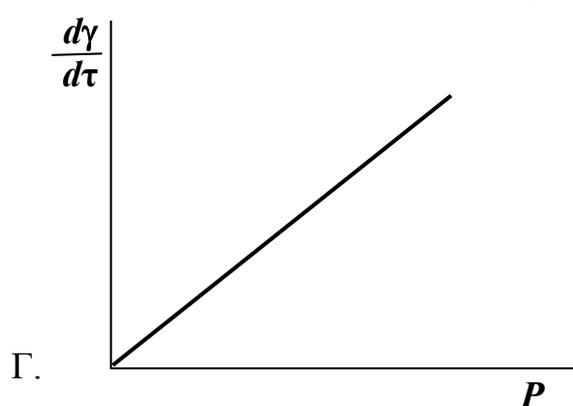
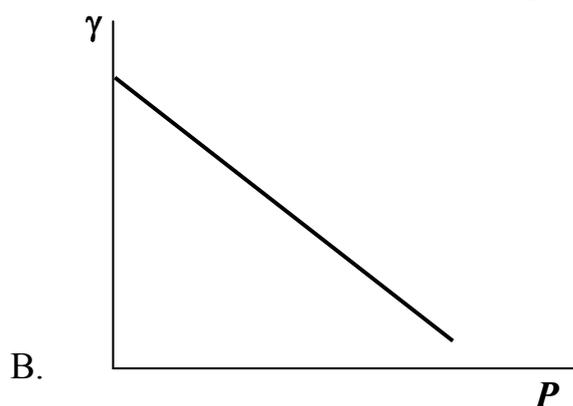
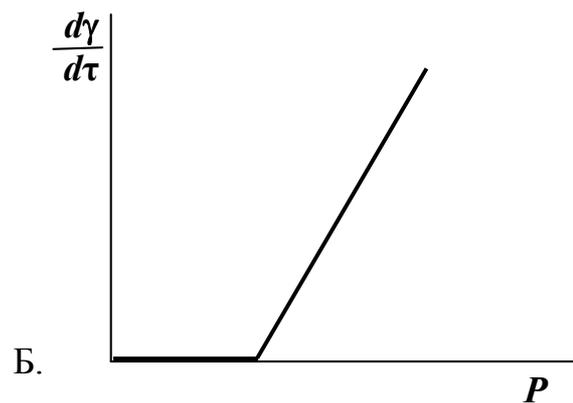
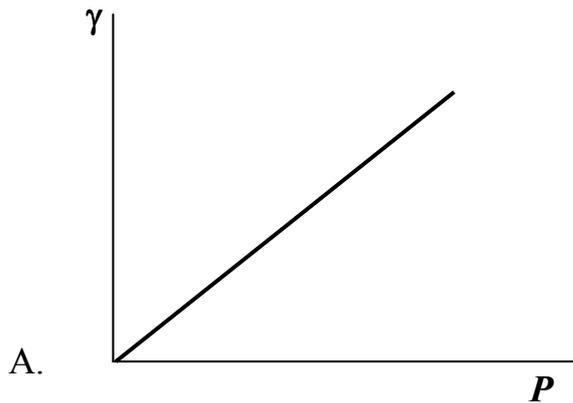
А. Для такого тела характерна пластическая деформация, при которой изменения в системе остаются и после снятия нагрузки. Связь напряжения сдвига и деформации описывается уравнением:  $P = \eta \, d\gamma/d\tau$ .

Б. У такого тела деформация отсутствует, если напряжение сдвига меньше некоторой величины  $P_T$ , т.е. при  $P < P_T$  значения  $\gamma = 0$  и  $d\gamma/d\tau = 0$ . Если напряжение достигнет значения  $P_T$ , то структура разрушается, после чего сопротивление напряжению полностью отсутствует и течение происходит с любой скоростью, т.е. при  $P = P_T$  значения  $\gamma > 0$  и  $d\gamma/d\tau > 0$ .

В. Напряжение сдвига пропорционально скорости деформации.

Г. При достижении  $P > P_T$  имеет место пластическая деформация, растущая до бесконечности, и пластическое тело начинает течь. Напряжение как бы разбивается на две составляющие, сложение которых приводит к уравнению:  $P = P_T + \eta^* \, d\gamma/d\tau$ .

3. Какая реологическая кривая отвечает модели идеально вязкого тела?



4. Какое из приведенных выражений применимо для определения молекулярной массы полимера, имеющего палочкообразные макромолекулы с короткими и жесткими цепями?

А.  $\eta_{\text{прив}} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 M}$ .    Б.  $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta_{\text{уд}}/c)$ .    В.  $[\eta] = K M^a$ .    Г.  $\eta_{\text{прив}} = K M$ .

5. Зависимость деформации от напряжения сдвига для реологической модели, представленной в виде спиральной пружины, описывается уравнением:

А.  $P = P_T + \eta^* dy/dt$ .    Б.  $P = E \gamma$ .    В.  $P = \eta dy/dt$ .    Г.  $P = \eta du/dx$ .

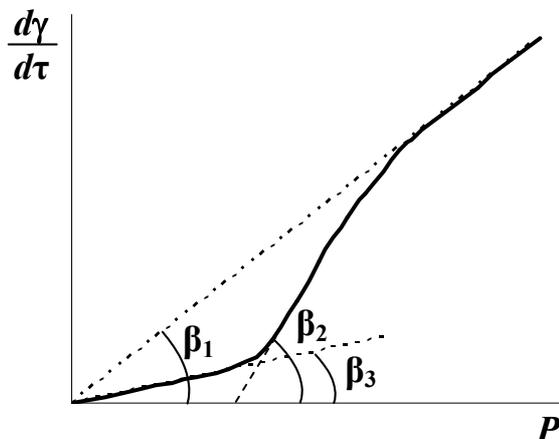
6. Какие из указанных соотношений справедливы при определении значений максимальной вязкости структурированной жидкости?

А.  $\eta_{max} = ctg \beta_1$ .

В.  $\eta_{max} = ctg \beta_2$ .

Б.  $\eta_{max} = ctg \beta_3$ .

Г. По представленной зависимости значение максимальной вязкости определить невозможно.



7. Какие вискозиметры используются для определения вязкости высоковязких жидкостей и дисперсных систем?

А. Ротационные.

Б. Капиллярные.

В. Шариковые.

Г. Ультразвуковые.

8. Как по экспериментальным данным можно найти коэффициент, характеризующий форму частиц дисперсной фазы в уравнении Эйнштейна?

А. Необходимо найти производную вязкости по объемной доле дисперсной фазы.

Б. Из графиков зависимости динамической или удельной вязкости от объемной доли.

В. Из графика зависимости приведенной вязкости от концентрации.

Г. Необходимо построить зависимость  $P\tau = f(P)$ .

9. Как изменяется время истечения растворов дисперсных систем с ростом температуры?

А. Время истечения от температуры не зависит.

Б. Время истечения возрастает с ростом температуры.

В. Время истечения уменьшается с ростом температуры.

Г. На этот вопрос нельзя ответить без проведения исследований.

10. Рассчитайте значения относительной, удельной и характеристической вязкости растворов 1,4 цис-полиизопрена в толуоле по результатам измерений вязкости в капиллярном вискозиметре.

Концентрация раствора, г/л	0	1,41	1,94	2,59	3,24	3,89
Время истечения раствора, с	171,5	216,1	234,0	257,3	282,6	308,1

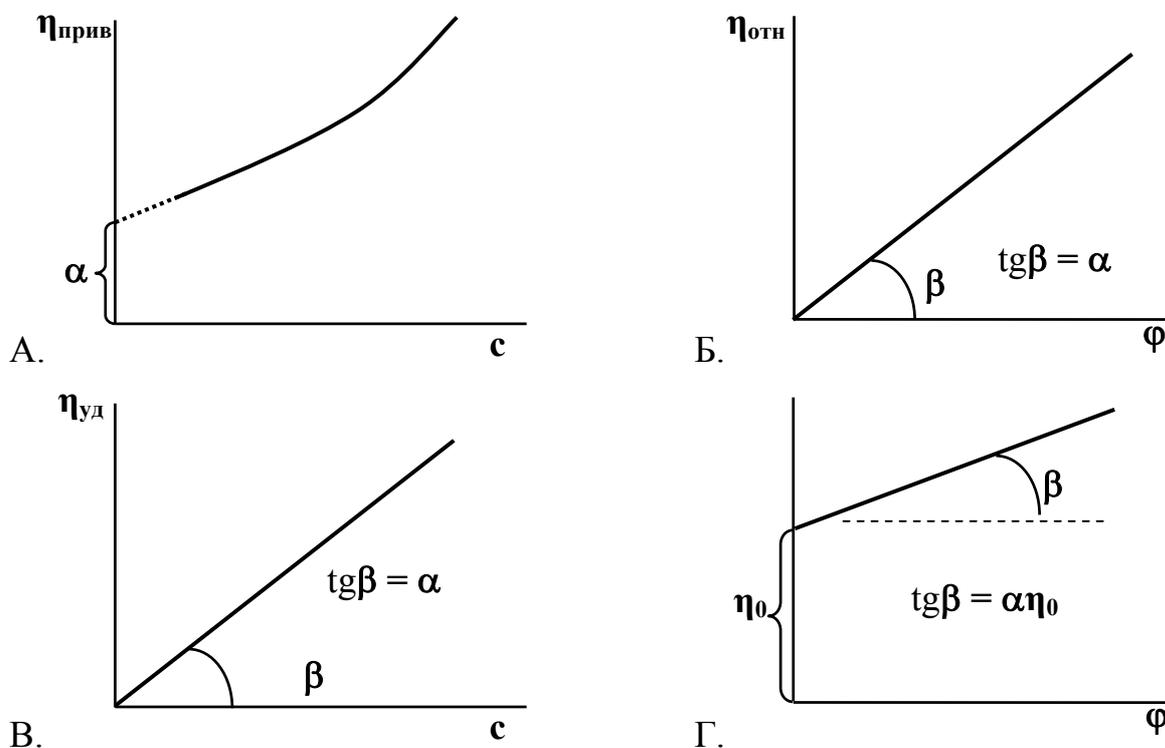


- А. Это величина, определяемая по соотношению  $\eta/\rho$ , которую обычно используют при расчетах гидродинамических критериев течения жидкообразных систем.
- Б. Это не зависящая от напряжения сдвига минимальная вязкость структурированной жидкости при предельном разрушении структуры.
- В. Это вязкость, которая характеризует добавочное сопротивление течению структурированной жидкости со стороны сеткообразных структур и зависит от напряжения сдвига.
- Г. Это максимальная вязкость, не зависящая от напряжения сдвига, которой обладает структурированная жидкость при отсутствии разрушения структуры.

6. Чем можно объяснить отклонение экспериментальной зависимости вязкости системы от уравнения Эйнштейна при высоких концентрациях дисперсной фазы?

- А. Уравнение Эйнштейна не учитывает сжимаемость системы, возможную смену режима течения и взаимодействие между частицами.
- Б. Происходит образование дополнительных структурных связей в макромолекуле полимера.
- В. Начинают проявляться стерические факторы.
- Г. Происходит разрушение структуры, и вязкость изменяется.

7. По какой зависимости и как можно определить коэффициент уравнения Эйнштейна?



8. С чем может быть связано падение скорости вращения ротора при определении вязкости в ротационном вискозиметре?

- А. С изменением величины внешнего поля.
- Б. С действием сил трения исследуемой жидкости о ротор.
- В. С понижением температуры.
- Г. С увеличением интенсивности взаимодействия исследуемой и стандартной жидкостей.

9. Какую зависимость необходимо построить для определения энергии активации вязкого течения?

- А. Необходимо построить зависимость  $\ln \eta_{\text{уд}} = f(1/T)$ .
- Б. Необходимо построить зависимость  $\ln \eta_{\text{прив}} = f(1/T)$ .
- В. Необходимо построить зависимость  $\ln \eta_{\text{отн}} = f(1/T)$ .
- Г. Необходимо построить зависимость  $\ln \eta = f(1/T)$ .

10. Определите диаметр сечения капиллярного вискозиметра длиной 5см, если 3 мл ньютоновской жидкости с вязкостью  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с протекают через него под давлением в  $100 \text{ Н/м}^2$  за 61с.

### ВАРИАНТ № 11

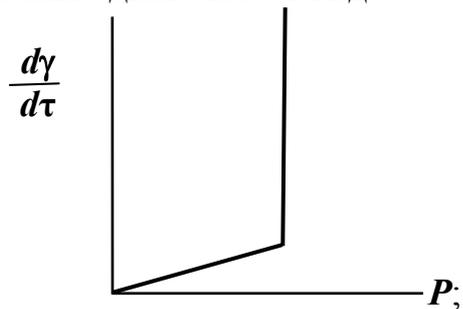
1. Как называется явление возрастания прочности структуры со временем при действии на систему напряжения сдвига?

- А. Старением системы.
- Б. Синерезисом.
- В. Реопексией.
- Г. Коагуляцией.

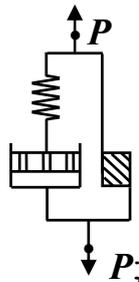
3. Какие положения справедливы для модели вязкопластического тела?

1) в модели при малых напряжениях развиваются только упругие деформации, и при  $P < P_T$  величина  $dy/d\tau = 0$ . При достижении  $P > P_T$  имеет место пластическая деформация, растущая до бесконечности, и вязкопластическое тело начинает течь;

2) зависимость деформации от напряжения сдвига имеет вид:



3) схема реологической модели имеет вид:



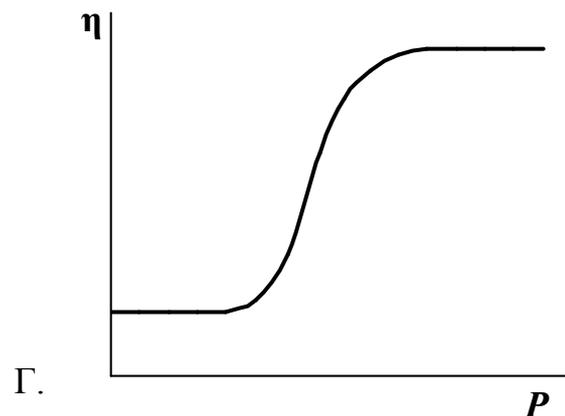
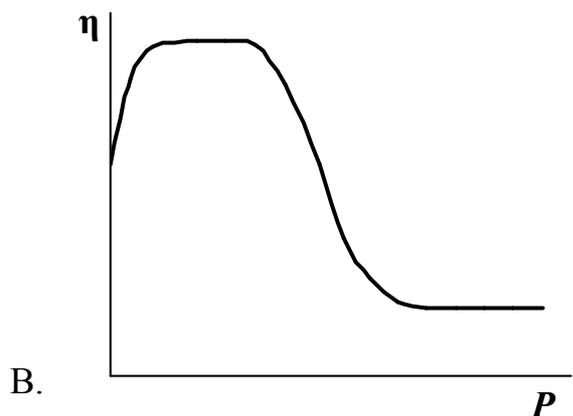
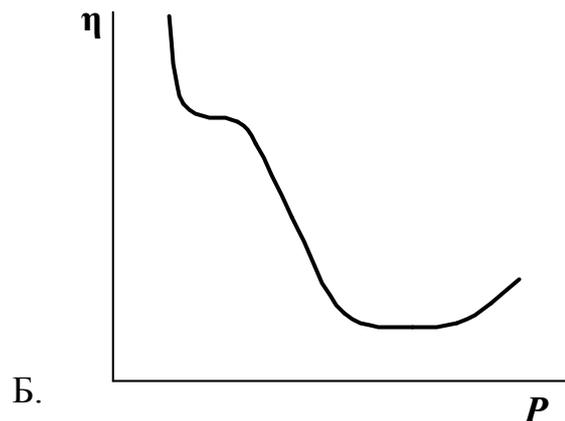
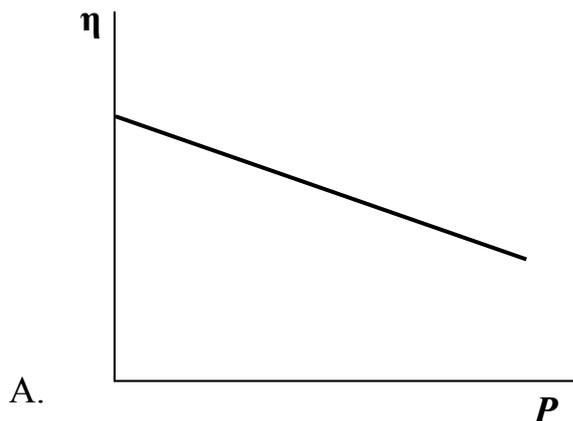
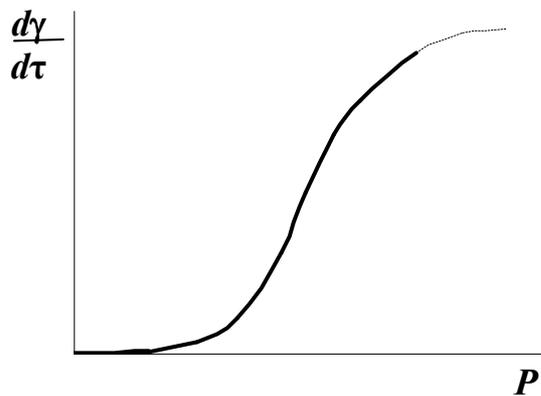
4) реологическое поведение модели описывается уравнением:

$$\eta = \eta^* + \frac{P_T}{dy/d\tau}$$

Правильными ответами являются:

- А. 1 и 4.
- Б. 2 и 3.
- В. 1, 3 и 4.
- Г. Все положения верны.

4. Какая из нижеприведенных зависимостей вязкости от напряжения сдвига соответствует данной реологической кривой?



5. Как можно определить энергию активации вязкого течения системы?

- А. По уравнению  $\eta = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$ .
- Б. Как котангенс угла наклона линейной зависимости динамической вязкости от температуры.
- В. Как тангенс угла линейной зависимости логарифма динамической вязкости от обратной температуры.
- Г. Все ответы верны.

6. Какими причинами объясняется отклонение коэффициента в уравнении Эйнштейна от величины 2,5?

- 1) отклонением формы частиц дисперсной фазы от сферичности, что приводит к повышению сопротивления их движению и местной турбулизации жидкости;

- 2) наличием вращательного броуновского движения;
- 3) электровязкостным эффектом;
- 4) потерей агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате слипания и слияния частиц.

*Правильными ответами являются:*

А. Все ответы верны.    Б. 1 и 2.    В. 3 и 4.    Г. Только 1.

7. Что характеризует изоэлектрическая точка для растворов высокомолекулярных соединений?

- А. Значение рН, при котором количество ионизированных основных и кислотных групп полиамфолита одинаково и минимально.
- Б. Значение минимальной вязкости растворов полиамфолитов при предельном разрушении структуры, которое не зависит от напряжения сдвига.
- В. Значение рН, при котором макромолекулы полиамфолита предельно распрямлены и наблюдается максимальная вязкость раствора.
- Г. Значение максимальной вязкости растворов полиамфолитов при отсутствии разрушения структуры, которое не зависит от напряжения сдвига.

8. Каким образом определяется вязкость полимеров с применением шариковых вискозиметров?

- А. Вязкость определяется по времени подъема шарика к поверхности стандартной жидкости.
- Б. Вязкость определяется по степени деформации стандартной жидкости.
- В. Вязкость определяется по скорости прохождения шарика или по скорости деформации.
- Г. Вязкость определяется соотношением времени движения шарика в стандартном и исследуемом растворе.

9. Какое соотношение отвечает уравнению Пуазейля?

А.  $U = \frac{\pi r^4}{8\eta L} \Delta P$ .    Б.  $U = \frac{8\pi L^4}{\eta r} \Delta P$ .    В.  $\Delta P = \frac{\pi r^4}{8\eta L} U$ .    Г.  $U = \frac{8\eta L}{\pi r^4} \Delta P$ .

10. Определите постоянную капиллярного вискозиметра если известно, что время истечения чистого растворителя 34 с, вязкость при 25<sup>0</sup>С составляет 0,31·10<sup>-3</sup>Па·с. Плотность вещества при данной температуре 0,78г/см<sup>3</sup>.

## ВАРИАНТ № 12

1. В чем проявляется старение коагуляционных систем во времени?

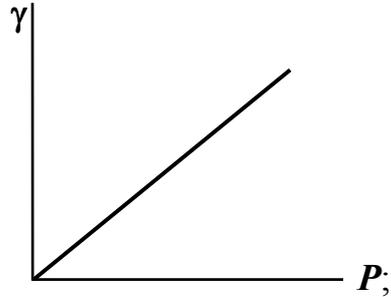
- А. В постепенном упрочнении структуры, ее сжатии и высвобождении части жидкости из структурной сетки.
- Б. В постепенном ослаблении структуры за счет проникновения в нее части молекул растворителя.

- В. В потере агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате слипания и слияния частиц.
- Г. В образовании пространственной сетки за счет взаимодействия частиц дисперсной фазы в процессе коагуляции.

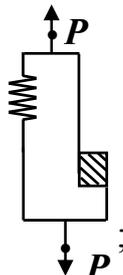
2. Для модели идеально пластического тела справедливы положения:

1) деформация такого тела, развиваемая при достижении предела текучести, не имеет предела, и течение происходит с любой скоростью;

2) зависимость деформации от напряжения сдвига имеет вид:



3) схема реологической модели имеет вид:

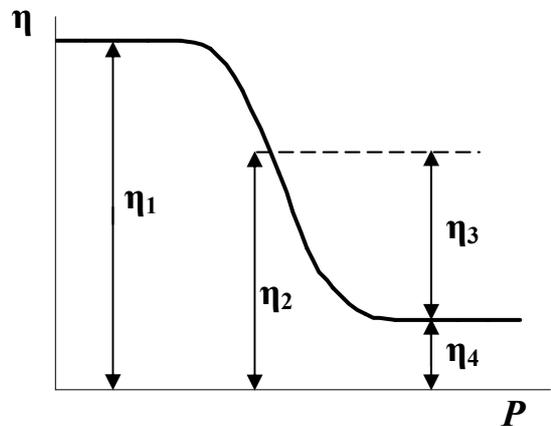
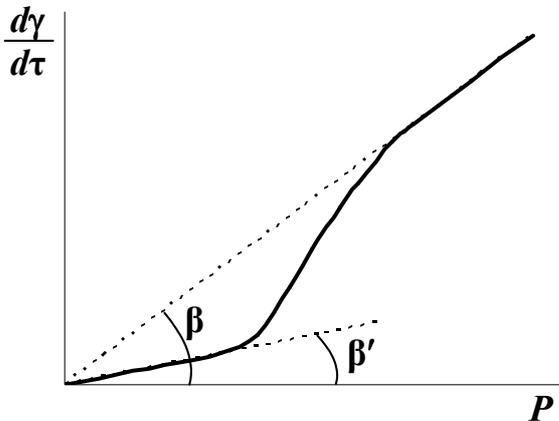


4) при  $P < P_T$ ,  $\gamma = 0$  и  $dy/d\tau = 0$ , при  $P = P_T$   $\gamma > 0$  и  $dy/d\tau > 0$ , где  $P_T$  – предел текучести.

Правильными ответами являются:

- А. 2 и 3.    Б. 1, 2 и 4.    В. 1 и 4.    Г. Все положения верны.

3. Какие из указанных ниже соотношений для представленных зависимостей верны?



А.  $\eta_1 = \text{ctg } \beta$ ,  $\eta_4 = \text{ctg } \beta'$ .

Б.  $\eta_4 = \text{ctg } \beta$ ,  $\eta_1 = \text{ctg } \beta'$ .

В.  $\eta_2 = \text{ctg } \beta$ ,  $\eta_3 = \text{ctg } \beta'$ .

Г.  $\eta_3 = \text{ctg } \beta$ ,  $\eta_2 = \text{ctg } \beta'$ .

4. Что такое температурный гистерезис?

- А. Увеличение вязкости некоторых растворов ВМС при увеличении температуры.
- Б. Изменение энергии активации вязкого течения в зависимости от температуры.
- В. Уменьшение вязкости дисперсных систем при повышении температуры.
- Г. Несовпадение значений вязкости, определенных в ходе нагревания, с величинами, полученными при охлаждении системы.

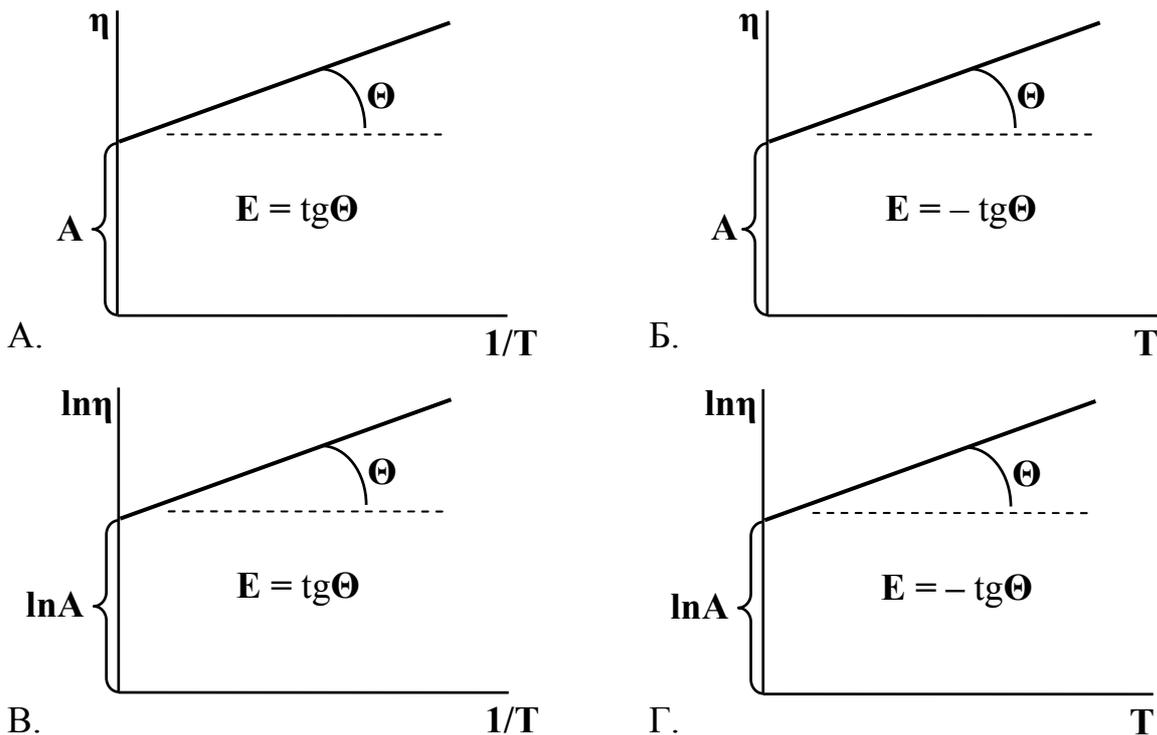
5. С чем связано неподчинение реологического поведения структурированных жидкостей уравнению Эйнштейна?

- А. С наличием абсорбционных, сольватных и двойных электрических поверхностных слоев у частиц дисперсной фазы.
- Б. С отклонением формы частиц дисперсной фазы от сферичности, что приводит к повышению сопротивления их движению и местной турбулизации жидкости.
- В. С влиянием электровязкостного эффекта.
- Г. Все варианты верны.

6. Какое уравнение определяет физический смысл характеристической вязкости?

- А.  $[\eta] = \lim_{\varphi \rightarrow 0} (\eta_{\text{прив}}/\varphi)$ .
- Б.  $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta/c)$ .
- В.  $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta_{\text{уд}}/c)$ .
- Г.  $[\eta] = \lim_{\varphi \rightarrow 0} (\eta_{\text{уд}}/\varphi)$ .

7. В каких координатах целесообразно представить экспериментальные данные для нахождения предэкспоненциального коэффициента и энергии активации вязкого течения? Как их определить?



8. Можно утверждать, что при остаточной деформации:

- 1) изменения в системе остаются и после снятия нагрузки;
- 2) структура тела полностью восстанавливается после снятия нагрузки;
- 3) изменения в системе обратимы;
- 4) наблюдается относительное смещение точек системы, при котором не нарушается ее сплошность.

Правильными ответами являются:

А. 1 и 4.    Б. 1, 3 и 4.    В. 2, 3 и 4.    Г. 2 и 3.

9. Что такое постоянная капиллярного вискозиметра?

- А. Величина, характеризующая свойства материала, из которого изготовлен вискозиметр.
- Б. Величина, определяемая экспериментально по опыту с чистым растворителем, вязкость которого известна.
- В. Величина, определяемая по опыту с раствором полимера, вязкость которого максимальна.
- Г. Величина, характеризующая объем раствора, протекающего по капилляру вискозиметра.

10. По экспериментальным данным, полученным при помощи капиллярного вискозиметра, постройте реологическую кривую для исследуемой жидкости.

$P, \text{Н/м}^2$	10	15	20	25
Скорость деформации, $\text{с}^{-1}$	$1,18 \cdot 10^{-3}$	$1,76 \cdot 10^{-3}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$	$2,90 \cdot 10^{-3}$

Рассчитайте вязкость жидкости.

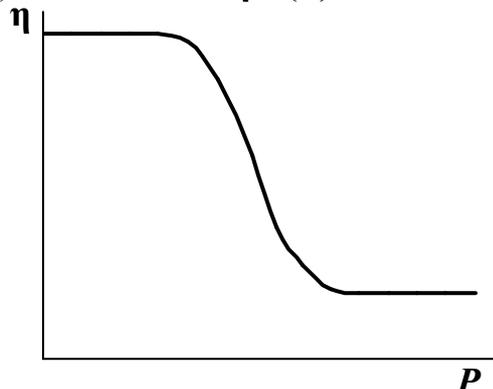
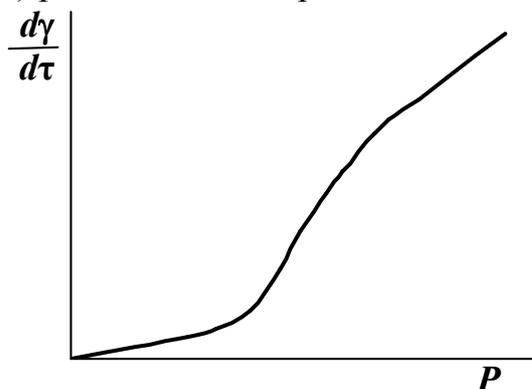
### ВАРИАНТ № 13

1. Согласно первой аксиоме реологии:

- А. При всестороннем равномерном сжатии все материальные системы ведут себя как идеальные упругие тела.
- Б. Любая материальная система обладает всеми реологическими свойствами, которые проявляются при сдвиговой деформации.
- В. Изотропное сжатие позволяет выявить различия в структуре тел.
- Г. Все положения верны.

2. Для неньютоновских жидкостей справедливы утверждения:

- 1) напряжение, необходимое для разрушения структуры, отсутствует, т.е. предел текучести  $P_T = 0$ ;
- 2) реологическая кривая имеет вид:
- 3) вязкость системы  $\eta$  зависит от напряжения сдвига и от размеров частиц дисперсной фазы;
- 4) зависимость  $\eta=f(P)$  имеет вид:



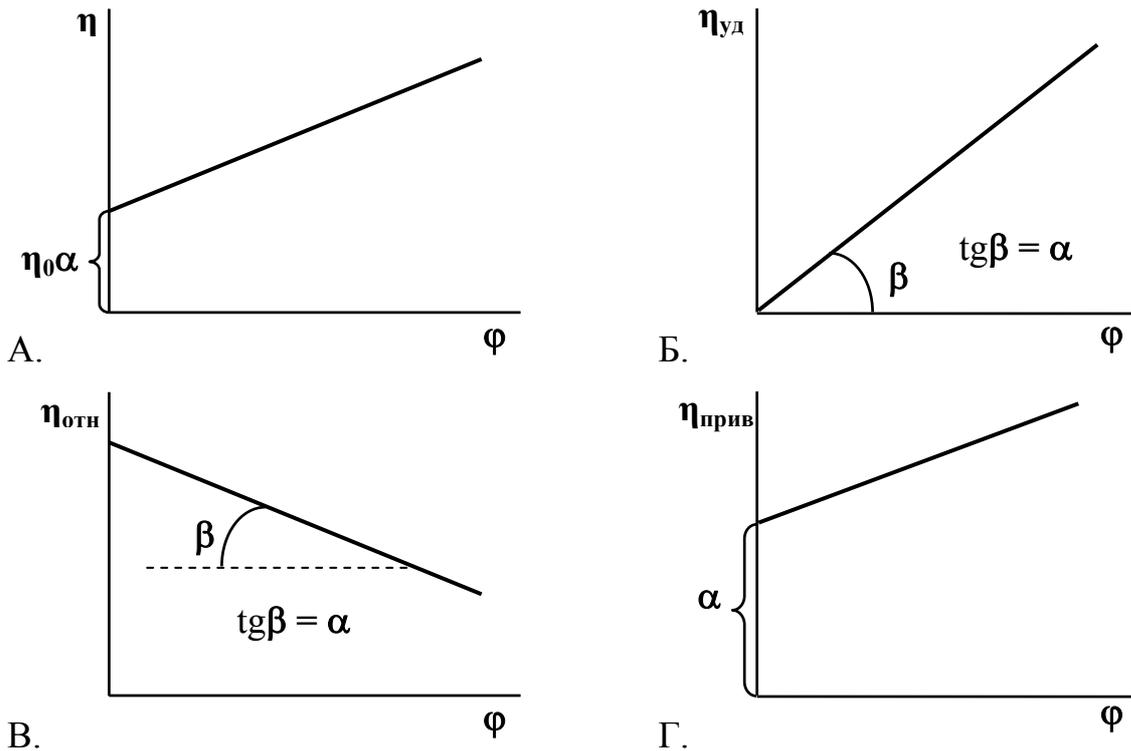
Правильными ответами являются:

А. 2 и 4.    Б. 1 и 3.    В. Все ответы верны.    Г. 2, 3 и 4.

**3.** Какая деформация характерна для идеально упругого тела Гука?

- А. После снятия нагрузки такое тело мгновенно приобретает исходную форму. Деформация  $\gamma$  в упругом теле пропорциональна напряжению сдвига  $P$ :  $P = E \gamma$ .
- Б. После снятия нагрузки такое тело медленно приобретает исходную форму. Связь напряжения сдвига и деформации описывается уравнением:  $P = \eta \, d\gamma/d\tau$ .
- В. У такого тела деформация отсутствует, если напряжение сдвига меньше некоторой величины  $P_T$ , т.е. при  $P < P_T$  значения  $\gamma = 0$  и  $d\gamma/d\tau = 0$ . Если напряжение достигнет значения  $P_T$ , то структура разрушается, после чего сопротивление напряжению полностью отсутствует.
- Г. Для такого тела характерна необратимая остаточная деформация, при которой изменения в системе остаются и после снятия нагрузки.

**4.** По какому графику и как можно определить коэффициент  $\alpha$ , характеризующий форму частиц дисперсной фазы?

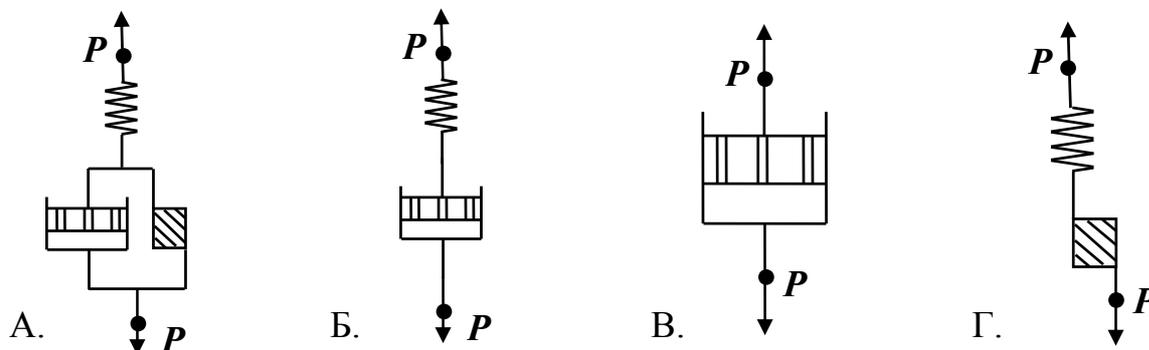


**5.** Какие изменения происходят в структурированной системе при нагрузке, равной динамическому предельному напряжению сдвига?

- А. Происходит медленное вязкопластическое течение (ползучесть), вязкость в системе практически не изменяется и имеет высокие значения.
- Б. Структура начинает раскалываться на отдельные участки, и наблюдается деформация сдвига, но структура при этом успевает обратимо восстановиться.

- В. Структура разрушается и не успевает восстановиться.
- Г. Остатки структуры полностью распадаются до отдельных коллоидных частиц или макромолекул.

6. Какая схема отвечает поведению вязкопластического тела Бингама?



7. С какой целью при вискозиметрическом определении вязкости проводится опыт с чистым растворителем?

- А. Для определения постоянной вискозиметра.
- Б. Для дополнительной промывки вискозиметра.
- В. Для удаления пузырьков воздуха из капилляра вискозиметра.
- Г. Для определения вязкости чистого растворителя.

8. Чем отличается капиллярный вискозиметр ВПЖ от вискозиметра Убеллоде?

- А. Жидкость в вискозиметре ВПЖ течет через капилляр только за счет внешнего давления.
- Б. Жидкость в вискозиметре ВПЖ течет через капилляр как за счет внешнего, так и гидростатического давления.
- В. Жидкость в вискозиметре ВПЖ течет через капилляр только за счет гидростатического давления.
- Г. Жидкость в вискозиметре ВПЖ течет только за счет своего собственного веса.

9. Почему значения вязкости, определенные при разных температурах в ходе нагрева системы, не совпадают с таковыми, полученными при охлаждении системы?

- А. За счет ослабления межмолекулярного взаимодействия вследствие теплового расширения жидкостей и увеличения энергии теплового движения при нагревании.
- Б. За счет возникновения силы внутреннего трения, вследствие межмолекулярного взаимодействия близко расположенных молекул.
- В. Поскольку при охлаждении системы образуется плотный осадок, и структурирование системы не происходит.
- Г. Поскольку скорость разрушения структуры при нагревании и скорость ее формирования при охлаждении системы различаются.

10. Определите энергию активации вязкого течения и постоянную уравнения Френкеля, если при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  вязкость дисперсной системы составляет  $0,6 \cdot 10^{-3}$  Па·с, а при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  –  $0,5 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

### ВАРИАНТ № 14

1. Для идеально вязкого тела Ньютона справедливо утверждение:

- А. Для такого тела характерна необратимая остаточная деформация, при которой изменения в системе остаются и после снятия нагрузки.
- Б. После снятия нагрузки такое тело мгновенно приобретает исходную форму. Деформация  $\gamma$  в идеально упругом теле пропорциональна напряжению сдвига  $P$ :  $P = E \gamma$ .
- В. При ламинарном течении такого тела с вязкостью  $\eta$  через сечение площадью  $S$  сила вязкостного сопротивления  $F$  пропорциональна градиенту скорости течения:  $F = \eta S du/dx$ .
- Г. После снятия нагрузки такое тело медленно приобретает исходную форму. Связь напряжения сдвига и наблюдаемой деформации можно описать уравнением:  $P = \eta dy/d\tau$ .

2. Какие изменения наблюдаются при упругой деформации?

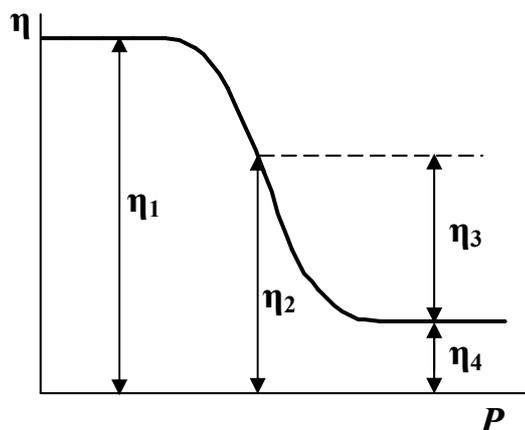
- 1) наблюдается относительное смещение точек системы, при котором не нарушается ее сплошность;
- 2) структура тела полностью восстанавливается после снятия нагрузки;
- 3) эта деформация обратима;
- 4) изменения в системе остаются и после снятия нагрузки.

Правильными ответами являются:

- А. Только 4.    Б. 1, 2 и 3.    В. Только 2.    Г. 1 и 4.

3. Какое из указанных значений  $\eta$  соответствует значению полной вязкости структурированной жидкости при напряжении сдвига, превышающем предел текучести по Бингаму?

- А.  $\eta_1$ .
- Б.  $\eta_2$ .
- В.  $\eta_3$ .
- Г.  $\eta_4$ .

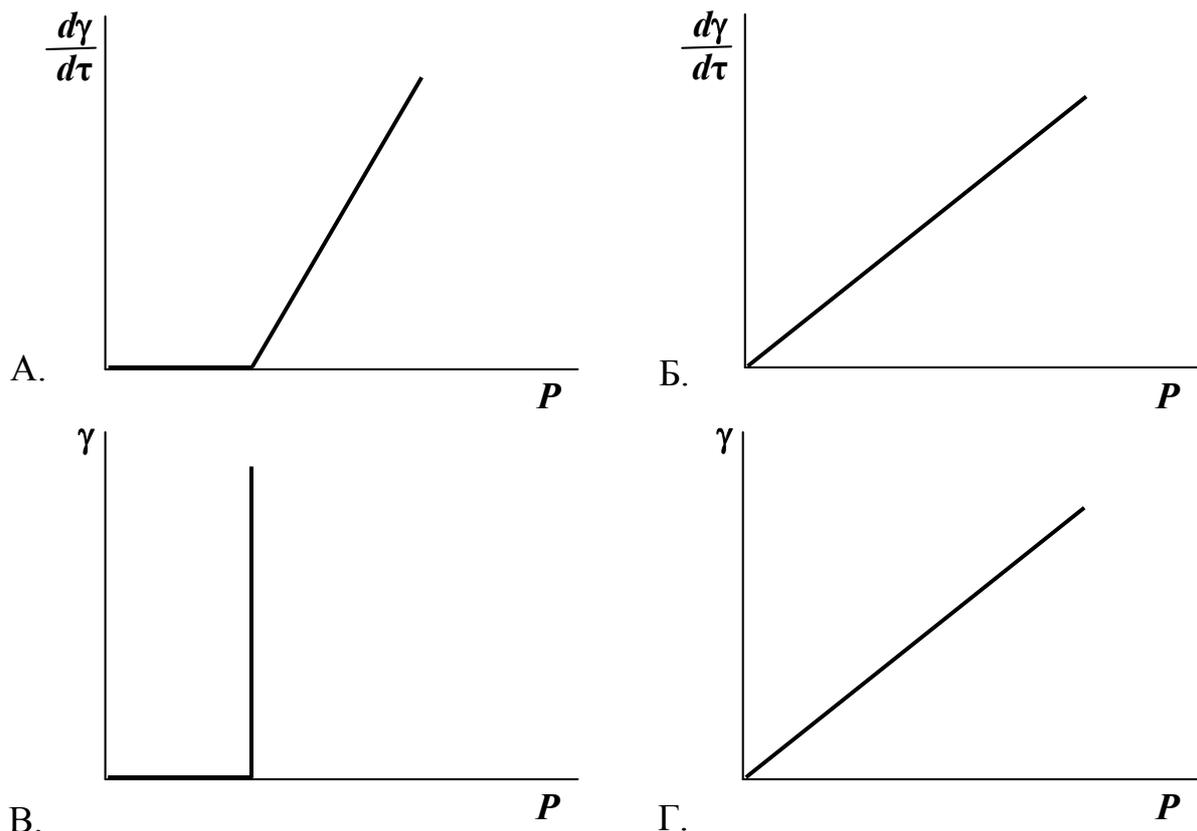


4. Что такое структурная вязкость?

- А. Это вязкость, которая характеризует добавочное сопротивление течению структурированной жидкости со стороны сеткообразных структур и зависит от напряжения сдвига.

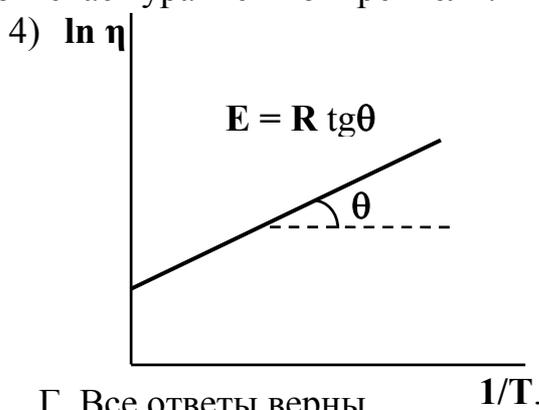
- Б. Это величина, определяемая по соотношению  $\eta/\rho$ , которая обычно используется при расчетах гидродинамических критериев течения жидкообразных систем.
- В. Это не зависящая от напряжения сдвига минимальная вязкость структурированной жидкости при предельном разрушении структуры.
- Г. Это максимальная вязкость, не зависящая от напряжения сдвига, которой обладает структурированная жидкость при отсутствии разрушения структуры.

5. Какая реологическая кривая описывается уравнением Бингама?



6. Какое из приведенных положений отвечает уравнению Френкеля?

- 1)  $\eta = A \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$ ;
- 2) зависимость  $\eta$  от  $T$  является нелинейной;
- 3) с ростом температуры вязкость дисперсных систем уменьшается;



Правильными ответами являются:

- А. 1 и 3.    Б. 2 и 4.    В. Только 1.    Г. Все ответы верны.

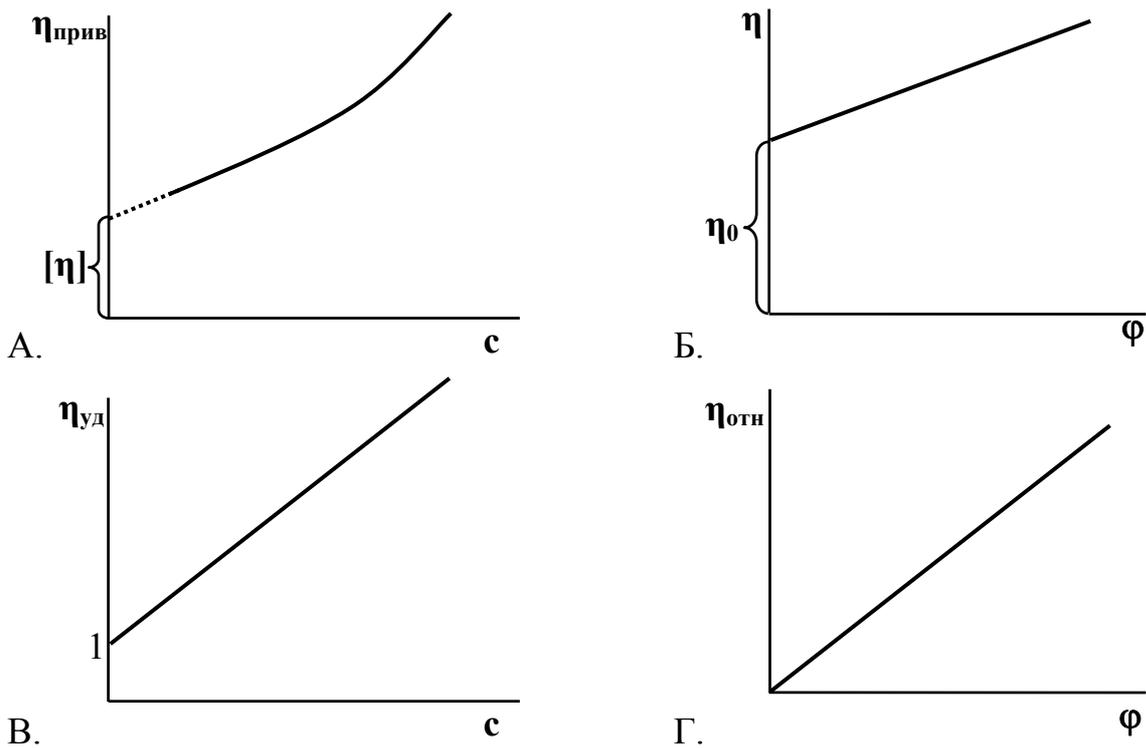
7. Можно ли при определении вязкости с помощью капиллярного вискозиметра исключить из эксперимента опыт с чистым растворителем?

- А. Нет, так как вязкость растворителя неизвестна.
- Б. Да, если известен объем жидкости, протекающей через капилляр.
- В. Да, если известна величина постоянной вискозиметра.
- В. Нет, так как для определения постоянной вискозиметра необходима вязкость чистого растворителя.

8. Какие экспериментальные данные необходимы для расчета молекулярной массы полимера?

- А. Зависимость вязкости от объемной доли, значение константы  $\alpha$ .
- Б. Зависимость характеристической вязкости от концентрации, значения констант  $K$  и  $\alpha$ .
- В. Зависимость удельной вязкости от объемной доли дисперсной фазы, значение константы  $\alpha$ .
- Г. Зависимость приведенной вязкости от концентрации, значения констант  $K$  и  $\alpha$ .

9. Какая из приведенных экспериментальных зависимостей отражает зависимость вязкости от концентрации согласно уравнению Эйнштейна?



10. Определите деформацию образца полиуретанового каучука при различных температурах, если к нему приложено постоянное напряжение  $5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ . Используйте следующие значения модуля упругой деформации:

$T, \text{ К}$	233	263	293
$E \cdot 10^{-6}, \text{ Н/м}^2$	167,0	20,0	11,1

## ВАРИАНТ № 15

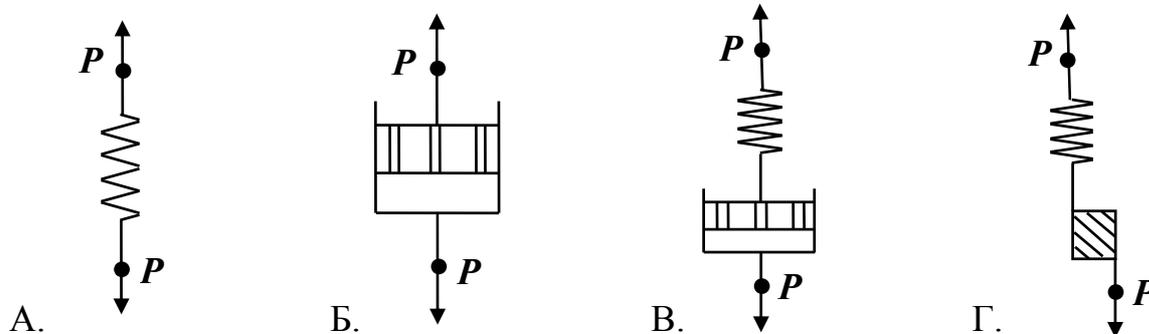
1. Согласно второй аксиоме реологии:

- А. При всестороннем равномерном сжатии все материальные системы ведут себя как идеальные упругие тела.
- Б. Любая материальная система обладает всеми реологическими свойствами, которые проявляются при сдвиговой деформации.
- В. Изотропное сжатие позволяет выявить различия в структуре тел.
- Г. Все положения верны.

2. Что такое динамическое предельное напряжение сдвига?

- А. Это напряжение сдвига, при котором остатки структуры полностью распадаются до отдельных коллоидных частиц или макромолекул.
- Б. Это значение напряжения сдвига, которое получается экстраполяцией на ось напряжений участка зависимости  $dy/dt = f(P)$  для структурированной системы, на котором наблюдается резкий подъем.
- В. Это напряжение сдвига, при котором происходит медленное вязкопластическое течение (ползучесть), вязкость в системе практически не изменяется и имеет высокие значения.
- Г. Это напряжение сдвига, при котором структура начинает раскалываться на отдельные участки и наблюдается деформация сдвига, но структура при этом успевает обратимо восстановиться.

3. Какая схема отвечает поведению идеального тела Гука?



4. Какое из приведенных выражений применимо для определения молекулярной массы полимера, имеющего палочкообразные макромолекулы с короткими и жесткими цепями?

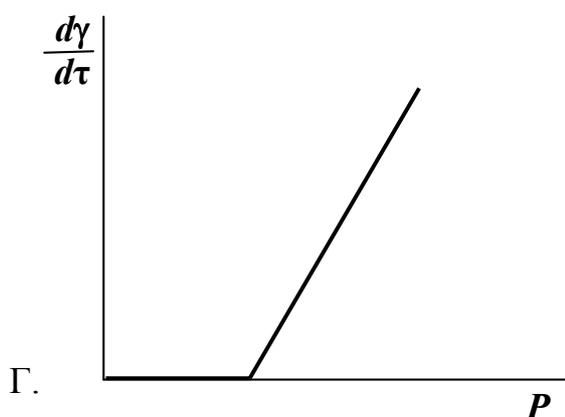
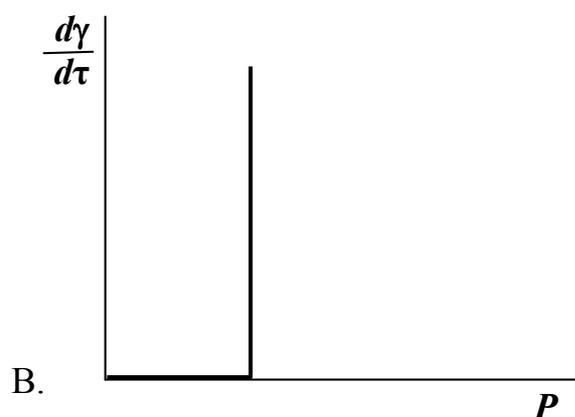
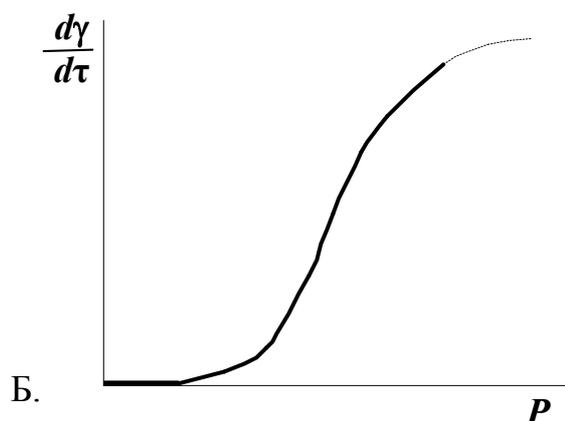
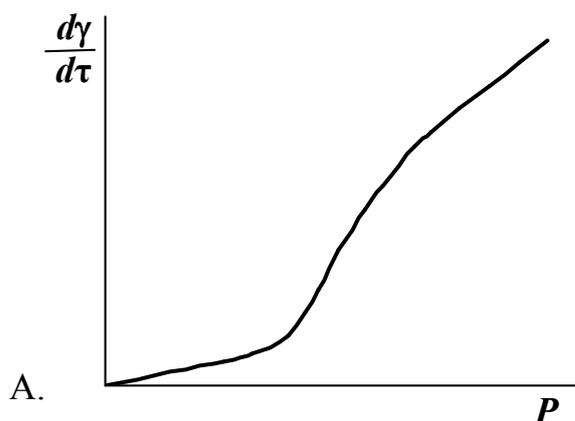
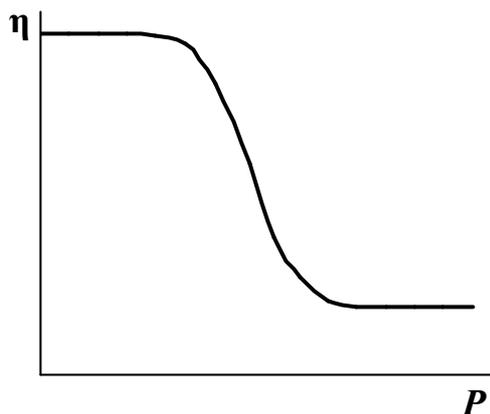
- А.  $\eta = A \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$ .
- Б.  $[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta_{уд}/c)$ .
- В.  $[\eta] = K M^a$ .
- Г.  $\eta_{прив} = K M$ .

5. При каких условиях применимо уравнение Эйнштейна?

- А. Система несжимаема и находится в режиме ламинарного течения.
- Б. Скольжение между частицами и жидкостью минимально и взаимодействие между частицами отсутствует.
- В. Реологическое поведение жидкости подчиняется уравнению Ньютона.

Г. Все варианты верны.

6. Какая из нижеприведенных реологических кривых соответствует данной зависимости вязкости от напряжения сдвига?



7. От каких характеристик зависит постоянная капиллярного вискозиметра?

- А. От радиуса и длины капилляра.
- Б. От концентрации раствора полимера.
- В. От разницы давлений на концах капилляра.
- Г. От объема жидкости, протекающей через капилляр.

6. Как изменяется вязкость систем при увеличении температуры?

- А. Вследствие теплового расширения жидкости ослабевает межмолекулярное взаимодействие, и вязкость дисперсной системы уменьшается.
- Б. Вследствие увеличения энергии теплового движения частиц снижается внутреннее трение, и вязкость дисперсной системы уменьшается.

В. Интенсификация теплового движения макромолекул с длинными неразветвленными цепями препятствует их ориентации в потоке, и вязкость растворов полимеров может возрастать.

Г. Все варианты верны.

**9.** В чем принципиальное отличие шариковых вискозиметров от капиллярных вискозиметров типа ВПЖ?

А. Вязкость в шариковых вискозиметрах определяется по времени подъема шарика к поверхности эталонной жидкости.

Б. Вязкость в шариковых вискозиметрах определяется по скорости прохождения шарика или по скорости деформации.

В. Вязкость в шариковых вискозиметрах определяется по времени истечения растворов.

Г. Вязкость в шариковых вискозиметрах определяется по времени истечения эталонной жидкости.

**10.** Рассчитайте объемную долю дисперсной фазы гидрозоля диоксида кремния, если известно, что его вязкость на 10% больше вязкости дисперсионной среды. Частицы дисперсной фазы имеют сферическую форму, плотность  $\text{SiO}_2$  равна  $2,7 \text{ г/см}^3$ , плотность дисперсионной среды  $1 \text{ г/см}^3$ .

Составители:

Немцева Марина Павловна  
Филиппов Дмитрий Вячеславович  
Улитин Михаил Валерьевич

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для программированного опроса студентов при прохождении лабораторного  
практикума по теме  
«РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ»

Техн. редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 9.07.2009. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая.  
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,58. Тираж 100 экз. Заказ .

ГОУ ВПО Ивановский государственный  
химико-технологический университет.

Отпечатано на полиграфическом оборудовании  
кафедры экономики и финансов ГОУВПО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, пр. Ф.Энгельса, 7