

Лекция №6

Реологические свойства
глиняных масс

План лекции:

- Реология – как наука о деформациях и текучести вещества.
- Упруго-пластично-вязкие свойства жидких и пластичных глиняных масс: пластическая прочность, деформация и модуль упругости.
- Развитие видов деформации в глиняных массах: быстрой эластической, медленной эластической, пластической.

- **Реология** – наука о деформациях и текучести вещества, исследующая различные деформации материалов в зависимости от напряжении
- Реологические свойства глиняных масс:
 - Пластическая прочность
 - Деформация
 - Модуль упругости
- В основе количественной оценки структурно-механических (реологических) свойств формовочных масс лежат теоретические основы самостоятельного раздела коллоидной химии, называемого физико-химической механикой, основные положения которого разработаны академиком П.А.Ребиндером
- Приготовленная масса обладает определенными качественными характеристиками, оцениваемыми по показателям свойств
- Свойства выражают способность вещества реагировать на внешние и внутренние факторы (механические, тепловые, гравитационные и др.)
- Главным свойством приготовленной смеси (массы) является ее способность к технологической обработке – распределению слоя заданной толщины, уплотнению, формованию с уплотнением.
- Такую способность смеси называют удобоформуемостью, подвижностью и относят к группе структурно-механических или реологических свойств

- В дисперсных пластичных массах, в том числе и глинистых, под действием сдвиговых напряжений могут возникнуть три типа деформации:
- быстрая эластическая ϵ_b ,
- медленная эластическая ϵ_m
- пластическая деформации $\epsilon_{пл}$

- Разрывы первичных контактов различных типов и образование новых, вторичных, происходящие при нагружениях системы выше условного статического предела текучести, составляют пластическую деформацию

- Суммарная деформация, возникающая при нагружениях дисперсий глинистых минералов, глин и керамических масс, состоит из трех видов деформации: двух обратимых, протекающих с различными скоростями и исчезающих после снятия нагрузки (быстрой и медленной эластических), и одной необратимой (пластической)

- Эти деформации развиваются одновременно, но по величине различно сочетаются между собой в деформационном процессе

- **Быстрая эластическая деформация**
 ϵ_6 происходит в первое мгновение после приложения внешнего усилия; она связана с шарнирным поворотом и упругой деформацией частиц дисперсной фазы
- При снятии нагрузки быстрая эластическая деформация полностью и также мгновенно исчезает (равновесное состояние достигается со скоростью, близкой к скорости звука в данном теле)

- **Медленная эластическая деформация ϵ_M** развивается с момента приложения внешней нагрузки в течение нескольких, обычно 3-10 мин, с постепенно уменьшающейся скоростью; она связана с несколькими смещением (скольжением) частиц относительно друг друга без разрыва межмолекулярных связей и разрушения структуры
- При снятии нагрузки медленная эластическая деформация полностью обратима, причем восстановление системы происходит также с постепенным замедлением
- **Пластическая деформация $\epsilon_{пл}$** возникает только тогда, когда напряжение сдвига достигнет определенной величины, называемой **предельным напряжением сдвига** или **пределом текучести** (верхний предел влажности, при котором глина сохраняет пластические свойства)

- **Пластическая прочность** или **механическая прочность** структуры представляет собой предельное напряжение сдвига, которое может выдержать пластичная масса при статическом нагружении
- При пластической деформации происходит частичное разрушение структуры, которая самопроизвольно восстанавливается со временем (явление тиксотропии)
- Поскольку при данном напряжении в системе устанавливается равновесие процессов разрушения и тиксотропного восстановления, общее разрушение структуры не нарастает во времени
- Деформация этого вида происходит с постоянной скоростью и после снятия напряжения не исчезает, т.е. является необратимой

- Если приложенная внешняя нагрузка вызывает напряжения, лежащие ниже предела текучести $P_{m'}$, то в системе возникают только первые два вида деформации ϵ_b и ϵ_m

- Если напряжения превышают $P_{m'}$, то имеют место деформации всех видов, причем в притечении дисперсных систем в области неразрушенных структур отдельные деформации складываются друг с другом, т.е.

общая деформация $\epsilon = \epsilon_b + \epsilon_m + \epsilon_{пл}$ или

$$\epsilon' = \epsilon'_b + \epsilon'_m + \epsilon'_{пл}$$

где ϵ' (с соответствующими индексами) – относительная деформация, равная по отношению абсолютной деформации ϵ к толщине деформируемого слоя a .

- Модуль быстрой эластической деформации (модуль упругости)

$$E_{уп} = P/\epsilon'_б = Pa/\epsilon_б$$

- Модуль медленной эластической деформации (модуль эластичности) $E_{эл} = P/\epsilon'_м = Pa/\epsilon_м = Pa/(\epsilon_{эл} - \epsilon_б)$

- Наибольшая пластическая (шведовская) вязкость

$$\eta_{пл} = (P - P_m)/d\epsilon'_{пл}/d\tau = (P - P_m)a/d\epsilon_{пл}/d\tau$$

где $P - P_m$ соответствует действующему напряжению, поддерживающему пластическое течение.

- Вязкость упругого последействия

$$\eta_{уп} = P/(d\epsilon'_б/d\tau - d\epsilon'_{пл}/d\tau) = Pa/(d\epsilon_б/d\tau - d\epsilon_{пл}/d\tau)$$