

# Физико-химическая сущность процесса вспучивания

Проверила: Байсариева А.М

- Сущность процесса получения керамзита заключается в ускоренном нагревании глинистых пород до пиропластического состояния (до размягчения) с одновременным образованием и выделением в обжигаемом материале газообразных продуктов, способных произвести вспучивание.
- При нагреве глинистых пород происходят следующие процессы: удаление свободной и физически связанной воды ( $100-150^{\circ}$ ), химически связанной воды ( $300-800^{\circ}$ ); диссоциация карбонатов с выделением свободной  $\text{CO}_2$  ( $600-950^{\circ}$ ); диссоциация сульфатов и сульфидов с выделением  $\text{SO}_2$  ( $550-1000^{\circ}$ ); выгорание углерода ( $900-1000^{\circ}$ ); восстановление окислов железа с высвобождением газообразных продуктов (выше  $1000^{\circ}$ ); разложение глинистых минералов ( $700-900^{\circ}$ ); разложение минералов магматических пород с выделением конституционной воды ( $400-800^{\circ}$ ); одновременно происходит размягчение материала и появление жидкой фазы (эвтектических расплавов) и др.

- При медленном нагревании глинистой породы, даже с хорошей вспучиваемостью, не происходит ни вспучивания ее, ни образования мелкопористой структуры, характерной для керамзита. В этом случае образуется пористый черепок. Масса не вспучивалась в результате преждевременного удаления газообразных продуктов - до приобретения ею оптимальной вязкости.

- При ускоренной термической обработке глинистых пород температурные интервалы, в которых протекают вышеперечисленные процессы, смещаются в сторону более высоких температур, сближаются и частично накладываются друг на друга, а поэтому и возможно совмещение процесса газообразования с процессом перехода массы в пиропластическое состояние с оптимальной вязкостью, в результате чего происходит ее вспучивание.
- Как было показано ранее, возникновение одного процесса газообразования в определенном интервале температур обжига сырья еще недостаточно для вспучивания массы, необходимо также, чтобы она имела оптимальную вязкость в этом интервале (1050-1250°) и достаточный интервал размягчения (не менее 50°).
- В связи с этим следует рассмотреть условия размягчения глин, роль отдельных окислов (окислов железа, натрия, калия, кальция и др.). влияние этих окислов и соединений на вязкость расплава, температурные интервалы вспучивания и др.

- Сложная смесь минералов и соединений, подвергаясь нагреванию, претерпевает происходящие в ней физико-химические процессы. В начале нагревания состояние глинистой системы характеризуется более многочисленными и менее подвижными атомами. При дальнейшем нагревании в системе появляются более подвижные атомы, обуславливающие влияние диффузных процессов, контактирование с поверхностями других атомов, входящих в полиминеральную массу глин. Вследствие этого между ними начинают протекать химические реакции еще в твердом состоянии. Эти реакции готовят систему к переходу в новое агрегатное состояние.
- В период нагрева массы до  $800-900^{\circ}$  в ней появляется жидкая фаза вследствие образования низкотемпературных эвтектических расплавов от взаимодействия щелочных окислов ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) с другими компонентами ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ). Так, например, трехкомпонентная система  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  образует эвтектический расплав уже при  $725^{\circ}$ , двухкомпонентная система  $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  - при  $770$  и  $1045^{\circ}$  и др. Количество жидкой фазы непрерывно увеличивается при повышении температуры нагрева как за счет новых эвтектик, так и за счет взаимодействия их с кристаллическими составляющими. Появляются эвтектики системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  при  $874$  и  $1089^{\circ}$ ,  $\text{FeO}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  при  $1070$  и  $1117^{\circ}$ ,  $\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  при  $1100$  и  $1177^{\circ}$  и др.

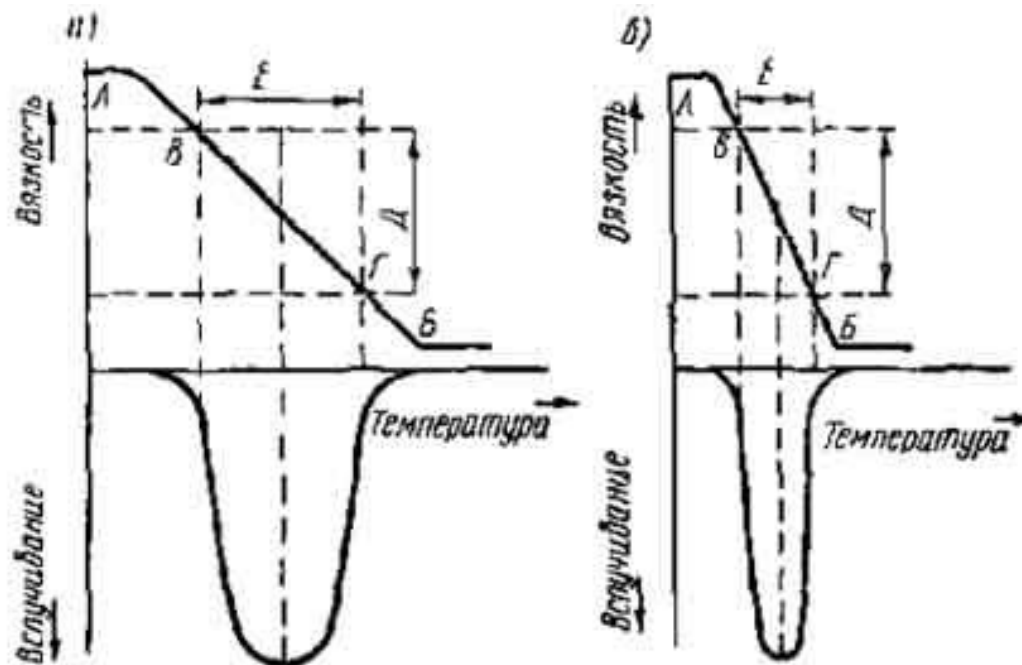
- Появление жидкой фазы в массе снижает ее вязкость настолько, что материал из этой массы под влиянием даже собственного веса может деформироваться. При этом масса располагает еще значительным количеством твердых тугоплавких частиц, не перешедших в расплав.
- Такими тугоплавкими компонентами массы, наиболее стойкими к температурным воздействиям, являются  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$ . Они также повышают вязкость массы, находящейся в пиропластическом состоянии, а  $Na_2O$  и  $K_2O$  расширяют температурный интервал пребывания массы в таком состоянии. При наличии последних двух компонентов в количестве 3-5% в расплав переходит более 50% массы.
- $FeO$  в процессе размягчения глины играет существенную роль, образуя ряд важных для этого процесса и процесса вспучивания эвтектик. Такие эвтектики обуславливают в то же время оптимальную вязкость для порообразования. К ним относятся системы  $FeO-CaO-SiO_2$ ,  $FeO-Al_2O_3-SiO_2$  и др.

- Так как глинистые образования не имеют определенной температуры плавления, то для их характеристики особо важное значение имеет интервал температур, в котором происходит уменьшение кристаллической и нарастание жидкой фазы и связанный с этим переход материала из твердого в пластическое состояние. Такой интервал называют интервалом размягчения. Он определяет границы области температур оптимального вспучивания.
- По мере расширения интервала вспучивания улучшаются условия для порообразования. На него значительное влияние оказывают следующие компоненты:  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , органические составляющие,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Окись кальция сокращает интервал размягчения, окислы натрия и калия, наоборот, расширяют его, делая расплав длинноплавким. На вязкость расплава существенное влияние оказывают  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  (повышают),  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  (понижают). К особенностям действия  $\text{CaO}$  следует отнести то, что при температуре ниже линии ликвидуса окись кальция повышает вязкость расплава, а при более высоких - понижает ее. С понижением вязкости понижается и поверхностное натяжение расплава. Поверхностное натяжение зависит от вида и соотношения основных фаз, температуры; может быть регулируемо введением в расплав небольших добавок поверхностно-активных веществ, к числу которых относятся  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$  и др.

- Интенсивность вспучивания зависит от условий, при которых происходит вспучивание. Оптимальные условия для вспучивания создаются при наличии и благоприятном сочетании нескольких факторов: температурных параметров, давления газа в порах, вязкости, поверхностного натяжения и смачиваемости расплава. Для порообразования необходимо наличие газовых пузырьков, которые могут быть эффективными только в том случае, если они, имея еще на стадии образования начальное давление, в состоянии будут увеличиваться в размерах настолько, чтобы преодолеть критический радиус.



# Вспучивания масс



Характер размягчения и оптимальные условия вспучивания масс:

а — длинноплавких; б — коротких, E — область температур оптимального вспучивания, D — область оптимальной вязкости

- Таким образом к числу наиболее вероятных и важнейших газообразующих веществ и выделяемых лмн газообразных продуктов можно отнести: газообразные продукты восстановления окислов железа  $\text{CO}_2$ ;  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; газы  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ , образующиеся в результате диссоциации сульфатов и сульфидов; углекислый газ  $\text{CO}_2$ , образующийся вследствие диссоциации карбонатных пород; углерод, участвующий в восстановлении окислов железа и в образовании  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  или  $\text{H}_2\text{O}$ : химически связанную воду, высвобождающуюся в результате разложения первичных и вторичных минералов - мусковита, биотита, роговой обманки, акти-нолита, каолинита, монтмориллонита, гидрослюда и др. - и принимающую участие во вспучивании массы оптимальной вязкости.
- Вспучиваемость глин зависит также от характера среды, в которой производится обжиг глины на керамзит.
- При ускоренной термической обработке глинистого сырья в нем возникают преимущественно восстановительные реакции, которые являются основным источником газообразной фазы при вспучивании глин. Но и сама восстановительная среда печи также выполняет роль интенсивного восстановителя. Вследствие этого вспучиваемость большинства глин в восстановительной среде значительно выше, чем в окислительной или нейтральной.