



Гидрофизические свойства строительных материалов



В зависимости от отношения материалов к действию воды они подразделяются на:

гидрофильные – смачиваемые водой (бетон, керамика)

гидрофобные – несмачиваемые водой (битум, большинство полимеров)

- 
- Степень смачиваемости оценивается краевым углом смачивания θ .

Гигроскопичностью называют способность пористых гидрофильных материалов поглощать водяной пар из влажного воздуха.

Вода *адсорбируется* на поверхности пор и капилляров и конденсируется в микрокапиллярах тела. Этот физико-химический процесс называется *сорбцией* и является обратимым (сорбция \Leftrightarrow десорбция).

Количество адсорбированной влаги – сорбционная или гигроскопическая влажность – определяется по формуле:

$$W = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \%$$

Сорбционная влажность повышается при:

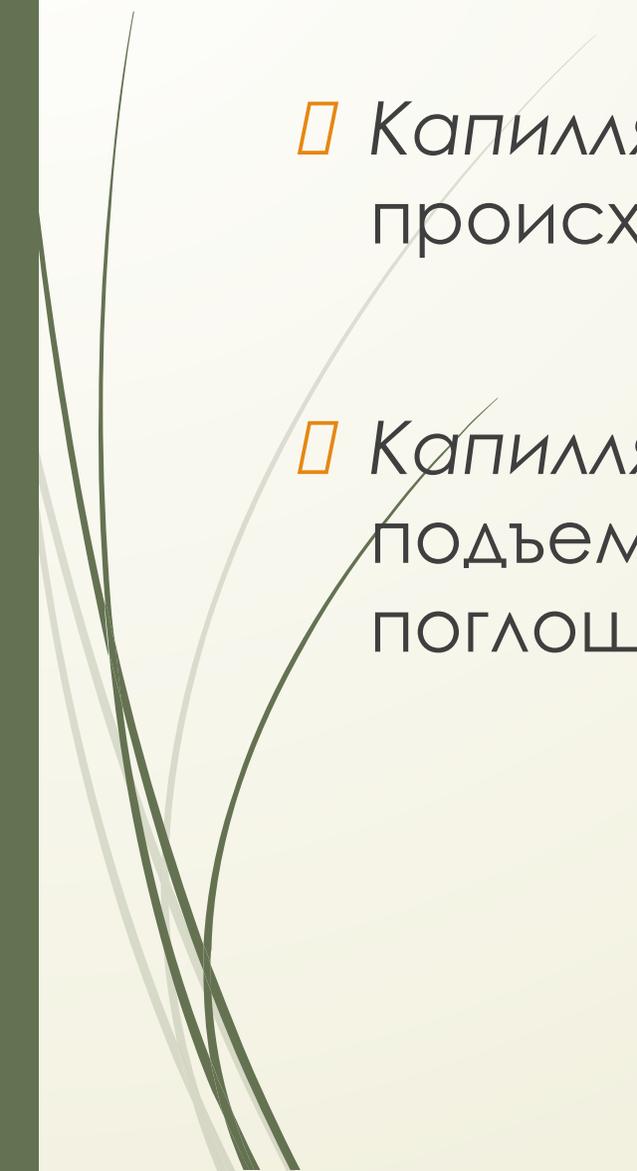
- повышении относительной влажности воздуха;
- понижении температуры воздуха;
- увеличении парциального давления водяного пара.



Приняты режимы влажности для помещений при $t=12-14\text{ }^{\circ}\text{C}$:

- Сухой при относительной влажности воздуха $\varphi < 50\%$;
- Нормальный $\varphi = 50-60\%$;
- Влажный $\varphi = 60-75\%$;
- Мокрый $\varphi \geq 75\%$.

- 
- Гигроскопичность зависит от вида, количества и размера пор в материале.
 - Если у материалов одинаковая пористость, то те материалы, которые имеют более мелкие поры и капилляры, оказываются более гигроскопичными, чем крупнопористые материалы.

- 
- 
- Капиллярное всасывание воды пористым материалом происходит, когда материал соприкасается с водой.
 - Капиллярное всасывание характеризуется высотой подъема воды в материале, количеством поглощенной воды и интенсивностью всасывания.

- Величина водопоглощения оценивается по массе и объему.
- *Водопоглощение по объему W_V (%)* – степень заполнения объема материала водой:

$$W_V = [(m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}) / V_e] \cdot 100 \%$$

где $m_{\text{нас}}$ – масса образца материала, насыщенного водой, г;

$m_{\text{сух}}$ – масса образца материала в сухом состоянии, г;

V_e – объем в естественном состоянии, см^3 .

W_V характеризует открытую пористость материала, т.е. количество пор, доступных для воды.

- Водопоглощение по массе W_m (%) определяют по отношению к массе сухого материала:

$$W_m = [(m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}) / m_{\text{сух}}] \cdot 100 \%$$

- W_m высокопористых материалов не может быть больше 100 %.
- Зная водопоглощение по массе и объему, можно рассчитать ρ_m

$$\frac{W_v}{W_m} = \rho_m, \text{ Г/СМ}^3$$

- 
- 
- *Влагоотдача* – это способность материала отдавать находящуюся в его порах воду окружающей среде при благоприятных условиях (понижении влажности воздуха, увеличении температуры).
 - *Влажностные деформации* характерны для пористых строительных материалов, при изменении влажности изменяются их размеры и объем.

- 
- ▣ **Набухание (разбухание)** происходит при насыщении материала водой. Молекулы воды, проникая в промежутки между частицами или волокнами, слагающими материал, как бы расклинивают их, при этом утолщаются гидратные оболочки вокруг частиц, исчезают внутренние мениски, а с ними и капиллярные силы.
 - ▣ **Усадкой (усушкой)** называют уменьшение размеров материала при высыхании. Она вызывается уменьшением толщины слоев воды, окружающих частицы материала, и действием внутренних капиллярных сил, стремящихся сблизить частицы материала. Усадка возникает и увеличивается, когда из материала удаляется вода, находящаяся в гидратных оболочках частиц и в мелких порах. Испарение воды из крупных пор не ведет к сближению частиц материала и практически не вызывает объемных изменений.

- 
- С влажностными деформациями связано такое свойство строительных материалов, как *воздухостойкость*.

Воздухостойкость – это способность материала выдерживать циклические воздействия увлажнения–высушивания без заметных деформаций и потери механической прочности.

- **Водопроницаемость** – это способность материала пропускать воду под давлением.

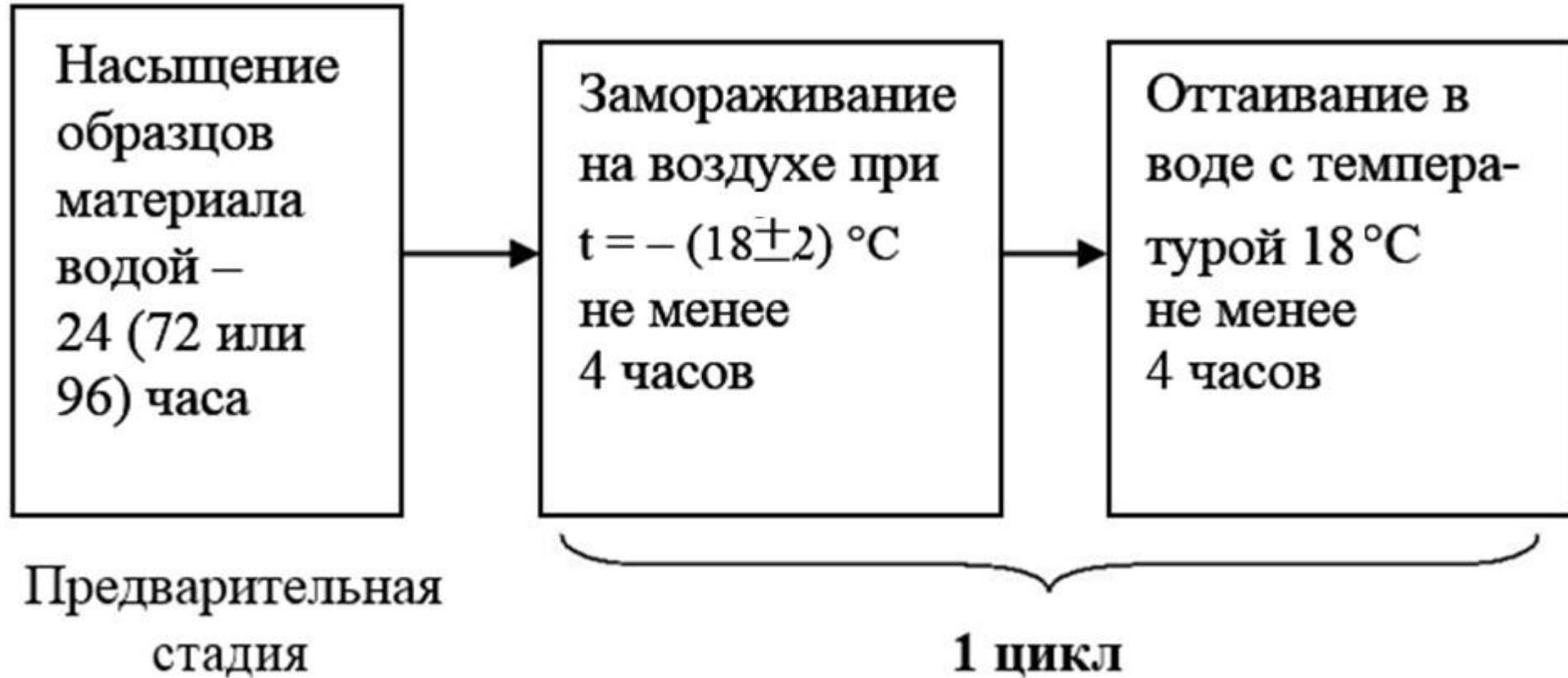
- **Паро- и газопроницаемость** – способность материалов пропускать через свою толщу водяной пар или воздух (газы) при разности давлений на противоположных поверхностях материала.

- Паро- и газопроницаемость в большей степени зависят от структуры материала (плотности и пористости)

- 
- Водостойкость – способность материала сохранять в той или иной мере свои прочностные свойства при увлажнении.
 - Коэффициент размягчения ($K_{\text{разм}}$) рассчитывается как отношение предела прочности при сжатии материала в насыщенном водой состоянии к пределу прочности при сжатии в сухом состоянии.
 - Строительный материал считается водостойким, если $K_{\text{разм}} \geq 0,8$ (т.е. прочность при насыщении водой снижается не более чем на 20 %), такие материалы можно применять во влажных условиях эксплуатации без специальных мер по защите от увлажнения.

- 
- **Морозостойкость** строительного материала – это одно из важнейших физических свойств, отражающее его отношение к совместному действию воды и отрицательных температур.
 - Под морозостойкостью материала понимают его способность в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и понижения прочности.
 - Насыщение материала водой в процессе эксплуатации может происходить за счет:
 - капиллярного всасывания (при контакте материала с водой – гидросооружения, фундаменты);
 - конденсации гигроскопической влаги (материалы стеновых конструкций).
 - Морозостойкость материала измеряется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживают образцы материала без существенного изменения прочности.

Стандартный метод



Ускоренные методы основаны на насыщении и оттаивании в растворе хлорида натрия (NaCl) концентрацией 5% при температуре -18°C и при -50°C



□ *Маркой по морозостойкости* называется число циклов замораживания и оттаивания по стандартному методу, после которого:

□ материал сохраняет заданный уровень прочности

$$(K_{\text{мрз}} = R_{\text{мрз}}/R_{\text{нас}}):$$

□ – не менее 95 % от исходной прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии для тяжелого бетона;

□ – не менее 85 % прочности для большинства других материалов;

□ – не менее 75 % прочности для строительных растворов;

□ нет заметных признаков разрушения (шелушения, трещин), потери массы (нормируется $\Delta m \leq 5 \%$).

□ Марка по морозостойкости обозначается **F**.



Морозостойкость материала зависит от его строения, особенно от:

- величины пористости: чем меньше P , тем больше F .
 - характера пористости – с сообщающимися или с изолированными порами.
 - размера пор. В микропорах материала размером менее $0,1 \text{ мкм}$ (10^{-7} м) обычно содержится связанная вода, которая не переходит в лед.
- 



Для повышения водостойкости строительных материалов могут использоваться различные технологические приемы, например:

- в состав сырьевой смеси вводится дополнительный компонент, в результате изменяется фазовый состав материала, появляются составляющие с меньшей растворимостью (переход от гипсовых смесей к гипсо-цементно-пуццолановым);

- повышение плотности структуры (снижение капиллярной пористости), т.е. снижение водопоглощения и повышение водостойкости.

- гидрофобизация строительных материалов.

Гидрофобизация снижает капиллярное всасывание, водопоглощение, сорбционное увлажнение.