

размеры. Поэтому Государственным стандартом 7025-54 предусмотрена различная длительность выдерживания в морозильной камере при испытании на морозостойкость в зависимости от размеров образцов. Так, продолжительность замораживания для образцов, имеющих форму кубика с ребром 50 мм или цилиндра диаметром и высотой 50 мм и для пустотелых материалов со стенками толщиной менее 50 мм и для облицовочных плиток весом не более 1 кг — должна быть не менее 4 час.; для полного тела кирпича — не менее 5 час.; для образцов с размерами ребер 70,7 мм — не менее 6 час.; для образцов с размерами ребер 100 мм — не менее 8 час.

Температура замерзания воды в порах зависит от их размеров: чем мельче поры, тем ниже температура замерзания находящейся в них воды. Так как в стеновых материалах наряду с крупными порами диаметром в сотни и даже тысячи микронов имеются поры, измеряемые тысячными долями микрона, то при замораживании материалов не вся находящаяся в порах вода превращается в лед. По данным Н. А. Цытовича, часть воды, находящейся в тонких капиллярах, не замерзает даже при -190° [14].

Если ориентироваться на температуры, принятые при испытаниях на морозостойкость, то можно считать, что в лед не превращается та вода, для замерзания которой требуется температура более низкая, чем -15° .

В наших опытах по замораживанию образцов строительной керамики при температуре -15° вода, перешедшая в лед, составляла от 50 до 70% от ее общего количества, содержавшегося в образцах, и лишь в редких случаях превышала этот предел.

Р. Е. Брилинг [2] указывает, что льдистость (количество воды, перешедшей в лед) в шлакобетоне была равна всего 35—50% и только у пенобетона она доходила до 90%, а у пеностекла — до 95%.

Дж. Бродярд [15] нашел, что в цементном камне даже при -10° замерзает не более 65% от всей имеющейся в нем воды.

По мере приближения образцов к порам все больше замерзает вода в крупных порах, а в более мелких. О постепенном замерзании пор воды можно судить по количеству льда, образующемуся при замораживании образцов при различных температурах. Этот эффект был произведен на образцах керамики, подвергнутой до начала температурного скачка (см. главу 11). Небольшое замерзание воды в порах бетона изучалось Н. А. Молчанским [14] по изменению электропроводности замерзающего бетона.

Степень переохлаждения воды в зависимости от диаметра капилляра Т. Боровик-Романова [16] показала на стеклянных капиллярных трубках.

Снижение температуры замерзания воды обусловлено наличием твердой поверхности, переводящей свободную воду в связанное состояние [17]. Благодаря чему она приобретает иные химические свойства, чем свободная вода, в частности повышенную вязкость и плотность. Связанная вода не может вытесниться не только в очень узких капиллярах, но также и в более тонкой пленкой капилляры большого размера. Эта вода так и замерзает только при очень низких температурах, а при температуре -15° остается в жидком состоянии. Поэтому можно без особой погрешности считать, что основное количество незамерзшей воды заключено именно в мелких порах материала. Эти причины, которые ограничивают свободу движения молекул воды, ведут, как известно, к понижению давления ее пара и, следовательно, к снижению температуры замерзания [18]. К. Терстади, изучая поведение воды при просачивании ее через поры глинистого грунта, нашел, что вязкость воды возрастает особенно резко в капиллярах диаметром менее 0,0001 мм.

П. П. Будников и Г. С. Блох [20] объясняют снижение температуры замерзания воды возникновением в капиллярах при льдообразовании давления, значительно превышающего атмосферное.

При каждой отрицательной температуре в замкнутом объеме существует определенное соотношение между твердой и жидкой фазами, между льдом и водой, о чем свидетельствует диаграмма состояния воды в координатах «температура — давление» [21].

Большинство пор, имеющихся в стеновых материалах, открытые: сообщаются между собой и с окружающей средой.

Благодаря этому, а также кристаллизационному давлению льда часть воды, которую называют избыточной, вытесняется в смежные, свободные от воды или частично ею заполненные поры. Это в основном так называемые резервные поры, в которых ввиду сравнительно больших размеров пор и действующих в них малых капиллярных сил вода не удерживается.

Избыточная вода может также вытесняться в мелкие поры, которые при водонасыщении материала не успели еще заполнить. Следует отметить, что в крупные поры избыточная вода вытесняется сравнительно легко, а в мелкие она проникает значительно труднее.

Вследствие ухода части воды давление в порах понижается, что вызывает переход в лед нового количества воды. Тем самым в капиллярах поддерживается повышенное давление.

Поры и образуемые ими поровые каналы никогда не имеют определенной геометрической формы. Их сечение по длине переменное. При дальнейшем понижении температуры вода начинает замерзать в менее широких местах капилляров — перешейках и в них возникают ледяные пробки, затрудняющие выдавливание избыточной воды из участков с большим диаметром. В резуль-