**МДК02.01 Тепловые процессы при производстве неметаллических строительных изделий и конструкций**

 Тема 1.4 Теоретические основы сушки

Урок 44 Способы тепловой обработки

 1Применение тепловой обработки

 2 Классификация способов тепловой обработки

 3 Автоклавная обработка бетона

 4 Контактный обогрев

Тепловая обработка применяется в большинстве технологий строительных материалов и осуществляется в тепловых установках. В каждой тепловой установке создают свой необходимый для обработки продукции тепловой режим, который является совокупностью тепловых, массообменных и гидродинамических процессов.

Тепловым процессом называют закономерную совокупность стадий теплового воздействия на материал (исходное сырье) с целью придания ему определенных заданных заранее свойств. Для организации теплового воздействия на материал необходимо знать условия прохождения физических и физико-химических процессов в материале и их взаимосвязь с организованным тепло- и массообменным процессом в установке. Эту взаимосвязь: «тепловой процесс в установке — течение процессов в материале» и называют технологией тепловой обработки материала.

тепловые процессы условно делят на непрерывные и периодические, хотя оба они осуществляются непрерывно. В непрерывных процессах все стадии тепловой обработки проходят одновременно, но в разных точках установок. В периодических процессах отдельные стадии тепловой обработки протекают во всей установке, но в разное время.

Тепловой установкой называют устройство, в котором осуществляется тепловой процесс. В тепловых установках происходит теплообмен между рабочим телом-теплоносителем и материалом непосредственно либо через промежуточную стенку. Поэтому тепловая установка представляет собой теплообменный аппарат, и эффективность ее работы оценивается количеством тепловой энергии, переданной в единицу времени.

Установки также делят на установки непрерывного и периодического действия. Тепловой режим периодически действующих установок не стационарный. Установки непрерывного действия работают в режиме, приближающемся к стационарному. В таких установках загружают и выгружают материал непрерывно или с небольшими интервалами.

Классификация способов тепловой обработки

Тепловлажностная обработка.

Тепловлажностной называют такую тепловую обработку, когда нагревают материал, в котором сохраняется влага. Такую обработку применяют для ускорения твердения бетона и железобетона. В этом случае теплоноситель контактирует с поверхностью материала, обменивается с ним теплотой и массой. Этот процесс называют внешним тепло-и массообменом. Затем между поверхностью материала, получающей тепловую энергию и массу от теплоносителя, и внутренними слоями материала начинается внутренний (по отношению к материалу) тепло- и массообмен. Процесс тепловлажностной обработки является конечным для производства сборного бетона и железобетона. *Сушка.* Сушкой называют процесс удаления влаги из материала при температуре ниже ее кипения. При этом удаляется только физически и физико-химически связанная влага при низких температурах нагрева. Сушка заключается в обмене теплотой и массой между теплоносителем и материалом. Удаление влаги ведет к сближению частиц материала и формированию его структуры. Сушка может протекать без химических превращений в материале или сопровождаться химическими превращениями. В последнем случае её называют совмещенным процессом сушки и тепловой обработки. Этот процесс реализован в технологии минераловатных изделий, некоторых видах штучных теплоизоляционных материалов, в технологии неавтоклавного ячеистого бетона.

 Одной из основных составных частей технологии строительной индустрии является тепловая обработка, на которую затрачивается около 30 % стоимости производства строительных материалов и изделии. Кроме того, тепловая обработка потребляет около 80 % от расходуемых на весь производственный цикл топливно-энергетических ресурсов. Таким образом, создание экономичных тепловых процессов, позволяющих получать изделия отличного качества с минимальными затратами топлива и электроэнергии, даст возможность существенно уменьшить капиталовложения в сферу строительства. Для создания таких тепловых процессов необходимы глубокие знания в области тепловой обработки строительных материалов и изделии, устройства тепловых установок, их конструирования и эксплуатации.

Рассматривая в целом процессы, проходящие в материалах и изделиях при тепловой обработке, необходимо помнить, что они являются следствием процессов, проходящих в тепловых установках. Изучение этой достаточно сложной взаимосвязи, порой еще мало исследованной, является главной задачей, которую приходится решать нашим ученым.

Первые попытки проанализировать работу тепловых установок были сделаны еще М. В. Ломоносовым и успешно продолжены В. Е. Грум-Гржимайло, который создал научную теорию, объясняющую работу печей и сушил. Д. И. Менделеев предложил формулу для определения теплотворной способности топлива.

Наука о процессах, проходящих в материалах при тепловой обработке, начала развиваться значительно позднее. Например, положения о кинетике процесса сушки были выдвинуты в 20-х годах П. С. Косовичем и А. В. Лебедевым применительно к испарению влаги из почвы. Представления о формах свяли влаги с материалом, определяющие сушку, были впервые сформулированы акад. П. А. Ре-Линдером. Проф. Л. К. Рамзин также впервые и 1918 г. предложил Н - d - диаграмму влажного воздуха и создал методику расчета сушильных установок.

Для теплового воздействия материал помещают в установку, которую в общем случае называют тепловой установкой. Различные физические и физико-химические превращения в материале требуют различного теплового воздействия. Поэтому в каждой тепловой установке создают свой необходимый для обработки продукции тепловой режим. Под тепловым режимом понимают совокупность условий теплового и массообменного воздействия на материал, как-то: изменение температуры среды, скорость течения газов или жидкости, омывающих материал, концентрацию газов, их давление. Следовательно, тепловые режимы представляют собой совокупность тепловых, массообменных и гидродинамических процессов, происходящих в тепловой установке.

Тепловой режим установки будет воздействовать на сырье и за счет физических и физико-химических превращений в нем оно превратится в готовую продукцию.

**Автоклавная обработка бетона**

Автоклавная обработка — разновидность ТВО, применяемой для ускорения твердения изделий из силикатных плотных и ячеистых бетонов, а также бетонов на смешанных вяжущих с использованием отходов промышленности. Особенностью запаривания является то, что при избыточном давлении вода сохраняется в жидкой фазе при температуре до 191 °С, благодаря чему создаются благоприятные условия для твердения.

Обработка бетонных изделий в автоклаве имеет ряд преимуществ по сравнению с пропариванием. Наиболее важные:

* 1) в течение 12 часов можно получить прочность, превосходящую 28-суточную;
* 2) эффективно используются малоактивные вяжущие, которые при обычных условиях не твердеют или твердеют очень медленно.

Главным достоинством автоклавной обработки являются возможность замены цемента более дешевыми местными вяжущими и использование разнообразных сырьевых материалов, в том числе и промышленных отходов. Например, можно заменить 70 % цемента на 50 % тонкомолотого песка и 20 % извести без снижения прочности.

Наиболее часто данному процессу подвергаются бетоны на известково-кремнеземистых, известково-шлаковых и известково-зольных вяжущих.

К недостаткам автоклавной обработки следует отнести:

* - сложность и опасность эксплуатации автоклавов;
* - автоклавные бетоны после тепловой обработки не твердеют, то есть требуется в результате ТВО получить материал с проектной прочностью;
* - бетоны автоклавного твердения характеризуются повышенным содержанием кристаллических гидратных фаз и пониженным количеством гелеобразной фазы. Поэтому у них снижается морозостойкость, водонепроницаемость, ухудшается сцепление со стальной арматурой.

**Контактный обогрев**

При ТО с контактной передачей теплоты изделия нагреваются через ограждающие поверхности закрытой со всех, или почти со всех, сторон формы.

Контактный обогрев осуществляется при помощи примыкающих к закрытым формам тепловых отсеков (рубашек), в которых циркулирует тепловой агент: острый пар; реже — нагретый воздух; в отдельных случаях, при достаточной герметизации отсеков, — горячая вода, перегретая под небольшим давлением; разогретое до температуры 130-150 °С масло.

Жесткие термоформы в значительной степени затрудняют температурные деформации бетона, что приводит даже к некоторому дополнительному обжатию. Благодаря таким условиям прочность бетона обычно на 10-15 % выше прочности бетона, прошедшего тепловую обработку в открытых формах.

Особенности теплофизических процессов при контактном способе позволяют применять более жесткий режим:

* - отказаться от предварительной выдержки;
* - вести повышение температуры форсированными темпами со скоростью до 60 °С в час;
* - продолжительность изотермического прогрева, как и весь цикл тепловой обработки, может быть более коротким, что позволит повысить оборачиваемость дорогих термоформ и установок с тепловыми отсеками.

Такой способ ТО осуществляется в кассетных установках, в горизонтальных термоформах, в термопакетах.

В **кассетных установках**в настоящее время изготавливается большая часть изделий для жилищного строительства. Наиболее распространены вертикальные установки, оборудованные специальными тепловыми отсеками, которые, как правило, размещены через две панели, при толщине каждой от 60 до 160 мм. Такие отсеки должны обеспечивать достаточно быстрый прогрев бетона и равномерное распределение температур по всей площади обогреваемых панелей, особенно по их высоте.

В связи с тем, что одновременно прогревается большой объем бетона и дополнительно происходит разогрев от экзотермии цемента, РЕКОМЕНДУЕТСЯ изотермический прогрев бетона в кассетных формах осуществлять в два этапа:

* 1) с подачей пара в отсеки в течение 3-4 часов;
* 2) затем термосное выдерживание при отключении подачи пара.

**Стационарные термоформы**предназначены для стендового изготовления крупноразмерных конструкций в рабочем положении. Они представляют собой формы жесткой конструкции, боковые стенки которых оборудованы тепловыми рубашками по всей наружной поверхности изделия. Они образуют замкнутую со всех сторон полость, в которой циркулирует теплоноситель (рис. 6.4).

Схема термоформы для изготовления крупноразмерных предварительно-напряженных изделий:



Схема термоформы для изготовления крупноразмерных предварительно-напряженных изделий:

1 — теплоизоляция; 2 — тепловая секция продольного борта; 3 — тепловая секция перегородки; 4 — датчики термопары; 5 — перфорированный паропровод; 6 — поддон термоформы; 7 — коллектор для удаления конденсата; 8 — коллектор для ввода пара



Термопакеты из горизонтальных перемещаемых форм применяются для тепловой обработки крупнопанельных конструкций, изготавливаемых в открытых сверху термоформах на агрегатно-поточных или полуконвейерных линиях. Поддон каждой формы по всей площади оборудован паровой рубашкой, размещенной между ребрами жесткости днища формы. Иногда они устанавливаются и вдоль бортовой оснастки.

Термоформы в количестве 6-7 штук укладываются вплотную друг на друга, образуя пакет высотой 1,5-2 м, и сверху устанавливается термокрышка. Таким образом, прогрев панелей осуществляется двухсторонней контактной передачей тепла. Кроме того, пакетирование термоформ создает пригруз от веса вышележащих форм. Все это позволяет закончить тепловую обработку за 6-8 часов. Термопакеты собираются на стационарных постах и подключаются к пароподводящей сети.