



# Строительные растворы

- **Строительный раствор** – это искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания растворной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды, мелкого заполнителя и добавок, улучшающих свойства растворной смеси и растворов.
- Так как раствор применяют в виде тонких слоев (шов каменной кладки, штукатурка и т.п.) отсутствует крупный заполнитель..
- Для изготовления строительных растворов чаще используют неорганические вяжущие (цементы, воздушную известь, строительный гипс).
- Строительные растворы классифицируют в зависимости от вида вяжущего вещества, плотности и назначения.

- По **виду вяжущего** различают растворы:
  - ❖ цементные;
  - ❖ известковые;
  - ❖ гипсовые;
  - ❖ смешанные (цементно-известковые, цементно-глиняные, известково-гипсовые и др.).
  
- По **плотности** строительные растворы делят на:
  - ❖ тяжелые – плотностью более  $1500 \text{ кг/м}^3$ , изготавливаемые обычно на кварцевом песке;
  - ❖ легкие – растворы плотностью менее  $1500 \text{ кг/м}^3$ , изготавливаемые на пористом заполнителе (легкие пористые пески, полученные дроблением пемзы, туфов, шлаков, керамзита) и с порообразующими добавками.

- По **назначению** строительные растворы бывают:

- *кладочные* – для каменной кладки стен, фундаментов, столбов, сводов и др.
- *штукатурные* – для оштукатуривания внутренних стен, потолков, фасадов зданий.
- *монтажные* – для заполнения швов между крупными элементами (панелями, блоками и т. п.) при монтаже зданий, сооружений из готовых сборных конструкций и деталей.
- *специальные растворы* – (декоративные, гидроизоляционные, тампонажные и др.)

# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

- При приготовлении растворов применяют различные минеральные и органические вяжущие – глину, гипсовые и ангидритовые вяжущие, строительную известь, портландцемент и его разновидности, смешанные цементы, магнезиальные вяжущие, жидкое стекло.
- В растворах применяют также органические вяжущие – синтетические полимеры, которые содержатся в современных строительных растворах.
- Выбор вяжущего определяется назначением раствора и условиями его эксплуатации.

- В качестве **заполнителей** в растворах используют :
- *природные* пески – кварцевые, полевошпатные, пористые (полученные дроблением вулканического туфа, известняков и т.п.);
- *искусственные* пески – дробленые из плотных горных пород; из искусственных материалов (пемзовые, керамзитовые, перлитовые;
- *специальные* – асбест, бумажное волокно, синтетические волокна, стекловолокно.
- При приготовлении строительных растворов очень важен зерновой состав заполнителей. Применяя фракционированные пески, можно получать плотную упаковку смеси, уменьшая объем межзерновых пустот, а следовательно и расход вяжущего.

# МИНЕРАЛЬНЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ

- Прочность растворов часто может быть сравнительно невысокой, поэтому для снижения расхода цемента высоких марок по прочности в растворы следует вводить минеральные и органические добавки.
- *Минеральные добавки* – это тонкомолотые известь, глина, диатомит, золы, шлаки и др. Эти добавки обладают высокой водопотребностью и водоудерживающей способностью, повышают удобоукладываемость растворных смесей, способствуют снижению расхода портландцемента и других вяжущих.
- *Органические добавки* – это поверхностно-активные вещества, пластификаторы и суперпластификаторы, повышающие удобоукладываемость растворной смеси или, при требуемой удобоукладываемости, позволяющие сократить расход вяжущего.

## СВОЙСТВА РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

- **Растворная смесь** – это рационально подобранная и тщательно перемешанная (однородная) смесь вяжущего, воды и мелкого заполнителя до начала схватывания. Которую предстоит уложить в форму или на поверхность и уплотнить.
- К числу важнейших свойств растворной смеси относятся:
  - удобоукладываемость (подвижность);
  - водоудерживающая способность;
  - расслаиваемость (связность);
  - средняя плотность;
  - влажность (для сухих растворных смесей).

- **Удобоукладываемость** – это свойство растворной смеси легко укладываться плотным и тонким слоем на пористое основание и не расслаиваться при хранении, перевозке и перекачивании растворонасосами.
- Она зависит от подвижности и водоудерживающей способности.
- *Подвижность* растворной смеси – способность растекаться под действием силы тяжести или внешних сил. Характеризуется глубиной погружения металлического конуса стандартного прибора в растворную смесь.
- Подвижность назначают в зависимости от вида раствора и отсасывающей способности основания.
- Для кирпичной кладки подвижность растворов составляет 9-13 см, для заполнения швов между панелями и другими сборными элементами – 4-6 см, а для вибрирования бутовой кладки – 1-3 см.



- Подвижность растворных смесей зависит от количества воды, количества цементного теста, зернового состава, формы зерен, удельной поверхности заполнителя.
- Вода адсорбируется на поверхности твердых частиц, раздвигает их и повышает подвижность растворных смесей.
- Чрезмерное увеличение расхода воды может понизить связность растворной смеси до ее расслаивания.
- Подвижность растворных смесей можно изменять путем увеличения расхода воды лишь в ограниченных пределах.
- Верхний предел содержания воды, при котором растворная смесь не расслаивается, а вода не отделяется, называется водоудерживающей способностью.

- **Водоудерживающая способность** – это свойство растворной смеси сохранять воду при укладке на пористое основание, что необходимо для сохранения подвижности и хорошего сцепления раствора с пористым основанием.
- Водоудерживающую способность увеличивают путем введения в растворную смесь неорганических дисперсных добавок и органических пластификаторов.
- Смесь с этими добавками отдает воду пористому основанию постепенно, при этом он становится плотнее, хорошо сцепляется с кирпичом, отчего кладка становится прочнее.

- Для определения водоудерживающей способности применяется устройство, состоящее из металлического кольца, листов фильтровальной бумаги, прокладки из марлевой ткани, стеклянной пластинки.
- Десять листов фильтровальной бумаги взвешивают и помещают на стеклянную пластинку; сверху укладывают прокладку из марлевой ткани. На прокладку устанавливают металлическое кольцо и все устройство взвешивают.
- Приготовленную смесь укладывают в металлическое кольцо, выравнивают ножом, взвешивают и оставляют на 10 мин.
- По истечении указанного времени кольцо со смесью снимают вместе с марлей и взвешивают фильтровальную бумагу.
- Водоудерживающую способность растворной смеси (в %) устанавливают по содержанию в ней воды после испытания.



- Тесто вяжущего заполняет пустоты между зернами песка и равномерно покрывает песчинки тонким слоем, уменьшая внутреннее трение. От удобоукладываемости растворной смеси зависит качество каменной кладки.
- Правильно подобранная растворная смесь заполняет неровности, трещины, углубления в кирпиче или камне, поэтому получается большая площадь контакта между раствором и кирпичом (или камнем), в результате прочность и монолитность кладки возрастает.
- Увеличивается и долговечность наружных стен.

# ПОДБОР СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА И ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРНОЙ СМЕСИ

- Задачей подбора является установление состава строительного раствора требуемой прочности и растворной смеси требуемой удобоукладываемости при минимальном расходе вяжущего.
- Удобоукладываемость растворной смеси устанавливается в зависимости от назначения раствора, способа укладки и уплотнения растворной смеси.
- Составы растворов невысоких марок по прочности (10-25 МПа) обычно подбирают по таблицам и графикам.
- Так как данные, приведенные в справочниках, получены для заполнителей определенного состава и влажности, качество полученных растворов проверяют в лабораторных условиях, после этого вносят поправки в состав, если результаты испытаний отклоняются от требуемых.

- Состав раствора марки 25 и выше подбирают в последовательности:
  - a) устанавливают расход цемента по массе в тоннах на  $1 \text{ м}^3$  песка; определяют расход цемента по объему в  $\text{м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  песка.
  - b) определяют количество объемных частей песка, приходящихся на одну объемную часть цемента.
  - c) определяют приблизительный расход пластификатора – известкового теста, характеризующийся глубиной погружения конуса 14-15 см, или глиняного теста, содержащего 50% воды по массе, по количеству объемных частей, приходящихся на одну объемную часть цемента.

- По формулам подбирают ориентировочный состав строительного раствора. Требуемый состав может существенно отличаться от расчетного, что обусловлено различием технических свойств компонентов строительного раствора (зернового состава песка и др.).
- Определяют расход воды опытным путем по требуемой удобоукладываемости (подвижности) растворной смеси.
- Приготовление растворов состоит из подготовки материалов, их дозирования и смешивания.
- Песок, содержащий крупные фракции, просеивают; шлаки и горные породы подвергают дроблению. Известь и глину смешивают с водой, приготавливая известковое или глиняное тесто.
- Применяются также сухие растворные смеси различного назначения.

# СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

- Основными свойствами строительных растворов являются:
  - прочность (марка) к заданному сроку твердения;
  - сцепление с основанием;
  - морозостойкость;
  - средняя плотность;
  - деформативные характеристики:
    - I. усадка в процессе твердения,
    - II. трещиностойкость,
    - III. модуль упругости.
  - при необходимости устанавливаются дополнительные характеристики (для специальных растворов).

- Растворы в строительных конструкциях находятся в напряженно-деформированном состоянии.
- Напряжения возникают при изменении температуры (термические напряжения), испарении воды (напряжения усадки), воздействии внешних сил.
- Любые напряжения вызывают деформации. Особенно опасны в растворах растягивающие напряжения, которые могут привести к образованию трещин.
- Трещины могут возникать вследствие того, что сцепление раствора с основанием препятствует развитию усадочных деформаций.
- Величина усадочных деформаций и вероятность образования трещин возрастают с увеличением расхода вяжущего и воды, так как испарение воды вызывает усадку.
- Толщина слоя раствора не должна быть большой и неоднородной, поэтому неровную поверхность основания следует предварительно выровнять.

- **Прочность** при сжатии определяется испытанием образцов-кубиков с длиной ребра 7,07 см в возрасте, установленном в стандарте или технических условиях на данный вид раствора.
- При определении марки раствора продолжительность и условия хранения образцов назначаются в зависимости от типа вяжущего вещества.
- Образцы из растворов на портландцементе испытываются после 28 сут твердения в нормальных условиях, образцы из растворов на гипсовом вяжущем – в возрасте 7 сут.
- Изготовление образцов из растворной смеси подвижностью менее 5 см производят в обычных формах с поддоном; из смеси с подвижностью 5 см и более – в формах без поддона, установленных на отсасывающем основании-кирпиче, покрытом смоченной водой бумагой.

- Прочность цементного раствора при отсутствии отсоса воды определяется теми же факторами, что и прочность бетона.
- Зависимость предела прочности раствора при сжатии  $R_{сж}$  от активности цемента  $R_{ц}$  и цементно-водного отношения определяется формулой

$$R = 0,4R_{ц} (Ц / В - 0,3)$$

- Прочность раствора, уложенного на пористое основание (кирпич), выражается в зависимости от расхода вяжущего вещества, а не от Ц/В, поскольку после отсоса воды основанием в растворе остается примерно одинаковое количество воды:

$$R_{28} = kR_{ц} (Ц - 0,05) \mp 4$$

- где  $k$  – коэффициент зависящий от крупности песка.

- Прочность смешанных растворов зависит от количества введенной в раствор извести и глины.
- Оптимальная добавка известкового или глиняного теста, позволяющая получить удобоукладываемые растворные смеси и плотные растворы соответствует максимуму прочности.
- На основании закономерностей, управляющих прочностью растворов составлены таблицы рекомендуемых составов разных марок, которыми широко пользуются на практике.
- По прочности на сжатие растворы в 28-суточном возрасте делят на марки: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200.

- Прочность строительного раствора оказывает второстепенное влияние на прочность каменной кладки. Изменение прочности раствора на 30-50% практически не сказывается на прочности кладки.
- Поэтому при проектировании и приготовлении растворов допускаются значительные колебания прочности.

- **Морозостойкость** раствора характеризуется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживают насыщенные водой стандартные образцы-кубики размером 7,07 x 7,07 x 7,07 см (допускается снижение прочности образцов не более 25% и потеря массы не выше 5%).
- Строительные растворы для каменной кладки наружных стен и наружной штукатурки имеют марки по морозостойкости: F10, F15, F25, F35, F50, причем марка повышается для влажных условий эксплуатации.
- В таких условиях растворы удовлетворяют и более высоким требованиям по морозостойкости: F100, F150, F200, F300.
- Морозостойкость раствора зависит от вида вяжущего вещества, водоцементного отношения, введенных добавок и условий твердения.

# ВИДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

- Для каменной кладки наружных стен зданий применяют главным образом цементные и смешанные растворы (цементно-известковые и цементно-глиняные) марок 10, 25 и 50 в зависимости от влажностных условий и требуемой долговечности здания.
- Известь следует применять с добавками, содержащими активный  $\text{SiO}_2$  - диатомитом, трепелом, кислыми шлаками и золами. Введение этих добавок позволяет получить водостойкие строительные растворы.
- В кладке перемычек, простенков, карнизов, столбов марка может быть повышена до 100.
- Виброкирпичные панели изготавливают с применением растворов марки 75, 100, 150, приготовленных на портландцементе и шлакопортландцементе.

- **Монтажные** растворы для заполнения горизонтальных швов при монтаже стен из легкобетонных панелей должны иметь марку не ниже 50, а для панелей из тяжелого бетона – не ниже 100.
- Расходы цемента для растворов различного назначения принимают для подземной кладки зданий в зависимости от относительной влажности воздуха в помещениях, а для кладки фундаментов – в соответствии с влажностью грунтов.
- Для кладки во влажных грунтах и ниже уровня грунтовых вод применяют растворы на портландцементе с активными минеральными добавками или на шлакопортландцементе.

- **Штукатурные растворы.** Для наружных каменных и бетонных стен зданий применяют цементно-известковые растворы, а для оштукатуривания деревянных поверхностей в районах с сухим климатом используют известково-гипсовые растворы.
- Внутреннюю штукатурку стен и покрытий зданий при относительной влажности воздуха помещений до 60% выполняют из известковых, гипсовых, известково-гипсовых и цементно-известковых растворов.
- Растворы на гидравлических вяжущих следует защищать от быстрого высыхания.

- Штукатурные растворы служат для оформления поверхности сооружений и должны решать определенные задачи строительной физики в зависимости от назначения, например, обеспечивать защиту от воздействия окружающей среды.
- Штукатурные растворы наносят тонким (менее 30 мм) слоем, поэтому штукатурные растворные смеси должны обладать высокой подвижностью и водоудерживающей способностью.
- Подвижность растворной смеси выбирается в зависимости от способа ее нанесения на поверхность.
- Легкие (теплые) растворы со средней плотностью до  $1500 \text{ кг/м}^3$  получают, применяя легкие заполнители, например шлаковый песок, золу, вермикулит, перлит.

- Штукатурные растворы наносятся в один или несколько слоев.
- Подвижность штукатурных растворов и предельная крупность песка для каждого слоя штукатурки различны.
- Подвижность раствора для подготовительного слоя при нанесении механизированным способом составляет 6-10 см, а при ручном труде – 8-12 см. Наибольшая крупность песка при этом должна быть не выше 2,5 мм.
- Для отделочного слоя применяют мелкие пески крупностью не более 1,2 мм.
- Для увеличения подвижности штукатурных смесей вводят гидрофобно-пластифицирующие добавки.
- Штукатурные смеси на гипсовом вяжущем, предназначенные для отделки внутренних поверхностей отличаются комплексом высоких технологических и эксплуатационных свойств.

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

- **Декоративные растворы** предназначены для отделочных слоев стеновых панелей и блоков, наружной и внутренней отделки зданий.
- Эти растворы изготавливают на белом, цветном и обычном портландцементе; для цветных штукатурок внутри зданий применяют также строительный гипс и известь.
- Заполнителем служит чистый (промытый) кварцевый песок либо дробленые пески из белого известняка, мрамора, доломита, туфа.
- Для придания блеска иногда вводят до 1% слюды или до 10% дробленого стекла.

- Растворы, применяемые для отделки железобетонных панелей из тяжелого бетона, должны иметь марку не ниже 150, для отделки легкобетонных панелей – не ниже 50.
- Марка растворов для наружной отделки по морозостойкости должна быть не ниже 35.
- Водопоглощение растворов на плотных заполнителях не должна превышать 8%, на пористых – 12%.

- **Растворы для заполнения швов** между элементами сборных железобетонных конструкций приготавливают на портландцементе и кварцевом песке.
- Подвижность растворных смесей должна находиться в пределах от 7 до 8 см, растворы, применяемые для заполнения швов, воспринимающих расчетную нагрузку, должны иметь прочность, равную классу по прочности соединяемых конструкций.
- Растворы, применяемые для заполнения швов, не воспринимающих расчетную нагрузку, должны иметь марку не ниже 100.

- **Гидроизоляционные растворы** предназначены для защиты строительных конструкций от увлажнения.
- Эти растворы приготавливают на цементах высоких марок и кварцевом песке или песке, полученном дроблением прочных горных пород.
- Для устройства гидроизоляционного слоя, подвергающегося воздействию агрессивных вод, используются растворы на сульфатостойком портландцементе.
- Ориентировочный состав растворов для гидроизоляционной штукатурки 1:2 или 1:3,5 (цемент: песок по массе). Для заделки трещин в бетоне и устройства штукатурки по бетону или каменной кладке путем торкретирования или обычным способом, используются цементные растворы с добавкой алюмината натрия, полимеров или битумных эмульсий.
- Если необходимо обеспечить водонепроницаемость швов и стыков в сооружениях, применяют гидроизоляционные растворы, приготовленные на безусадочном и расширяющемся цементе.

- **Рентгенозащитные растворы** – это тяжелые растворы со средней плотностью более 2200 кг/м<sup>3</sup>, применяемые для штукатурки стен и потолков рентгеновских кабинетов.
- Вяжущие в этих растворах – портландцемент и шлакопортландцемент, заполнители – барит ( $\text{BaSO}_4$ ) и другие тяжелые материалы в виде песка с наибольшей крупностью зерен до 1,25 мм и пыли.
- Для улучшения защитных свойств в растворные смеси вводят компоненты, содержащие легкие элементы: водород, литий, кадмий, бор.

- **Акустические растворы** имеют среднюю плотность в пределах от 600 до 1200 кг/м<sup>3</sup>, используются для звукопоглощающих штукатурок с целью снижения уровня шума в помещениях.
- В них применяются портландцемент, известь, гипс, каустический магнезит, заполнители – монофракционные пески с наибольшей крупностью зерен от 3 до 5 мм из легких пористых материалов – пемзы, перлита, керамзита, шлаков.
- Расход вяжущего и зерновой состав заполнителя в акустических растворах выбираются так, чтобы обеспечить значительный объем открытых пор, предназначенных для поглощения энергии звуковых колебаний.

- **Инъекционные растворы**, применяются для заполнения каналов, в которых располагается арматура предварительно напряженных конструкций и уплотнения бетона.
- К этим растворам предъявляются повышенные требования по прочности, водоудерживающей способности и морозостойкости.
- Для повышения удобоукладываемости растворных смесей вводят добавки — пластификаторы и суперпластификаторы.
- Применяют портландцемент марки не ниже 400, расход цемента в инъекционных растворах составляет 1100-1400 кг/м<sup>3</sup>.

- **Огнезащитные штукатурные растворы.**
- Применяются с целью защиты конструкций при пожаре.
- Толщина слоя изменяется в пределах от 15 до 65 мм.
- Растворы приготавливают на плотных и пористых заполнителях, в частности используются вермикулит и перлит.
- К числу эффективных относятся растворы на гипсовых вяжущих веществах.