

конструкции. Это достигается путем модифицирования структуры бетона. Метод направленного адсорбционного модифицирования заключается в введении в поры бетона вяжущего вещества – пересыщенного раствора минеральных веществ.

Проницаемость цементных бетонов и растворов можно снизить путем соответствующей дозировки и введения специальных добавок, которые увеличивают плотность цементного камня. Глиняная гидроизоляция (глиняный замок) использует свойство жирных глин выдерживать напор до порога, равного "начальному градиенту напора". При наружной гидроизоляции глиняная прослойка создает эффект закупоривания пор бетонной ограждающей конструкции, то есть делает бетон условно непроницаемым.

С уменьшением объема капиллярных макропор снижается водонепроницаемость и одновременно повышается морозостойкость бетона. Для уменьшения водонепроницаемости в бетон при его изготовлении вводят уплотняющие (алюминат натрия) и гидрофобизирующие добавки. Для снижения фильтрации нефтепродуктов в бетонную смесь можно вводить специальные добавки (хлорное железо и др.). Проницаемость бетона по отношению к воде и нефтепродуктам резко уменьшается, если вместо обычного портландцемента применяют расширяющийся.

Устройство защитного слоя с использованием глинистых минералов является одним из наиболее эффективных методов защиты бетонных и железобетонных конструкций от внешнего воздействия агрессивной среды. Долговечность такой гидроизоляции, обусловлена неизменностью свойств глины с течением времени и самозалечиванием слоя в случае его нарушения, она также экологична и имеет сравнительно низкую стоимость.

В настоящее время для гидроизоляции широко применяют натриевый бентонит - это одна из разновидностей специальных глин природного происхождения, которые, благодаря особенностям строения кристаллической решетки, имеют свойство при полной гидратации разбухать и значительно увеличиваться в объеме. Когда этот процесс происходит в замкнутом пространстве, возникает напряженное состояние в структуре образующегося геля, за счет чего многократно увеличивается водонепроницаемость материала. Эти свойства натриевого бентонита положены в основу изготовления гидроизоляционных материалов.

## **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ**

***В.А. Гречухин***

Научный руководитель – д.т.н., профессор ***Г.Д. Ляхевич***

*Белорусский национальный технический университет*

Глина относится к осадочным породам, состоящим из гидроалюмосиликатов - с общей химической формулой  $nAl_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot zH_2O$ . Глинистые породы произошли при распаде полевого шпата, и под воздействием атмосферных явлений образовался каолинит и другие гидраты алюминиевых силикатов. Они состоят из очень мелких частиц слоистой (чешуйчатой) формы размером меньше 0,001 мм, очень похожих на структуру слюды, сложенные преимущественно (более чем на 50 %) глинистыми минералами каолинита, монтмориллонита, палыгорскита, гидрослюд и других. Из свойств глины следует отметить их высокую дисперсность, высокую пористость (до 60%) и водонепроницаемость. В отличие от песчаных, глинистые грунты обладают свойством впитывать и удерживать воду, при этом увеличиваются в объеме в два раза и более. Это свойство глины и глинистых грунтов используют при устройстве гидроизоляции. Средний размер частиц различных активированных отбеленных земель находятся в пределах 15-35 мкм, средний диаметр пор 3,3-4,2 нм, средний удельный объем пор 0,3-0,5 см<sup>3</sup>/г, удельная поверхность колеблется в пределах 250-400 м<sup>2</sup>/г, средняя насыпка массы составляет от 500 до 800 кг/м<sup>3</sup>. При взаимодействии с водой вокруг глинистых частиц образуются тонкие пленки воды, оказывающие колоссальное влияние на свойства глинистых пород. Особое кристаллохимическое строение частиц глинистых минералов и их специфическое поведение при взаимодействии с водой определяет такие свойства глин, как пластичность, набухание и усадка, подвижность глинистых частиц в поле электрического тока

(явление электрофореза) и возможность удаления порового раствора (осушение глины) при приложении постоянного электрического поля (явление электроосмоса).

Для нас наибольший интерес представляют бентонитовые и коалинитовые глины пригодные для устройства гидроизоляции. Монтмориллонит щелочной основной породообразующий минерал бентонита - с высоким содержанием  $\text{Na}_2\text{O}$  и щелочноземельный - содержащий преимущественно  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ . Структурная формула монтмориоллонита имеет следующий вид:  $\text{M}_x(\text{Si}_8)(\text{Al}_{4-x}\text{Mg}_x)\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Бентонит - имеет резко выраженные сорбционные свойства и свойство разбухать в несколько десятков раз при гидратации, что обусловлено способностью кристаллической решетки монтмориллонита раздвигаться и вмещать жидкие вещества. Общая формула бентонита  $(\text{Ca}_{0,5}\text{Na})_{0,7}(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . При гидратации этих минералов (при взаимодействии с водой) молекулы воды могут входить в промежутки между элементарными слоями кристаллической решетки монтмориллонит и существенно раздвигать их. При ограничении пространства для свободного разбухания в присутствии воды образуется плотный гель, который препятствует дальнейшему проникновению влаги. Кроме того он обладает химической стойкостью имеет наиболее высокие дисперсность и набухаемость.

Каолинитовые глины состоят из глинообразующего минерала каолинита ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Они окрашены в белый и светло-серый цвет, жирные на ощупь, при замешивании с водой дают вязкое тесто, которое хорошо раскатывается в руках. Каолинитовые глины в отличие от бентонитовых имеют менее подвижную кристаллическую решетку, в силу чего их набухаемость невелика. По остальным свойствам эти глины также уступают бентонитовым (абсорбируют 50-100 г воды на 100 г глины, имеют обменный комплекс 15-20 кг-экв на 100 г сухой глины).

Показатели свойств гидрослюдистых глин занимают промежуточное положение между бентонитовыми и каолинитовыми.

Органобентонит представляет собой продукт взаимодействия бентонитовых глин с олеофилизаторами, в частности с четвертичными аммониевыми солями.

Рассмотренные нами глины используются для защиты бетонных и железобетонных конструкций от агрессивного воздействия окружающей среды, и прежде всего воды и содержащихся в ней различных химических веществ.

## ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МОСТОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*В.Ю. Сколобанов*

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Г.Д. Ляhevич*

*Белорусский национальный технический университет*

Существуют битумные материалы на основе атактического полипропилена (АПП), стирол-бутадиен-стирола (СБС) и этиленпропиленбутена (ЭПБ). Гидроизоляционные материалы на базе этиленпропиленбутена (ЭПБ) - это материалы последнего поколения на базе битума, модифицированные сополимером  $\alpha$ -олефинов: этилена, пропилена и 1-бутена. Свойства материалов на базе ЭПБ соединяют лучшие характеристики традиционных смесей на базе АПП (теплостойкость, устойчивость к УФ-лучам), и СЕС (высокая гибкость при низких температурах - около  $-25$  -  $-30^\circ\text{C}$ ). Битумно-полимерные материалы на основе АПП и ЭПБ с хорошо подобранной рецептурой могут использоваться без каких-либо проблем в зонах с холодным климатом, кроме того, они нечувствительны к действию УФ-излучения и более просты в укладке. Материалы на основе ЭПБ имеют самую высокую стойкость к старению. АПП-модифицирование обеспечивает более высокую теплостойкость по сравнению с СБС-модифицированием.

В 2000 г. (<СОЮЗдорНИИ> и Группой «ТехноНИКОЛЬ» совместно был разработан СЕС-модифицированный полимерно-битумный наплаваемый рулонный материал с синтетической основой из нетканого полиэфирного полотна, получивший название