

ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СЛАНЦЕВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ХИМИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ ОТ ВЫВЕТРИВАНИЯ И САМОРАСПАДА

*А. М. Самедов, докт. техн. наук, Н. Н. Иванова, магистр (НТУУ «КПИ»)
Д. Чирагов, канд. техн. наук (университет, г. Ван, Турецкая Республика),
А. Новаковска, магистр (Силезский технический университет, РП)*

Розглянуто процеси вивітрювання та саморозпаду сланцевих гірських порід, запропоновано хімічні складки для захисту залізобетонних конструкцій з сланцевого щебеню, що використовується для будівництва гідротехнічних споруд, основ автодоріг і насипів залізниць.

Для рационального использования побочных продуктов химического производства с обеспечением экологической чистоты необходимы реагенты, обладающие ингибирующими, бактерицидными, пластифицирующими свойствами [1]. Подобные же химические реагенты необходимы для защиты сланцевых пород.

М. Ф. Мищенко исследовал технологии закрепления песчаных грунтов и глинисто-связных грунтов [2, 3] с помощью сланцевой смолы и химических ускорителей, а В. М. Шмандий [4] математически моделировал проявления техногенной опасности для здоровья населения. В этих работах показано, что сланцевые горные породы в выветренном виде взаимодействуют с химическими реагентами и могут твердеть и образовывать гели, а в свободном виде являются вредными веществами для окружающей среды.

Процесс выветривания и самораспад сланцевых горных пород ускоряется в результате влияния газов, пыли, попеременного увлажнения и высыхания, сильных морозов и солнечного тепла. Чем больше пористость сланцевых пород, тем сильнее на них воздействуют факторы разрушения. Поверхность сланцевого щебня интенсивно разрушается при окислении, увлажнении, воздействии соляной кислотой и различными окислителями.

Защита сланцевых пород от возможного проникновения воды, окислителей и сильных кислот, которые находятся в окружающей среде, является самым надежным способом предупреждения их коррозии, выветривания и самораспада.

Химическая защита заключается в уплотнении поверхности сланцевых пород путем пропитки химическим раствором или веществом, вступающим в химическое взаимодействие с минералом сланцевых пород и способствующим превращению растворимого химического вещества в нерастворимое.

Перед нанесением защитных покрытий поверхность сланцевых горных пород очищают от загрязнений и пыли промывкой. Для удаления глинистых частиц в воду добавляют 25%-й раствор аммиака.

Защита конструкций с заполнителем из сланцевых горных пород лакокрасочными материалами. При выборе защитного покрытия для бетонных конструкций с заполнителем из сланцевых пород следует учитывать условия их работы, свойства агрессивных сред. Если щебень из сланцевых пород применяется для изготовления конструкций сельскохозяйственных зданий, в которых относительная влажность воздуха (ψ) превышает 75% и воздушная среда загрязнена среднеагрессивными или сильноагрессивными газами и пылью, то эти конструкции должны быть покрыты специальными защитными трещиностойкими и противоагрессивными составами повышенной толщины (табл. 1).

Лак ХСПЭ представляет собой раствор сухого хлорсульфированного полиэтилена в ксилоле или толуоле с добавлением стабилизатора. Эмаль ХСПЭ разных цветов представляет собой суспензию перетертых пигментов в лаке ХСПЭ. Лакокрасочные материалы на основе хлорсульфированного полиэтилена используют в трещиностойких защитных покрытиях, пригодных для работы в диапазоне рабочих температур (-60)... (+130) °С в зависимости от термостойкости входящих в состав покрытия пигментов.

Покрытия, выполненные на основе ХСПЭ, способны работать в парогазовой среде, стойки к истиранию, действию растворов фосфорной, серной, азотной и хромовой кислот, едкого калия, минеральных масел, перекиси водорода.

Лак и эмаль ХСПЭ поступают на место производства работ с завода-изготовителя в готовом виде. Их наносят на поверхность конструкций с помощью распылителя или кистью. Время междуслойной сушки лака и эмали 1,5...2,5 ч. Окончательное выдерживание покрытия 10 суток. Срок хранения эмалей и лака в герметически закрытой таре в сухом месте при температуре ± 25 °С – 1 год.

Рекомендуемые составы трещиностойких покрытий для защиты железобетонных конструкций с заполнителями из сланцевых горных пород от действия различных агрессивных сред

Характеристика агрессивной среды	Условия работы конструкций	Системы покрытий		Толщина покрытия, мк	Расход материалов, кг/м ²	
		Грунтовка	Покрывные слои		Грунтовка	Покрывные слои
Газовая среда, загрязненная слабоагрессивными газами и пылью ($\psi > 75\%$)*	Помещение сельскохозяйственного назначения	1. Лак ХСПЭ	Эмали ХСПЭ для внутренних работ. Водная дисперсия тинокола Т-50 и эмали ХСЭ, ХС-710 или ХС-71	100...150	0,2...0,3	1...1,5
		2. Водная дисперсия тинокола Т-50		150...180	0,3...0,4	0,8...1,2
				100...120	–	1...1,2
То же	В атмосферных условиях	Лак ХСПЭ	Атмосферостойкие эмали ХСПЭ разных цветов	100...150	0,20...0,3	1,2...2
Газовая среда, загрязненная среднеагрессивными газами и пылью ($\psi = 75\%$)	В помещениях	1. Грунтовка ХН.	Наиритовые составы. Эмали ХСПЭ для внутренних работ. Атмосфе-	100...150	0,18...0,2	1,2...2
		2. Лак ХСПЭ		150...200	0,2...0,3	1,5...2

и сильноагрессивными газами и пылью ($\psi = 60\%$)			ростойкие эмали ХСПЭ	150...200	0,2...0,3	1,5...2
Газовая среда, загрязненная среднеагрессивными и сильноагрессивными газами и пылью ($\psi > 75\%$)	В помещениях	1. Грунтовка ХН.	Наиритовые составы. Водная дисперсия тиокола Т-50 и эмали ХСЭ	150...200	0,18...0,2	1,5...2
		2. Водная дисперсия тиокола Т-50	Т-50 и эмали ХСЭ или ХС-710	180...200	0,3...0,4	1,2...1,5
				120...150	–	1,2...1,5

Хлорнаиритовая грунтовка представляет собой раствор наиритовой смеси и хлорнаирита. Резиновые смеси на основе наирита поступают с завода-изготовителя в виде рулонов или отдельных листов толщиной до 5 мм. Приготавливают составы в клеемешалках разных конструкций. Продолжительность перемешивания 4...5 ч при температуре не ниже +18 °С. Вначале в мешалку заливают третью часть положенного по рецептуре растворителя и загружают измельченную наиритовую смесь. По мере растворения смеси доливают небольшими порциями остальное количество растворителя.

Готовая хлорнаиритовая грунтовка имеет вязкость 20 с^{-1} при температуре 20 °С и наносится пневматическими краскораспылителями. Время сушки грунтовки – 30 мин.

Наиритовый состав имеет вязкость $300...350 \text{ с}^{-1}$ и может наноситься как кистью, так и пистолетом-распылителем. Междуслойная сушка наиритового покрывного слоя длится 2...3 ч, время полного высыхания – 10 суток. Наиритовые составы хранят в герметически закрытых сосудах, защищенных от солнечного света, при температуре не выше +25 °С. Срок хранения состава – 4 месяца.

Лакокрасочный материал Т-50 представляет собой 60%-ю водную дисперсию тиокола, которую тщательно перемешивают и разводят водой до рабочей вязкости 11 с^{-1} на месте производства окрасочных работ. Грунтовку наносят на предварительно увлажненную поверхность конструкции с заполнителем из сланцевых пород пневматическим краскораспылителем или кистью.

Грунтовка сушится в течение 4...6 ч при температуре 18...20 °С. Выдержка – 10 суток. Водная дисперсия тиокола Т-50 должна храниться в герметически закрытой таре при температуре не ниже +5 °С, срок хранения – до 5 лет.

Для защиты бетонных конструкций с заполнителем из сланцевых щебней можно применять другие лакокрасочные средства, соответствующие вышеперечисленным свойствам.

Защита щебней из сланцевых горных пород кремнийорганическими полимерами. Исходя из особенностей строения основной цепи макромолекулы кремнийорганического полимера различают два класса полимеров – органические и минеральные. В отличие от органических полимеров, минеральные полимеры не содержат углерода. Важнейшими представителями таких минеральных полимеров являются силикатные полимеры, имеющие кремний-кислородную, так называемую силоксановую связь.

Как известно, органические полимеры неустойчивы при температурах выше 100...140 °С и при 30 °С начинают растворяться в горячей воде. Поэтому использование органических полимеров для гидрофобизации сланцевых пород, применяемых в гидротехнических сооружениях, нецелесообразно, поскольку при нагревании сланцевых пород до 30 °С гидрофобные свойства органических полимеров начинают уменьшаться, сланцевые породы выщелачиваются, происходит растворение сланцевой массы и ее вымывание из сланцевых горных пород, что приводит к загрязнению водного бассейна.

Минеральные (силикатные) полимеры, как правило, не разрушаются даже при температуре 400...500 °С. Силоксановые связи, характерные для силикатных полимеров, придают им твердость и жесткость, в то время как углеродистые группы органических полимеров способствуют получению гибких, пластичных и эластичных веществ.

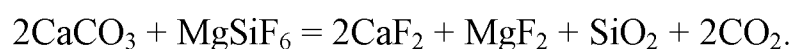
Ценными свойствами кремнийорганических полимеров являются их более высокая по сравнению с органическими полимерами теплостойкость и гидрофобность. На основе этих полимеров создано много видов лаков и эмалей, применяемых в качестве жаростойких и атмосферостойких покрытий, защищающих черные и цветные металлы от коррозии. На основе кремнийорганических полимеров изготавливают теплостойкие стеклопластики, гидрофобные лаки и краски, а также специальные составы для придания водонепроницаемости строительным конструкциям.

Водонепроницаемость гипсобетонных перегородок обеспечивают путем окунания их в водную эмульсию из кремнийорганических полимеров. Водонепроницаемость наружных стен, изготовленных с применением сланцевого заполнителя, можно улучшить поверхностной обработкой гидрофобными красками, которые не снижают паропроницаемости панелей в случае пропаривания.

При использовании сланцевых щебней для гидротехнических сооружений следует их обработать кремнийорганическими полимерами в виде водных растворов ГКЖ-10, ГКЖ-11 или ГКЖ-16, полиалкидгидросилоксановыми жидкостями ГКЖ-94 или ГКЖ-94М в виде жидкости. Из ГКЖ-94 можно получить стойкие водные эмульсии.

Кремнийорганические жидкости придают водоотталкивающие свойства сланцевым щебням. Пленки, полученные из них, водостойки, устойчивы к воздействию органических растворителей, масел и различных химических реагентов.

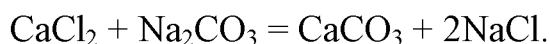
Для защиты сланцевых пород можно применять кремнефтористоводородные кислоты (метод флюатирования). Соли этой кислоты при взаимодействии с минералами образуют карбонатные соединения по уравнению



В результате реакции в порах породы и на ее поверхности выделяются нерастворимые вещества, состоящие из CaF_2 , MgF_2 и SiO_2 , повышающие не

только прочность и морозостойкость породы, но и ее стойкость по отношению к воздействию химических факторов и самораспада.

Породы, имеющие крупные поры, трещины или раковины на поверхности или содержащие мало углекислого кальция, обрабатывают методом аванфлюатирования, то есть предварительного пропитывания раствором хлористого кальция, а после просушки – раствором соды. При этом вследствие реакции образуется карбонат кальция:



Последующее флюатирование вызывает активную реакцию с карбонатом кальция и уплотняет поверхность породы.

Для предотвращения выветривания и доступа активного кислорода внутрь сланцевого щебня его обрабатывают жидким стеклом и хлористым кальцием, благодаря чему в порах сланцевых пород образуются нерастворимые соединения силиката кальция и кремнекислоты, заполняющие поры поверхности.

Уплотнить поверхность сланцевого щебня можно также его последовательной пропиткой спиртовым раствором калийного мыла и уксуснокислого глинозема, а также водоотталкивающими веществами, обеспечивающими гидрофобные свойства в течение длительного времени.

Выводы

1. Для защиты от выветривания, выщелачивания и для повышения трещиностойкости железобетонных конструкций с заполнителем из сланцевых горных пород при использовании их во влажной и агрессивной газовой среде лучшими химическими реагентами являются лакокрасочные эмали ХСПЭ и водная дисперсия тиокола Т-50.

2. При использовании сланцевого щебня в гидротехнических сооружениях, основаниях автодорог, насыпях железных дорог и т.д. рекомендуется обрабатывать их водными растворами кремнийорганических полимеров – ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-16 или полиалкидгидросилоксановыми жидкостями ГКЖ-94, ГКЖ-94М.

3. На поверхности сланцевого щебня, имеющего в своем составе активный углерод и водород, при обработке его водными растворами кремнийорганических полимеров (ГКЖ) образуются водонерастворимые соединения, препятствующие поглощению кислорода.

1. Скопенко В. С., Волошина В. В., Крамарев С. М. и др. Экологические проблемы рационального использования побочных продуктов химпроизводств // Междунар. науч.-практ. конф. „Экологические аспекты загрязнения окружающей среды». – К., 26–28 марта 1996 г. – Ч. 3. – С. 100–101.

2. Мищенко Н. Ф. Вопросы технологии песчаных грунтов сланцевыми смолами // Труды ЛКВВИА им. А. Ф. Можайского. – Л.: ЛКВВИА. – 1959. – Вып. 305. – С. 86–91.

3. *Мищенко Н. Ф.* О взаимодействии жидких сланцевых смол связными грунтами и применении ускорителей твердения // Труды ЛКВВИА им. А. Ф. Можайского. – Л.: ЛКВВИА. – 1959. – Вып. 305. – С. 46–52.

4. *Шмандий В. М.* Установление влияния проявлений техногенной опасности на состояние здоровья населения с применением математического моделирования // Вісник НТУУ „КПІ”. Серія „Гірництво”. – К.: НТУУ „КПІ”. – 2003. – Вип. 9. – С. 141–147.