

УДК 621.762  
ББК 34.39  
В-57

**Мултых Михаил Евгеньевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики факультета механизации и автоматизации автосервиса ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», тел.: 8(918)4470168;

**Магомадов Алексей Сайпудинович**, доктор технических наук, профессор кафедры физики факультета механизации и автоматизации автосервиса ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», тел.: 8(918)4476789;

**Привалова Наталья Михайловна**, кандидат химических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности института техносферной безопасности ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», тел.: 8(918)4519370;

**Привалов Дмитрий Михайлович**, студент 5 курса института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», тел.: 8(988)3871698.

### ВЛАГОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ БЕТОНА И МЕТАЛЛА НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ (рецензирована)

*Использование адгезионных свойств высокодисперсных порошков типа АЭРОСИЛ и модифицированного графита, является довольно перспективной технологией, т.к. не требует особых затрат, они могут использоваться в качестве наполнителей широкого спектра защитных покрытий как металлических, так и бетонных, деревянных и других элементов конструкций и сооружений.*

*Ключевые слова:* коррозия, защита от коррозии, модифицированный графит, АЭРОСИЛ, порошковая технология.

**Multykh Michael Eugenjevich**, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Theoretical Mechanics, Faculty of Mechanization and Automation of Service Centers of the Kuban State Technological University, tel.: 8 (918) 44-701-68;

**Magomadov Alex Sayputdinovich**, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Physics of the Faculty of Mechanization and Automation of Service Centers of the Kuban State Technological University, tel.: 8 (918) 44-767-89;

**Privalova Natalia Michailovna**, Candidate of Chemistry, associate professor of the Department of Life Safety of the Institute of Technospheric Safety of the Kuban State Technological University, tel.: 8 (918) 451-93-70;

**Privalov Dmitry Mikhailovich**, 5th year student of the Institute of Oil, Gas and Energy of the Kuban State technological University, tel.: 8 (988) 387-16-98.

### MOISTURE PROTECTION COATINGS OF CONCRETE AND METAL BASED ON POWDER TECHNOLOGY (reviewed)

*The use of the adhesive properties of fine powders of Aerosil type and modified graphite is quite a promising technology, because requires no extra costs, they can be used as fillers in a wide range of metal coatings as well as concrete, wood and other construction elements and structures.*

*Keywords:* corrosion, corrosion protection, modified graphite, aerosol, powder technology.

В настоящее время, в результате конверсии в гражданские отрасли промышленности стали поступать интенсивные технологические решения ряда проблем, которые ещё недавно были закрыты. Одной из таких проблем являются нетрадиционные методы защиты поверхностей металла, бетона, дерева и других материалов с помощью

порошковой технологии. Такие покрытия, а также использование порошков в качестве компонента бетона, красок, различных гидрофобных покрытий и др. стойки и долговечны, противодействуют химическому и радиационному воздействию, а также влаге и температуре. Заметные разработки в этой области были сделаны под руководством А. Смирнова [1, 2].

На базе порошковой технологии с помощью порошка типа «Аэросил» удаётся получить покрытия, резко замедляющие коррозию металлов, предохраняющие различные поверхности от намокания, препятствующие химическому воздействию [2, 6].

Отличительной особенностью данной технологии является то, что обрабатываемая поверхность (бетона, дерева, мрамора и т.д.) не требует предварительной подготовки.

Частицы порошка с размерами  $\approx 10$  нм удерживаются на поверхности за счет адгезии. При этом, чем выше микропористость обрабатываемой поверхности, тем больше силы адгезии. Причем эти покрытия могут сохранять свои свойства продолжительное время.

Аэросил – коллоидный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ) очень легкий, микронизированный порошок с выраженными адсорбционными свойствами. Название введено в оборот немецкой химической компанией «Evonik Degussa AB». Техническое название – пирогенная двуокись кремния. Его получают взаимодействием газообразного четыреххлористого кремния с парами воды. Размеры частиц от 5 до 40 нм. Порошок пожаро- и взрывобезопасен, не токсичен. В качестве гидрофобных покрытий используется Аэросил R-972 и R-974.

Большую перспективу в плане химической и радиационной защиты различных объектов и персонала имеет технология, в основе которой лежит использование расширенного (вспученного) графита – как компонента графобетона и графопенобетона (ячеистого графобетона).

Большую актуальность приобретает вопрос влагозащиты бетонных поверхностей при закладке фундаментов зданий и многоэтажных подземных гаражей в зонах повышенной влажности. Причем здесь можно использовать как модифицированный графит, так и Аэросил.

Вспученный (модифицированный) графит также химически нейтрален, не горит, обладает низкой теплопроводностью и в определенной степени может являться защитным слоем при химическом и радиационном воздействии [2].

Основной целью данного этапа исследования является лабораторное изучение влагозащитных и радиационно-защитных свойств образцов графопенобетона (ячеистого бетона неавтоклавного твердения с добавкой вспученного графита), а также влагозащитных свойств при обработке металлических поверхностей на основе порошка Аэросил.

Предыдущие исследования в лабораториях «СМИК» г. Краснодара, кафедры «Производства строительных изделий и конструкций» Кубанского Государственного технологического университета и лаборатории радиационных исследований при кафедре физики КГУ (Краснодарского Государственного университета, профессор Запорожец В.) показали, что добавка модифицированного (вспученного) графита существенно повышает гидрофобность и несколько увеличивает радиационную стойкость тестируемых образцов [6].

Целью данного этапа исследований является появление образцов графопенобетона с графитным наполнением, превышающим 10% и исследование их на гидрофобность и радиационную стойкость при  $\gamma$ -облучения малой мощности, до 1,5 м.э.л.вольт.

Вспученный (модифицированный) графит получается путем предварительного окисления концентрированной серной кислотой с последующей промывкой и облучением в поле высокой частоты (ТВЧ). В результате получается новая молекулярная структура графита [1] с новыми, нетрадиционными свойствами. Ряд этих свойств дают повод для использования их в сочетании с другими материалами (краска, клей, пенобетон, резина и т.д.), что приводит к значительному повышению их эксплуатационных свойств, а также

приданию новых свойств. Так при добавлении 20% вспученного графита (по объему) и производстве технической резины (автопокрышки) эластичность резин повышается на 35%. Влагостойкость лакокрасочных покрытий с добавлением 15% графита увеличивает срок службы изделий примерно в 3 раза.

Определяющим фактором в повышении эксплуатационных качеств изделий с графитовым наполнением является процентное содержание графита в базовом материале, а также его равномерность распределения в самой массе материала [6]. Наличие графита определяет и повышение радиационной стойкости образцов, помещенных в зону повышенной радиации.

В лабораторных условиях кафедры производства строительных изделий и покрытий Кубанского Государственного университета разработан метод получения ячеистого пенобетона [5].

В лаборатории неорганической химии КубГТУ был получен вспученный (модифицированный) графит по технологии [1] в количестве 1 кг.

В дальнейшем, с помощью миксера ( $n = 250$  об/мин.) проводилось смешивание сухих компонентов (80% компонентов пенобетона, 20% графита) в течение 20 минут до однородной массы (ТУ 21-25-167-88). После добавления связующего по технологии [5, 6, 8] был получен графопенобетон в виде пластин, размером 5x5x1 см в количестве 10 штук. Средняя плотность составила 600 кг/м<sup>3</sup>. Из них 5 образцов подвергали воздействию воды в течение 2 минут путём окунания. В таблицы 1 приведены данные, позволяющие судить о гидрофобности образцов графопенобетона, т.е. сопротивлению влагопоглощению по массе и объему.

Средне-арифметический процент влагонасыщения составляет в среднем 1,64%, что почти в 2 раза ниже по сравнению с образцами, в которых графитовый наполнитель составлял только 10%. Влагопоглощение образца без добавления графита составляет 12-14%, что и является большой проблемой в строительной индустрии.

Таблица 1 - Гидрофобность образцов графопенобетона

Номер образца	Вес сухого образца, гр	Вес увлажненного образца, гр	Влагопоглощение, %
1	21,2	21,5	1,4
2	19,1	19,41	1,6
3	23,4	23,8	1,7
4	24,7	25,2	1,8
5	24,1	24,5	1,7

Для определения радиационной стойкости (сопротивление проникающему  $\gamma$ -излучению) образцов с 20% содержанием графита использовались образцы графопенобетона размером 5x5x5 см, которые подвергались  $\gamma$ -излучению мощностью от 0,5 до 1,5 мл.эл.вольт (лаборатория радиационных изотопов кафедры физики КГУ проф. Запорожец В.А.). Радиационный фон снизился незначительно, примерно на 2,5-3 %. Такое снижение мощности излучения конечно недостаточно для использования этого материала в качестве защитной футеровки объектов, работающих в зоне повышенной радиации с  $\gamma$ -фоном, однако целесообразность дальнейших исследований в этом направлении представляет интерес.

Не менее эффективна технология защиты металлических поверхностей с помощью порошка «Аэросил». Так были проведены пробные покрытия металлической поверхности на нефтеналивном терминале «Шисхарис» г. Новороссийска. Стальная труба диаметром 1,85 м на участке длиной 20 м, подверженной воздействию морской воды, атмосферным осадкам и перепаду температур от -11°C до 32°C, была условно разделена на 10 участков площадью 5,6 м<sup>2</sup> каждый. После обезжиривания наружной поверхности трубы этиловым спиртом, на каждый из 10 условных участков трубы были нанесены защитные покрытия, с разной концентрацией порошка «Аэросил». Нанесение покрытия осуществлялось вручную, с помощью валика при температуре 26°C. В качестве связующего использовался сурик свинцовый.

Через 21 месяц был проведен контрольный осмотр и определение степени

коррозионного повреждения участков поверхности трубы. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Степень коррозионного повреждения участков поверхности трубы с разной концентрацией порошка «Аэросил»

№ пробы	% содержание «Аэросил»	Площадь коррозии, м <sup>2</sup>	Степень поражения поверхности металла, %
0	0	0,38	6,72
1	1	0,22	3,80
2	2	0,18	3,18
3	3	0,13	2,30
4	4	0,10	1,77
5	5	0,08	1,41
6	6	0,04	0,71
7	7	0,01	0,17
8	8	0,007	0,12
9	9	0,004	0,07
10	10	0,002	0,03

Так при 8-10% содержании «Аэросил» в защитном покрытии степень поражения образца составила всего 0,07-0,03%, что наглядно демонстрирует высокую эффективность гидрофобных свойств данного метода защиты. Дальнейшее увеличение процентного содержания порошка «Аэросил» в защитном слое не имеет смысла, т.к. уже не улучшает адгезионных свойств.

#### ВЫВОДЫ

1. Экспериментально показана возможность повышения влагостойкости пенобетона неавтоклавного твердения примерно на 5-7% путем добавки 20% модифицированного графита в качестве сухого компонента.

2. Установлено, что использование графопенобетона с 20% содержанием графита в качестве защитного экрана при  $\gamma$ -облучении интенсивность радиационного фона снижается примерно на 3%.

3. Более чем 20% наполнение графитом пенобетона резко снижает механическую прочность, поэтому этот пенобетон не может использоваться в качестве несущей конструкции, а может быть использован только в качестве футеровки и не нагруженных перегородок, подверженных воздействию влаги.

4. В промышленных условиях нефтеналивного терминала «Шисхарис» установлено, что применение порошка «Аэросил» в объеме 8-10% в качестве наполнителя защитного покрытия металлических поверхностей делает её практически неуязвимой к воздействию морской воды и температуры в диапазоне от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ .

#### Литература:

1. Устройство для получения пенографита : пат. 2082746 Рос. Федерация: МПК [C10B](#) / Смирнов А.В., Венедиктов Н.Н., Орлов О.Г.; опубл. 27.06.97.

2. Смирнов А.В. В огне не горит и в воде не раскисает // Военный вестник. 1992. №2. С. 18-21.

3. Мултых М.Е. Исследование и разработка технологии защиты различных поверхностей на базе порошка «Аэросил»: отчет по гос. бюджетной НИР. Краснодар: КубГТУ, 1999.

4. Хархадин А.И., Веснин А.С. Опыт освоения массового производства пенобетонных изделий // Строительные материалы. 1999. №2. С. 30-31.

5. Кудряшов И.Г., Курняков В.Г. Ячейные пенобетоны. М.: Госстройиздат, 1959. С. 182.

6. Мултых М.Е., Маштаков А.Д., Черных В.Ф. Защита ячеистого бетона от увлажнения гидрофобным порошком // Труды КубГТУ. 2000. Т. XII. С. 31.

7. Мултых М.Е. Разработка технологии получения окисленного графита в поле

высокой частоты с целью получения выпученного графита: отчет по гос. бюджетной НИР. Краснодар: КубГТУ, 2001.

8. Черных В.Ф., Маштаков А.Д. Технология производства пенобетонных изделий неавтоклавного твердения // Строительные материалы. 1988. №12. С. 4-5.

#### **References:**

1. *The apparatus for producing expanded graphite: patent N 2082746 of the RF: MIC C10B / Smirnov A. V. Publ. 27.06.97.*

2. *Smirnov A. V. In the fire does not burn and does not limp in the water // Military bulletin. M., 1992. №2. P. 18-21.*

3. *Mulykh M.E. Research and development of technologies to protect the various surfaces on the basis of powder «Aerosil»: report on the State Budgetary research. KubSTU. Krasnodar, 1999.*

4. *Kharkhadin A.I., Vesnin A.S. Experience in mastering mass production of foam concrete products // Building Materials. 1999. №2. P. 30-31.*

5. *Kudryashov I.G., Kurnyakov V.G. Cellular foam concrete. M.: Gosstroyizdat, 1959. P. 182.*

6. *Mulykh M.E., Mashtakov A.D., Chernykh V.F. Protection of cellular concrete from moisture by hydrophobic powder // Proceedings of KubSTU. Vol. XII. 2000. P. 31.*

7. *Mulykh M.E. Development of technology for obtaining the oxidized graphite in the field of high frequency in order to obtain the buckled graphite: report on State Budget research. 2001. Krasnodar: KubSTU.*

8. *Chernykh V.F., Mashtakov A.D. Technology of production of foam concrete products of non-autoclaved hardening // Building materials. №12. P. 4-5. 1988.*