



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО  
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

ТОМ 6, N2, 2010, 101-111

УДК 666.772.1:698.9.03 + 691:620.197

## ГЕОЦЕМЕНТНІ КОМПОЗИЦІЇ, ЯКІ ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ДИМОВИХ ТРУБ

**С. Г. Гузій, П. В. Кривенко**

*Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В. Д. Глуховського  
Київського національного університету будівництва і архітектури,  
пр. Повітрянофлотський, 31, м. Київ, Україна, 030037.*

*E-mail: sguziy@mail.ru*

*Отримана 24 квітня 2010; прийнята 31 травня 2010.*

**Анотація.** У роботі показано, що використання геоцементів і композицій на їхній основі для антикорозійного захисту поверхонь димових труб екологічно та економічно цілеспрямовано в порівнянні з захисними композиціями на основі інших в'язучих речовин. Захисні властивості забезпечуються за рахунок направленої формування у структурі композицій цеолітоподібних новоутворень типу фожазиту та мордену та гідрослюд типу пірофіліту, використання спеціальних наповнювачів. Запропоновані склади композицій ефективні, технологічні та довговічні. Вони спроможні зберігати антикорозійні властивості протягом 5-7 років та скорочувати на декілька порядків час, який відведено для виконання ремонтно-відновлювальних робіт димових труб.

**Ключові слова:** геоцемент, антикорозійні композиції, добавки-модифікатори, кислотостійкі наповнювачі, димові труби.

## ГЕОЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ДЫМОВЫХ ТРУБ

**С. Г. Гузій, П. В. Кривенко**

*Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского  
Киевского национального университета строительства и архитектуры,  
пр. Воздухофлотский, 31, г. Киев, Украина, 03037.*

*E-mail: sguziy@mail.ru*

*Получена 24 апреля 2010; принята 31 мая 2010.*

**Аннотация.** В работе показано, что использование геоцементов и композиций на их основе для антикоррозионной защиты поверхностей дымовых труб экологически и экономически целесообразно по сравнению с защитными композициями на основе других вяжущих веществ. Защитные свойства обеспечиваются за счет направленного формирования в структуре композиций цеолитоподобных новообразований типа фожазита, морденита и гидрослюд типа пирофиллита и использования специальных наполнителей. Предложенные составы композиций эффективны, технологичны и долговечны, способны сохранять антикоррозионные свойства на протяжении 5-7 лет и сокращать на несколько порядков время, отведенное для ремонтно-восстановительных работ дымовых труб.

**Ключевые слова:** геоцемент, антикоррозионные композиции, добавки-модификаторы, кислотостойкие наполнители, дымовые трубы.

## THE GEOCEMENT COMPOSITIONS INTENDED FOR ANTICORROSIVE PROTECTION OF CHIMNEYS

S. G. Guziy, P. V. Kryvenko

*V.D. Glukhosky Scientific Research Institute for Binders and Materials Kiev National University of Civil Engineering and Architecture,*

*31, Vozdukhoflotsky Av., Kyjev, Ukraine, 03037.*

*E-mail: sguziy@mail.ru*

*Received 24 April 2010; accepted 31 May 2010.*

**Abstract.** It is shown, that geocements and compositions using on their basis for anticorrosive protection of chimneys surfaces ecologically and economically expediently in comparison with protective compositions on the basis of other binding substances. Protective properties are provided at the expense of the directed formation in the structure of compositions structure of zeolite new formation type faujasite, mordenite both hydromicas of pyrophyllite type and special fillers using. The suggested structures of compositions are effective, technological and lasting, capable to keep anticorrosive properties during 5-7 years and to reduce time to some orders allocated for repair and reestablishing chimneys operation.

**Key words:** geocement, anticorrosive compositions, additives-modifiers, acid proof fillers, chimneys.

### Введение

Известно, что теоретический срок службы железобетонных и кирпичных труб составляет 50 лет, металлических – 25 лет. Однако в связи с реальными условиями эксплуатации котельных установок эти сроки значительно сокращаются. По истечении этого срока техническое состояние дымовых труб приводит к необходимости их реконструкции, а чаще – к полной замене. В настоящее время стоимость полной реконструкции сборной железобетонной дымовой трубы составляет, в среднем, около или более 100 000 \$ [1].

Дымовые трубы работают в сложных условиях: при перепадах температуры, давления, влажности, агрессивном воздействии дымовых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ), ветровых нагрузках и нагрузках от собственной массы. В результате механических (силовых и температурных), химических и комбинированных воздействий возникают повреждения конструкций дымовых труб (рис. 1).

Одной из наиболее распространенных причин повреждений конструкций дымовых труб является конденсатообразование на внутренней поверхности и его последствия (такие как намокание несущих конструкций, увеличение коэффициента теплопроводности стенок за счет науглероживания приводят к следующим наи-

более распространенным повреждениям конструкций:

- разрушение защитного слоя железобетонных труб, обнажение и коррозия арматуры;
- разрушение кирпича кирпичных труб;
- интенсивная сульфатная коррозия внутренней поверхности бетона ствола железобетонных труб;
- разрушение теплоизоляции;
- пустошовка в кладке футеровки, снижение газоплотности и прочности футеровки;
- разрушение кирпичной кладки футеровки железобетонных и кирпичных дымовых труб лещадками;
- пониженная прочность монолитной футеровки железобетонных труб.

Содержание водяных паров в дымовых газах зависит от типа используемого топлива. По данным [1], наибольшее количество влаги в дымовых газах – при сжигании фрезерного торфа, на втором месте – природный газ, наименьшее количество водяных паров содержится в продуктах сгорания мазута и угля. Источниками водяных паров в дымовых газах являются влага, образующаяся при горении водородосодержащих компонентов, поступающая с топливом, подаваемого в топку котла и влага, поступающая с форсуночным паром в случае сжигания жидкого топлива. Основная доля (60-90 % в зависи-



**Рис. 1.** Повреждения внутренней части футеровки дымовой трубы по причине атмосферной и химической коррозии.

мости от вида и состава топлива) образуется при окислении горючих водородосодержащих компонентов топлива (рис. 2).

Опыт эксплуатации дымовых труб котельных, работающих на мазуте и угле, показывает, что повреждениям более подвержена футеровка, чем наружная поверхность ствола. Это происходит по двум причинам. Во-первых, при сжигании жидкого или твердого топлива температура уходящих газов, как правило, выше, чем температура продуктов сгорания природного газа, отсюда – уменьшение общего количества сконденсированной влаги на внутренней поверхности дымовой трубы при прочих равных условиях. Во-вторых, в жидких и твердых видах топлива допускается большее содержание серы, чем в газообразном топливе. Вступая в химическую реакцию с серосодержащими компонентами дымовых газов (например, сернистым газом ( $\text{SO}_2$ ) или не прореагировавшим в топке сероводородом ( $\text{H}_2\text{S}$ ), водяные пары и водяной конденсат образуют кислоты, которые разрушают в первую очередь внутреннюю поверхность трубы, а также, вследствие диффузии через стенку, и несущие конструкции труб, другими словами, происходит сульфатная коррозия кирпича и кислотоупорного раствора кладки футеровки.

При работе теплоагрегатов на природном газе наблюдается развитие пустошовки из-за растворения конденсатом дымовых газов натриевого

стекла, являющегося в растворе связующим. Недолговечна по той же причине и кислотоупорная обмазка футеровки, выполняемая при строительстве трубы для повышения газоплотности футеровки.

Что касается металлических дымовых труб, то снижению их несущей способности способствуют одновременные действия как атмосферной, так и газовой коррозии (рис. 3).

В результате чего на поверхностях металлических дымовых труб, как на внутренней, так и наружной, могут появляться следующие основные дефекты: выпадение конденсата, сплошная и точечная коррозия, разрушающиеся сварные швы, трещины, волосяные трещины и т.п.

Одним из путей предотвращения конденсатообразования в дымовых трубах является тепловая изоляция дымовых труб и уменьшение паропроницаемости материала трубы [2].

Традиционно применяемые материалы для ремонта швов бетонирования не обеспечивают долговременного эффекта из-за усадки вновь уложенного бетона и слабой адгезии нового бетона к бетону ствола. Через короткий, двух-трех-летний срок, вновь возникают неплотности в ранее отремонтированных швах, что приводит к необходимости в дальнейшем более радикального и дорогостоящего ремонта, устройству обоймы усиления ствола трубы.

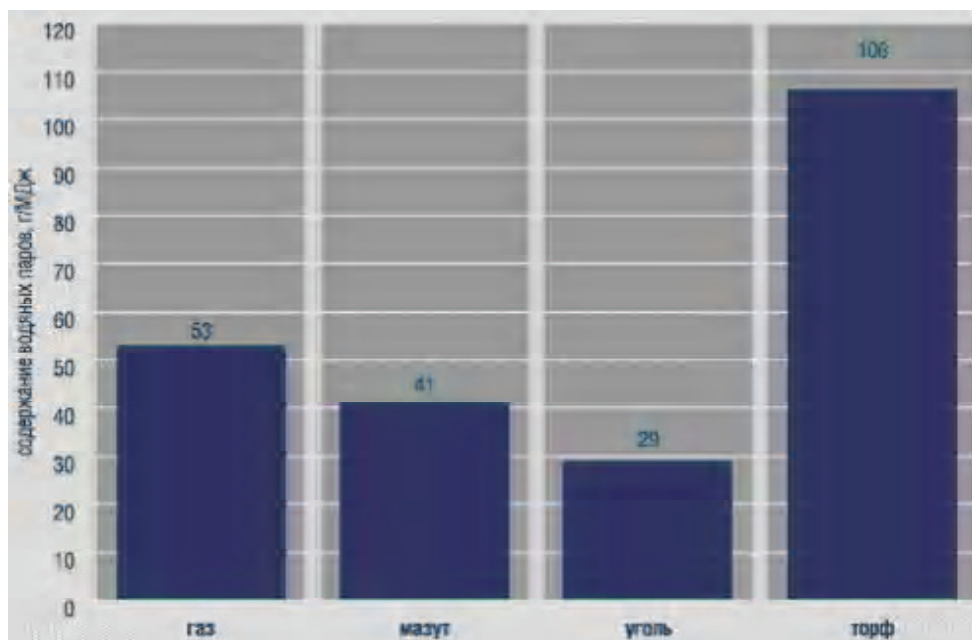


Рис. 2. Содержание водяных паров в дымовых газах различных топлив.

Восстановление газоплотности футеровки методом нанесения на поверхность, контактирующую с дымовыми газами, торкретного покрытия из полимерсиликатбетона толщиной 30-40 мм, в случае работы теплоагрегатов на высокосернистом топливе, или торкрета на цементном связующем при работе на газе, требующее остановки теплоэнергетического оборудования сроком до нескольких месяцев, обеспечивает срок службы защиты не более 3-10 лет, в зависимости от режима эксплуатации трубы.

В последнее время для ремонта дымовых и вентиляционных труб все большее применение находят ремонтные составы на основе сухих цементных смесей российского и зарубежного производства, таких как БАРС, ЦМИД, Акватрон, ЭМАКО и др. [3].

Несмотря на достаточно высокие физико-механические и антикоррозионные свойства этих смесей, они в должной мере не обеспечивают достаточную защиту дымовых труб от повреждений, поэтому как альтернатива выше приведенным композициям в данной статье будут рассмотрены защитные композиционные материалы антикоррозионного назначения, полученные на основе геоцементов, научные основы получения которых разработаны проф. Глуховским В. Д. и учениками созданной им школы [4-12]. Отличительной особенностью

искусственного камня на основе геоцементов является то, что основными структурообразующими фазами являются минералы, подобные природным неорганическим полимерам каркасной структуры (типа цеолитов и фельдшпатоидов), а дополнительными – низкоосновные гидросиликаты и гидроалюминаты кальция и магния слоистой структуры. Разработанная в НИИВМ технология направленного синтеза цеолитоподобных новообразований в составе продуктов твердения геоцементов предусматривает получение на начальном этапе цементирующей фазы в аморфизованном высокодисперсном состоянии, в котором щелочные соединения прочно связаны в водонерастворимые алюмосиликатные комплексы. В процессе отверждения в условиях обычных температур и давлений эти комплексы проявляют полимерные свойства и высокую адгезию к различным материалам [6]. Вещественный состав цеолитоподобных продуктов, в которых щелочь прочно связана в химических соединениях, описывается формулой  $[Me((-SiO_2)_z-AlO_2)_n] \cdot mH_2O$ , где  $z = 1,2,3$ ; Me – катион  $K^+$  или  $Na^+$ ; n – степень поликонденсации. Отличительной особенностью геоцементов со структурной формулой  $Na_2O(K_2O) \cdot Al_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$  является то, что, изменяя соотношение основных оксидов  $SiO_2/Al_2O_3$ ,  $Na_2O(K_2O)/Al_2O_3$ , варьируя коли-

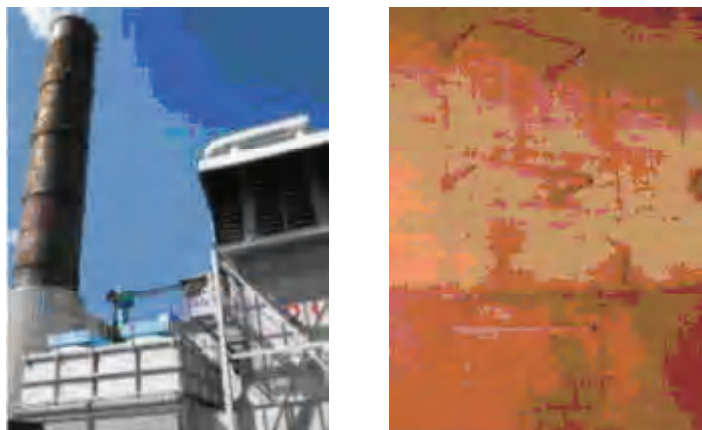


Рис. 3. Повреждения внутренней части футеровки дымовой трубы по причине химической коррозии.

чество молекул воды, вводя добавки-модификаторы как неорганического, так и органического типа, можно получать материалы с различными свойствами, высокой долговечностью и областями использования.

Целью данной работы является исследование водо- и кислотостойкости антикоррозионных гецементных композиций, предназначенных для защиты эффективной защиты внутренних и наружных поверхностей дымовых труб, изготовленных из бетона и металла.

### Материалы и методы исследований

Для получения антикоррозионных композиций использовали гецемент состава  $\text{Na}_2\text{O}(\text{K}_2\text{O}) \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (по ТУ В В.2.7-16403272-001). В качестве добавок-модификаторов, позволяющих усиливать антикоррозионные свойства и нивелировать коэффициенты линейного термического расширения в системе «подложка-покрытие» – использовали тальк, вермикулит и оксиды двух- и трехвалентного железа. В качестве наполнителей защитных композиций использовали мелкодисперсный цинк, слюду и молотый кварцевый песок; в качестве отвердителей – Са и Al-содержащие материалы.

Вязкость исследуемых композиций находилась в пределах 150-190 мм (по вискозиметру Суттарда), что позволяло наносить их на бетонную и металлическую подложку кистью. Водо- и кислотостойкость защитных покрытий после их термообработки в интервале температур 100-300 °С в течение 30 мин определяли капель-

ным методом, используя обычную водопроводную воду и 20 % раствор серной кислоты. Микроструктуру искусственного камня исследовали с помощью ручного цифрового микроскопа Dino-Lite Pro-AM413 с разрешением 1,3 МР и увеличением до 200 раз (ANMO Electronics Corporation).

### Экспериментальная часть

В НИИВМ первые работы в этом направлении были проведены Мохортом М. А. [2] при исследовании термо- и кислотостойкости клеевых соединений вида «гецемент – теплоизоляционная плита Rockwool» – стеклоткань». Им установлено достаточно сильное влияние агрессивной среды ( $\text{SO}_3$ ) при температуре 200 °С на клеевое соединение «гецемент – теплоизоляционная плита – стеклоткань», приводящее к значительным коррозионным разрушениям стеклоткани после 50 циклов испытаний. Несмотря на этот факт, автор сделал вывод о наличии остаточной прочности защитного покрытия, что позволило ему прогнозировать возможность его дальнейшей работы в промышленных условиях, поскольку концентрация  $\text{SO}_3$  в лабораторном эксперименте значительно превышала концентрацию при условиях промышленной эксплуатации.

На наш взгляд данные сэндвичевые конструкции эффективны в случае восстановления внутренних поверхностей кирпичных и бетонных дымовых труб, но очень трудоемки при выполнении комплекса ремонтных работ. Поэтому более производительным и менее трудоемким является

использование защитных композиций, которые по своей консистенции близки к лакокрасочным материалам.

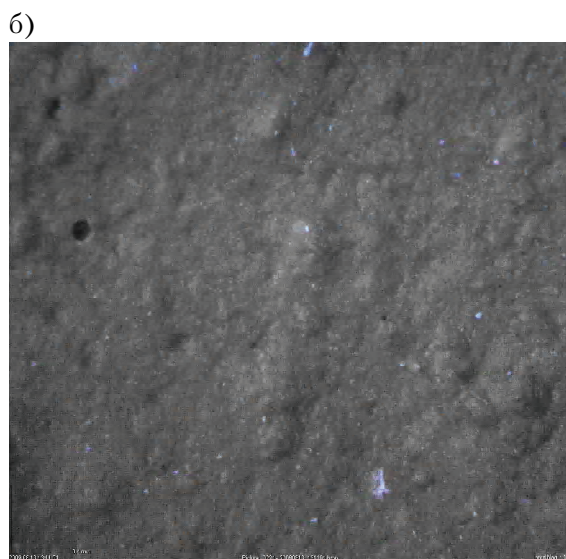
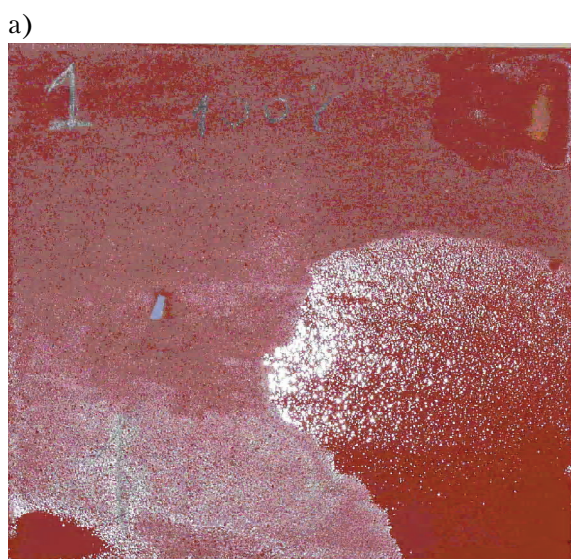
Ниже приведены результаты исследования водо- и кислотостойкости геоцементных антикоррозионных композиций, полученных на основе натриевого жидкого стекла и предназначенных для защиты металлических поверхностей дымовых труб (рис. 4-11).

Как видно из рис. 4, поз. а, поверхность данной композиции не повреждена от капель воды и капель 20 % раствора серной кислоты.

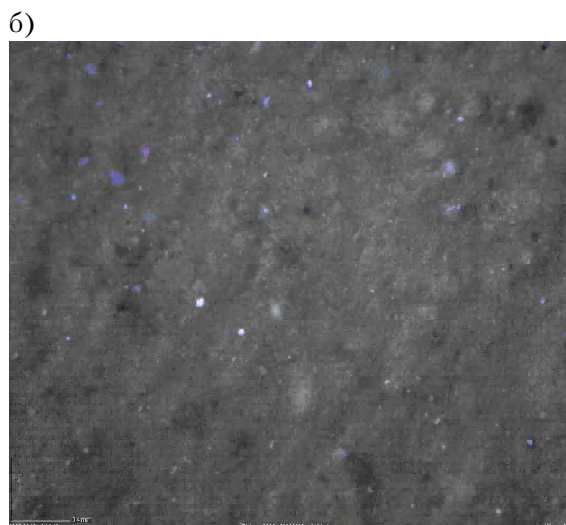
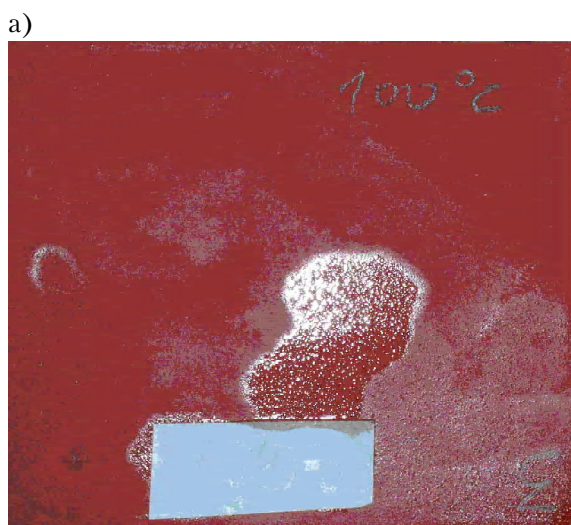
Микроструктура искусственного камня (рис. 4, поз. б) плотная, трещины отсутствуют.

Такая же картина наблюдается и для следующей композиции, отвержденной Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента (рис. 5, поз. а и б). Данные добавки-модификаторы способствуют нивелированию КЛТР покрытия и металлической подложки.

Введение в состав модифицированного геоцемента металлического цинка в количестве 13,6 % способствует повышению протекторных (кислотостойких) свойств (рис. 6-10, поз. а, б).



**Рис. 4.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин.



**Рис. 5.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденного Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента.

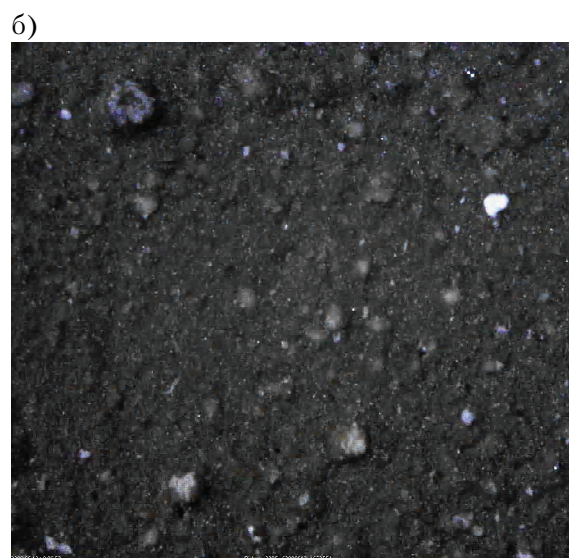
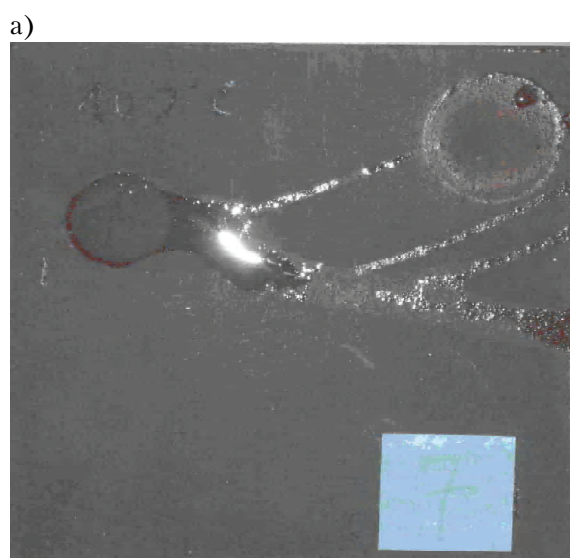
Структура искусственного камня плотная, следов разрушительного действия капель воды и 20 % раствора серной кислоты не обнаружено.

Увеличение температуры обработки до 300 °С способствует повышению водо- и кислотостойкости покрытия, несмотря на незначительное увеличение пористости искусственного камня (рис. 7, поз. б). Отверждение защитной композиции выше приведенного состава Са-содержащей добавкой (в количестве 2,5 % от массы геоцемента) способствует бо-

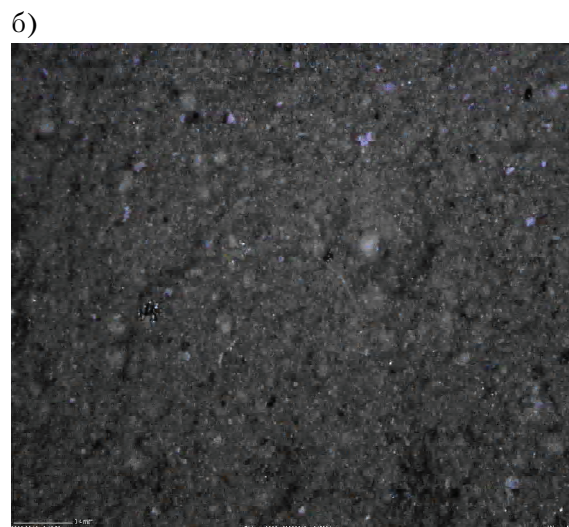
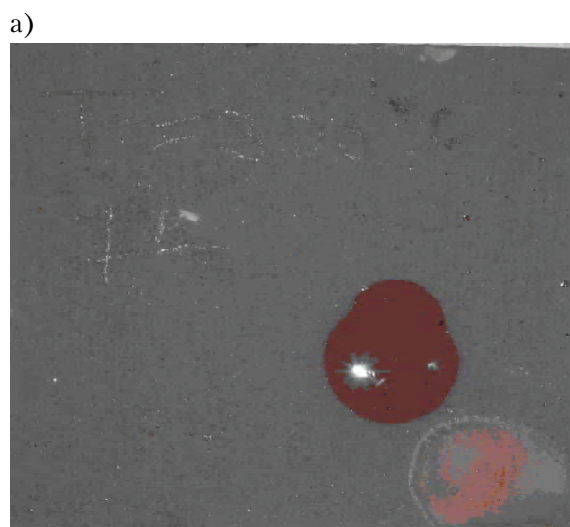
лее быстрому приобретению водостойкости композиции, а также увеличению плотности ее структуры (рис. 8, поз. б).

Абсолютно одинаковая картина наблюдается при использовании в качестве отвердителя Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента (рис. 9).

Аналогичные свойства проявляются у защитных композиций на основе модифицированных геоцементов на калиевом жидком стекле (рис. 10 и рис. 11).



**Рис. 6.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденного Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента.



**Рис. 7.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 300 °С в течение 30 мин, отвержденного Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента.

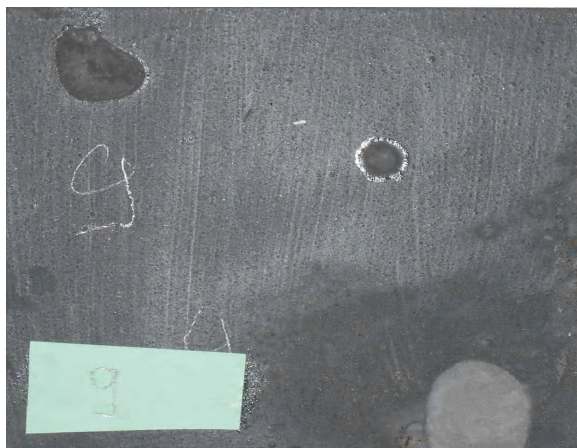
Следует отметить, что микроструктура геоцементных композиций на основе калиевого жидкого стекла более плотная по сравнению с микроструктурой композиций, полученных на основе натриевого жидкого стекла.

Для восстановления поврежденных поверхностей дымовых труб из кирпича и бетона целесообразно использовать высоконаполненные геоцементные защитные составы на калиевом жидком стекле в виде шпаклевок – заделка разрушенного защитного слоя железобетонных труб, разрушенного кирпича кирпичных труб и пустошовки в кладке футеровки и т. п.

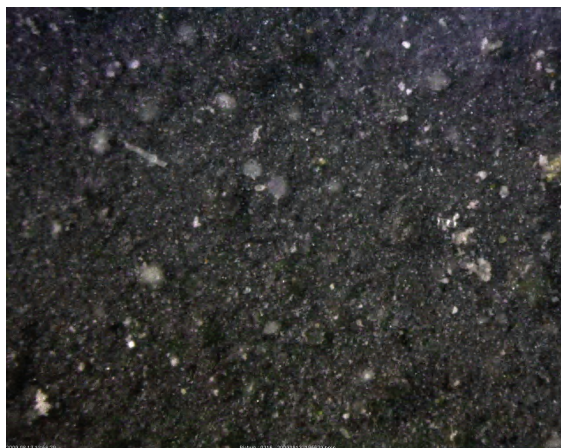
А в качестве финишного слоя использовать покрытие лакокрасочной консистенции, но уже с уменьшенным содержанием наполнителей барьерного типа – слюды и молотого песка.

Ниже приведены фотографии защитной композиции барьерного типа, полученной на основе немодифицированного геоцемента на калиевом жидком стекле с содержанием кислотостойких наполнителей: слюды в количестве 2,1 % и молотого кварцевого песка в количестве 7,7 %, отвержденной Al-содержащей добавкой в количестве 3,5 % от массы геоцемента. Как видно из рис. 12, поверхность защитного покрытия стойка к воздей-

а)

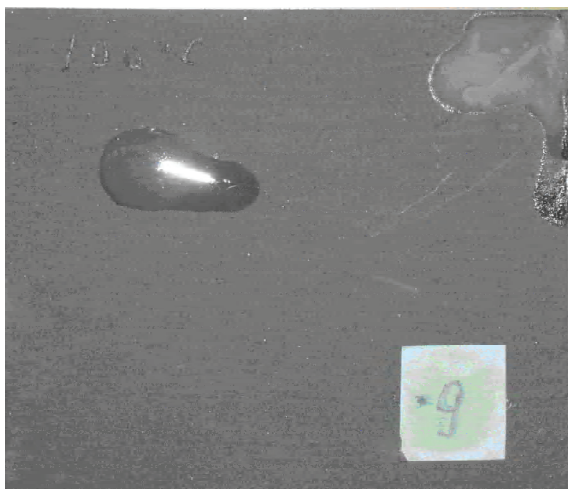


б)

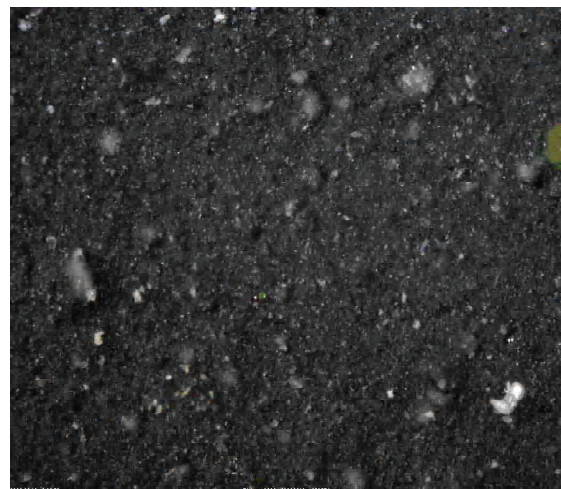


**Рис. 8.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденного Са-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента.

а)



б)



**Рис. 9.** Антикоррозионная композиция на основе геоцемента, модифицированного добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденного Al-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы геоцемента.



ствию капель воды и 20 % раствора серной кислоты, а ее микроструктура (рис. 12, поз. б) отличается повышенной плотности по сравнению с выше приведенными типами структур. Это объясняется тем, что частицы слюды в гецементной композиции располагаются параллельно бетонной подложке, обеспечивая повышенную ее непроницаемость к действию выше приведенных агрессивных факторов.

Следует отметить, что приведенные составы антикоррозионных композиций легко, без сползаний, наносятся на влажную как металлическую, так и бетонную (кирпичную) поверхности

и отверждаются при температурах 5-7 °С в условиях 100 % влажности (подтверждено апробацией рассмотренных составов на предприятиях Чешской республики [13-15]).

### Вывод

Показано, что применение гецементов и композиций на их основе для антикоррозионной защиты поверхностей дымовых труб экологически и экономически целесообразно по сравнению с защитными композициями на основе других вяжущих веществ. Защитные свойства

а)

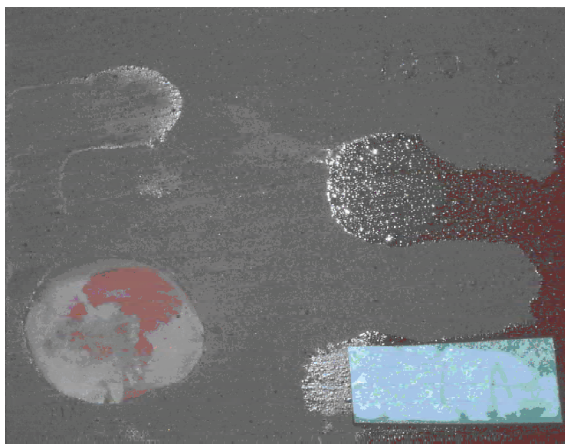


б)

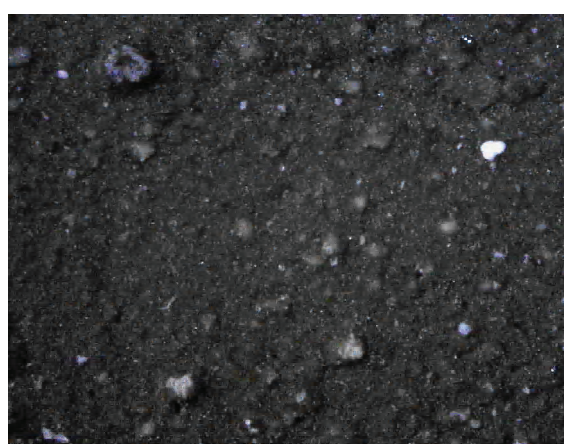


**Рис. 10.** Антикоррозионная композиция на основе гецементы, модифицированной добавками талька и оксида трехвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденной Са-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы гецементы.

а)

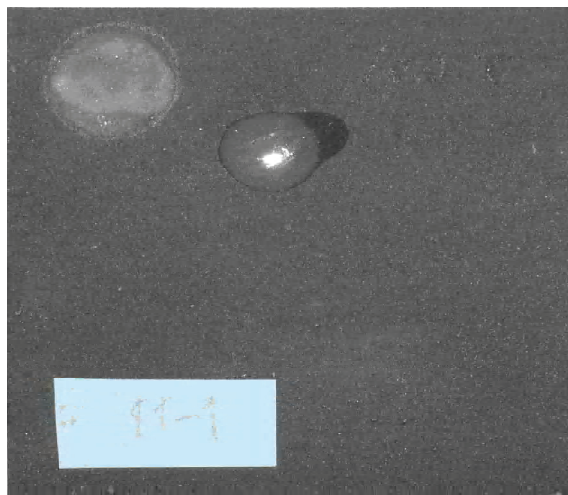


б)

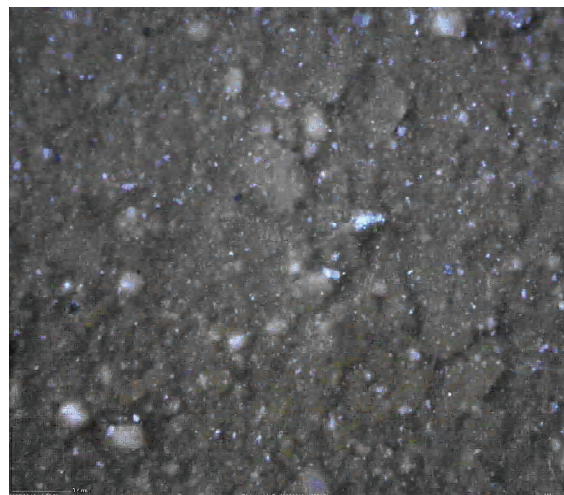


**Рис. 11.** Антикоррозионная композиция на основе гецементы, модифицированной добавками вермикулита и оксида двухвалентного железа, после сушки при температуре 100 °С в течение 30 мин, отвержденной Са-содержащей добавкой в количестве 2,5 % от массы гецементы и без содержания цинка.

а)



б)



**Рис. 12.** Геоцементная антикоррозионная композиция барьерного типа после сушки при температуре 100 °С в течение 30 минут, отвержденного Al-содержащей добавкой в количестве 3,5 % от массы геоцемента, наполненная слюдой и молотым кварцевым песком.

обеспечиваются за счет направленного формирования в структуре композиций цеолитоподобных новообразований типа фожазита, морденита и гидрослюд типа пиррофиллита (фазовый состав в данной статье не рассматривался) и использования специальных наполнителей. Предложенные составы композиций эффективны, технологичны и долговечны, способны сохранять антикоррозионные свойства на протяжении 5-7 лет и сокращать на несколько порядков время, отведенное для ремонтно-восстановительных работ дымовых труб.

### Литература

1. Хворенков Д. А. К вопросу о конденсатообразовании в дымовых трубах котельных установок: [Электронный ресурс] / Д. А. Хворенков, О. И. Варфоломеева // С.О.К. – 2005. – № 8.
2. Mokhort N. A. Resistance of protective geocement coatings in sulfur oxide (SO<sub>2</sub>) medium at the increased temperatures / N. A. Mokhort, G. V. Voznyuk // Non-Traditional Cement&Concrete III. Proc. of the Intern. Symp. Brno University of technology, Brno. – 2008. – June 10-12. – P. 477-486.
3. Рекомендации по использованию материалов серии Эмако для ремонта и реконструкции дымовых и вентиляционных дымовых труб : [Электронный ресурс] // [germostroy@mail.ru](mailto:germostroy@mail.ru)
4. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / [под общ. ред. проф. В. Д. Глуховского]. – К. : Вища школа, 1979. – 232 с.
5. Кривенко П. В. Кислотостойкие материалы на основе щелочных алюмосиликатных связок : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / П. В. Кривенко. – К., 1971. – 18 с.
6. Скурчинская Ж. В. Синтез аналогов природных минералов с целью получения искусственного камня : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / Ж. В. Скурчинская. – Львов, 1973. – 24 с.
7. Щелочные алюмосиликатные полимеры / П. В. Кривенко, Ж. В. Скурчинская, О. А. Бродко, Г. В. Желудков // Материалы для строительных конструкций. ICMB'94 : тез. докл. III Междунар. научн. конф. – Днепропетровск, 1994. – С. 13.
8. Skurchinskaya J. V. Progress in Alkaline cements // Proceed. of the First Intern. Conf. Alkaline cements and concretes / J. V. Skurchinskaya – Kiev: VIPOK Stock Company, 1994. – Vol. I. – P. 271-298.
9. Гузий С. Г. Щелочные алюмосиликатные вяжущие композиции на основе глинозема: основы синтеза, технологии получения и применения: Доклад 9.2 [Электронный ресурс] / С. Г. Гузий // Высокотемпературные материалы и технологии в XXI веке : научно-практ. конференция (Москва, 12-13 ноября 2008 г.) – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева.
10. Исследование фазового состава продуктов твердения щелочных алюмосиликатных связывающих агентов на коррозионную стойкость минералоподобного искусственного камня / П. В. Кривенко, Ж. В. Скурчинская, О. М. Петропавловский [та ін.] // Химическая промышленность Украины. – 1998. – № 4. – С. 66-71.
11. Popel G. N. Synthesis of a mineral-like stone on alkaline aluminosilicate binders to produce materials with increased corrosion resistance // Proc. Second Intern. Conf. «Alkaline Cements and Concretes» / G. N. Popel. – Kyiv (Ukraine), 1999. – P. 208-219.

12. Кривенко П. В. Защита металлоконструкций от агрессивных внешних сред композициями на основе гецементов / П. В. Кривенко, С. Г. Гузий // Вестник ОГАСА. – 2009. – Вып. № 33. – С. 228-234.
13. Антикоррозионные гецементные композиции для защиты металлоконструкций / П. В. Кривенко, С. Г. Гузий, Лукаш Грич, Петр Фабиан // Вестник ОГАСА. – 2009. – Вып. № 35. – С. 200-206.

**Гузий Сергій Григорович** – к.т.н., старший науковий співробітник відділу в'язучих речовин і бетонів Державного науково-дослідного інституту в'язучих речовин і матеріалів ім. В. Д. Глуховського і за сумісництвом доцент кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: лужні та лужньо-земельні в'язучі системи та захисні покриття на їх основі.

**Кривенко Павло Васильович** – д.т.н., директор Державного науково-дослідного інституту в'язучих речовин і матеріалів ім. В. Д. Глуховського і за сумісництвом професор кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: лужні в'язучі речовини та бетони на їх основі.

**Гузий Сергей Григорьевич** – к.т.н., старший научный сотрудник отдела вяжущих и бетонов Государственного научно-исследовательского института вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского, по совместительству доцент кафедры строительных материалов Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: щелочные и щелочно-земельные вяжущие системы и защитные покрытия на их основе.

**Кривенко Павел Васильевич** – д.т.н., директор Государственного научно-исследовательского института вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского, по совместительству профессор кафедры строительных материалов Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: щелочные вяжущие материалы и бетоны на их основе.

**Guziy Sergey Grigorjevich** – candidate of engineering sciences, the senior scientific employee of the department of binding substances and concretes of the state Scientific Research Institute of Binding Substances and Materials after V. D. Gluhovsky and plurality of assistant professor of the «Building Materials» Chair of Kiev National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: alkaline and alkaline-ground binding systems and protective coverings on their basis.

**Krivenko Pavel Vasiljevich** – doctor of technical sciences, director of the state Scientific Research Institute of for Binding Substances and Materials after V. D. Gluhovsky and plurality of professor of the «Building Materials» Chair of Kiev National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: alkaline binding materials and concretes on their basis.