

O'zbekiston

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

the process were studied. The mechanism and thermodynamic foundations of chemical phenomena occurring in the areas of interaction between zinc ferrite and commercial sulfur have been developed.

**Berdiyarov Bahridin Tilovqabulovich**  
**Hojiyev Shohruh Toshpo'latovich**  
**Ismailov Jonibek Baxadirovich**  
**Gapparova Mohinur Muhamadali qizi**

- t.f.d., "Metallurgiya" kafedrası mudiri, ToshDTU  
- PhD, "Metallurgiya" kafedrası v.b. dotsenti, ToshDTU  
- "Metallurgiya" kafedrası doktoranti, ToshDTU  
- "Metallurgiya" kafedrası magistranti, ToshDTU

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ КЛЕЕВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ ПОВЕШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

**Ш.Н. Джалилов, Ш.В. Рахманов, К.С. Негматова, Н.А. Икромов, Б.М. Тожибоев,  
С.С. Негматов, Ш.Ю. Рахимов, Р.Х. Пирматов**

*Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт» при ТауИГТУ*

**Введение.** На сегодняшний день в мире большой спрос имеется на строительные материалы, в том числе теплоизоляционные листовые материалы, где для их изготовления требуется недефицитные полимерные связующие с высокими физико-химическими, адгезионными и когезионными свойствами [1]. В связи с этим одна из важных задач в этом направлении является разработка композиционных полимерных связующих и клеевых материалов на их основе из местного и вторичного сырья с высокими физико-химическими, адгезионными и когезионными свойствами для получения теплоизоляционных листовых материалов и других производств.

В республике Узбекистан проводятся исследовательские работы и получены определенные результаты в области разработки композиционных полимерных связующих и клеевых материалов на их основе из местного сырья и отходов производств. Однако эти разработанные композиционные полимерные связующие недостаточно отвечают требованиям производства теплоизоляционных листовых материалов, особенно на основе базальтовых волокнистых материалов.

Клеи представляют собой индивидуальные вещества или смесь органических,

элементоорганических или неорганических соединений, которые обладают хорошей адгезией, когезионной прочностью, достаточной пластичностью и долговечностью в условиях применения и способных отверждаться с образованием прочных клеевых соединений [2-3].

### **Результаты и обсуждение исследования:**

В соответствии с развиваемыми представлениями интересно было выяснить влияние меламин и полиакрилонитрила на процесс структурообразования композиции и, в конечном счете, на теплостойкость мочевиноформальдегидного полимерного связующего.

В связи с этим нами в дальнейшем при длительном действии повешенной температуры были исследованы теплостойкости разработанных композиционных материалов марок МФС-ПАН-1, МФС-ПАН-2, МФС-МС-1 и общеизвестного клея К-153, российского производства.

В таблице 1 показаны сравнительные данные теплового старения композиционных клеевых соединений на основе клея К-153 и разрабатываемые нами композиционные полимер-полимерные связующие клея МФС-ПАН-1, МФС-ПАН-2 и МФС-МС-1.

**Таблица 1**

**Сравнительные данные теплового старения клеевых соединений в композиционных полимер-полимерных клеях при температурах эксплуатации до 60 °С**

| Марка клея | Условия старения |                    | Разрушающее напряжение при сдвиге, $\sigma_{сд}$ МПа |      |      |                |      |      |
|------------|------------------|--------------------|--|------|------|----------------|------|------|
|            | Тем-ра, °С       | Продымлён-ности, ч | В исходном состоянии                                 |      |      | После старения |      |      |
|            |                  |                    | - 60°С   | 20°С | 60°С | - 60°С         | 20°С | 60°С |
| К-153      | 60               | 500                | 9,1  | 9,7  | 9,0  | 9,5            | 10,5 | 8,9  |
| МФС-МС-1   | 60               | 500                | 17,4   | 18,0 | 17,8 | 18,4           | 19,2 | 16,2 |
| МФС-ПАН-1  | 60               | 500                | 29   | 31   | 30   | 29             | 32   | 30   |
| МФС-ПАН-2  | 60               | 500                | 28   | 30   | 29   | 30             | 31   | 28   |

При рассмотрении композиционных клеев, как видно из таблицы 1, при температуре 60°C в течение 500 часов, наилучшие результаты показали созданные нами композиционные полимер-полимерные связующие клеи марки МФС-ПАН-1 и МФС-ПАН-2.

Так прочность на сдвиге К-153 при исходном состоянии находится в пределах 9,7 МПа, а клея МФС-ПАН-1 составляет 18,0 МПа. Композиционные полимер-полимерные клеи МФС-ПАН-1 и МФС-ПАН-2 находятся в пределах 31,0 МПа и 30,0 МПа. До и после испытания в пределах минусового градуса -60 °C и плюсового +60 °C теплостойкость незначительно снижается.

Например, при испытании +60 °C теплостойкость клея К-153 находится в 8,9 МПа, а МФС-ПАН-1-16,2 МПа. Прочность на сдвиге разработанных композиционных полимер-полимерных клеев МФС-ПАН-1 и МФС-ПАН-2 находится в пределах 30 МПа и 28 МПа соответственно. Это вполне может отвечать требованиям производства теплоизоляционных базальтовых листовых материалов в условиях АО «Узметкомбината».

Следует отметить, что при длительном действии повышенной температуры на клеевые соединения происходит изменение прочности вследствие термической или термоокислительной деструкции, или же вследствие действия термических напряжений из-за разности коэффициентов линейного расширения склеиваемых материалов и клея. Последнее обстоятельство является большей частью решающим при эксплуатации клеевых соединений в условиях низких температур или резкого температурного перепада. Если склеиваемые материалы при действии температуры высыхают и при этом деформируются, то также возникают напряжения (влажностные), которые могут быть более губительными, чем термические. Поэтому очень важно выяснить преимущественный механизм старения.

Общие закономерности, проявляющиеся при тепловом старении клеевых соединений, сводятся в основном к следующему.

Жесткие сильно сшитые полимеры наиболее стойки к термокислотному но в процессе теплового старения испытывают наибольшие перенапряжения, что позволит к значительному снижению прочности при малой потере массы. Более редкие или эластичные связи способствуют релаксации перенапряжений. То же эффект достигается

при нанесении под жесткий клей эластичных полимерных грунтов.

При длительном действии повышенной (а иногда пониженной) температуры может изменяться характер поверхности склеиваемых материалов.

Далее рассмотрим водостойкости при длительном действии воды на клеевых соединениях при длительном действии воды на клеевое соединение происходит уменьшение его прочности. Эффект уменьшения прочности зависит от вида клея, склеиваемых материалов, технологии склеивания и т.д., а также от отношения площади клеевого соединения к его периметру, открытого действия воды.

Механизм снижения прочности могут значительно различаться. В большинстве случаев конечный эффект определяет развитие напряжений при увлажнении или сушке по склеиваемым материалам. Ряд клеев подвержен гидролитической деструкции, некоторые клеи при длительном действии воды растворяются. Устойчивость адгезионных связей в воде колеблется для разных систем, причем, если клей находится в высокоэластичном состоянии, разрушение связей может иметь обратимый характер, и после сушки прочность восстанавливается. Это свойственно, например, соединениям резины с древесиной и другими материалами на клее 88НП.

Необходимо отметить, что при определении водостойкости необходимо знать, проникает ли вода в клеевой шов по капиллярному или диффузионному механизму, какова смачиваемость клеевого соединения. При этом следует различать проникновение воды по клею (а в некоторых случаях и склеиваемому материалу) и по границе клей – склеиваемый материал.

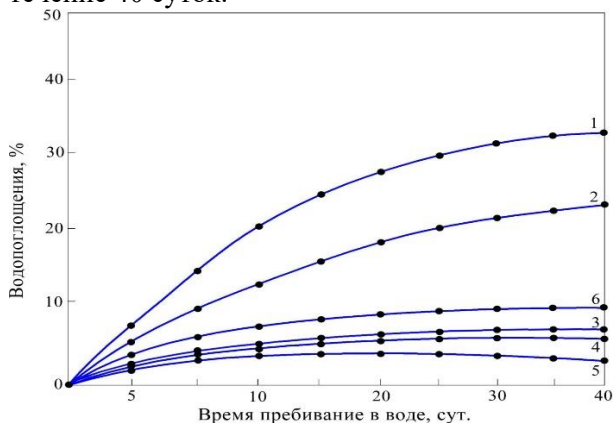
Стойкость композиционных полимерных клеевых соединений к действию воды определяется сравнением прочности образцов, выдержанных в течение определенного времени в воде и на воздухе. Чаще всего водостойкость определяют по изменению прочности при сдвиге, иногда – при неравномерном отрыве. Продолжительность испытаний в отечественной практике, как правило, составляет 30 сут. (с промежуточными сроками 10, 15, 20 сут.). Образцы выдерживают в обычной водопроводной воде при комнатной температуре, потом сушат и испытывают на сдвиг. При этом фиксируют не только снижение прочности, но и характер разрушения. Для более полной характеристики испытываемого клея целесообразно испытывать на водостойкость несколько образцов,

поверхность которых неподготовлена разными способами.

Стойкость к действию влажного воздуха определяется по изменению прочности стандартных образцов после выдержки на воздухе с относительной влажностью 96-98%. Для выдержки используют везерометры, специальные камеры с влажным воздухом и другие приспособления.

Были также исследованы водопоглощения разрабатываемых полимер-полимерных композиций в зависимости от времени делительного пребывания в воде.

На рисунке 1 приведены результаты исследований зависимость водопоглощения разработанных модифицированных полимер-полимерных композиционных связующих-клеев от продолжительности времени длительного пребывания их образцов в воде в течение 40 суток.



**Рис. 1. Зависимость водопоглощения полимер-полимерных композиций от времени пребывания образца в воде при различных соотношениях мочевиноформальдегидной смолы и полиакрилонитрила**

Соотношение мочевиноформальдегидной смолы с полиакрилонитрилом в следующем:

1-90:10; 2-70:30; 3-50:50; 4-40:60; 5-10:90; 6-100 масс.ч МФС:6 масс.ч меламина.

Как видно из рисунка 1 у всех рассмотренных образцов 90:10; 70:30; 50:50; 30:70 и 10:90 наблюдается, что вода поглощение повышается при увеличении времени выдержки образцов в воде. При этом наименьшее водопоглощение наблюдает у образцов при соотношении МФС и ПАН 50:50; 40:60 и 10:90.

Как видно из кривых 3,4,5,6 рисунка 1 степень водопоглощения образцов во всех случаях увеличивается и в течении 30 дней. При дальнейшем пребывании в воде водопоглощение образцов сильно замедляется и практически сохраняется на этом уровне до 40 дней пребывания в воде, то есть увеличение водопоглощения не происходит.

Для сравнения параллельно была исследована водостойкость композиции при соотношении МФС и ПАН под номером 1 и 2. Как видно из кривых 1 и 2 водопоглощение у этих образца резко отличается от модифицированных образцов и находится в области 30 % и 22 % соответственно.

В таблице 2 приведены изменения прочности при сдвиге клеевых соединений со стеклом после выдержки в воде 30 суток при нормальной температуре 20 -22 °С в складских условиях в течение 5 месяцев и на открытой площадке в течение также 5 месяцев при температуре испытания 20-22 °С.

**Таблица 2**

**Изменение прочности при сдвиге клеевых соединений стекла после выдержки 30 суток в воде, в складе**

| Вид и марки полимерного связующего-клея | Склеиваемые материалы | Уменьшение прочности сдвига после выдержки при температуре 20-25 °С |  |  |
|---|-----------------------|---|--|--|
|   |                       | В воде в течение 30 суток   | В складских условиях в течение 5 месяцев | На открытой площадке в течение 5 месяцев |
| К-153 российского производства          | Стекло                | 20  | 5  | 5  |
| МФС-ПАН-1                               | Стекло                | 10  | 5  | 5  |
| МФС-ПАН-2                               | Стекло                | 6   | 4  | 3  |
| МФС-МС-1                                | Стекло                | 5   | 3  | 2  |

Как видно из таблицы 2, что порочность приставуче при нормальных температурах 20<sup>0</sup>-22С клеевые соединения на основе К-153 и модифицированные композиционные полимерные клеев МФС-ПАН-1, МФС-ПАН-2 и МФС-МС-1 в течение 30 суток в воде снижается на 20% и 10%, 6% и 5% соответственно.

**Выводы.** Исследованы зависимости водопоглощения композиционных связующих-клеев от времени длительного пребывания образца в течение 40 суток в воде, состоящих при различных соотношениях МФС и ПАН. С увеличением времени пробования композиционных полимерных клеев у

**1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов**

|   |    |
|---|----|
| <b>Э.А. Пирматов, А.Н. Шодиев, А.А. Саидахмедов, Ф.М. Пармонов, У.Г. Амиров.</b> Физико-химическое исследование продуктов гидролитического разложения промышленных растворов молибдата натрия.....                      | 3  |
| <b>Д.Р. Атакузиева, З.С. Алихонова, У.К. Уринов.</b> Влияние смеси сульфатоалюмината кальция и $\beta$ двухкальциевого силиката на твердение портландцемента.....   | 7  |
| <b>М.Х. Кучкарова, С.С. Негматов, С.Б. Юлчиева, К.С. Негматова, Х.Ю. Рахимов.</b> Анализ смазочноохлаждающих жидкостей, используемых в машиностроении.....  | 10 |
| <b>Н.Т.Турабов, Ж.Н. Тоджиев, Ш.С.Назиров.</b> 2,7-динитрозо-1,8-диоксианфталин-3,6-дисульфокислота как аналитический реагент для спектрофотометрического определения меди(II).....                                     | 13 |
| <b>А.Т. Бозоров, М.У. Каримов, А.Т. Джалилов, С.У. Соатов.</b> Паст малекуляр массали кремний (IV) оксидини маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилиш ва техник хоссаларини ўрганиш.....                                 | 16 |
| <b>М.Т. Қаршиев, О.Т. Каримов, Ф.Н. Нурқулов.</b> Антипиренлар билан модификацияланган целлюлоза асосидаги материалларни сканерли электрон-микроскоп ва элемент анализларини тадқиқ этиш.....                           | 19 |
| <b>Ж.Э. Рахмонқулов, Ф.Б. Эшқурбонов, Ж.Б. Нормуратов, М.А. Жураев.</b> Тўқимачилик саноати оқова сувларини тозалаш учун самарали комплекс ҳосил қилувчи ионит синтези ва тадқиқоти.....                                | 22 |
| <b>Д.У. Хайриева, Г.А. Нуралиева.</b> Баъзи 3d-металларининг глицин ва оксамид билан аралаш лигандли комплекс бирикмаларини синтези ва тадқиқоти.....   | 25 |
| <b>У.Н. Рузиев, С.Н. Расулова, В.П. Гуро, М.А. Ибрагимова, С.Н. Ким, У.Р. Эрназаров.</b> Анодное растворение вольфрама в растворах электролита на основе редкого кали.....  | 29 |
| <b>М.К. Худжаев, Г.Ф. Пирназаров, А.Г. Кадиров.</b> Определение силы реакции связи композитной клиновой пары... ..  | 34 |
| <b>Н.А. Исмаилова, А.С. Сидиков, Б.Т. Тураев.</b> Механизм защитного действия ингибированного покрытия.....   | 35 |
| <b>М.М. Jurayev, S.Y. Xushvaqtoy, Z.R. Masharipova.</b> Polivinilxlorid plastikat asosida olingan yangi sulfokationitning sorbsion xossalari.....   | 39 |
| <b>А.М. Эминов, И.Р. Байжанов, М.Т. Боймуродова, Д.С. Джабберганов, З. Курязов, А. Хакимов, М. Носиров.</b> Синтез муллитовых кристаллов с применением микрокремнезема.....   | 42 |
| <b>Г.Б. Сидрасулиева, И.А. Бахромова, Ш.М. Ўринова, Н.Т. Каттаев, Х.И. Акбаров.</b> O-g-C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> композит фотокатализатори синтези ва физик-кимёвий хоссалари..... | 47 |
| <b>А.К. Nomozov, Kh.S. Beknazarov, A.T. Dzhaliylov.</b> Synthesis and investigation of characteristics of corrosion inhibitor IKMM-1 ST20 steel in 1 M HCl solution.....  | 51 |
| <b>В.А. Normurodov, X.X. Turayev, M.E. Toshiyev, A.T. Djaliylov, F.N. Nurqulov.</b> Sintez qilingan polisulfid tiokol kauchuklarning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish.....  | 54 |
| <b>Ф.А. Khamdamova, O.S. Maksumova.</b> Synthesis of monomer compounds based on acrylamide.....   | 57 |
| <b>С.А. Ахмаджанов, А.М. Искендеров, Э.У. Тешабаева, Ш.С. Аминов.</b> Структуры и адсорбционные свойства монтмориллонита Каракалпакистана.....  | 60 |
| <b>В.Т. Berdiyarov, Sh.T. Hojiyev, J.B. Ismailov, M.M. Gapparova.</b> Rux ferritini elementar oltinugurt bilan tiklash jarayonining termodinamik jihatlari.....   | 65 |

**2. Физико-механика и трибология композиционных материалов**

|   |    |
|---|----|
| <b>Ш.Н. Джалилов, Ш.В. Рахманов, К.С. Негматова, Н.А. Икромов, Б.М. Тожибоев, С.С. Негматов, Ш.Ю. Рахимов, Р.Х. Пирматов.</b> Исследование физико-механических свойств и долговечности разработанных композиционных полимер-полимерных связующих клеев при длительном действии повышенной температуры.... | 69 |
| <b>С.А. Турсунбаев, Н.Д. Тураходжаев, Ш.Ў. Худойкулов, Р.С. Зокиров, Ш.Н. Турахужаева.</b> Алюминий қотишмасини литий фтор бирикмаси билан легирланганда унинг оқувчанлик хоссасига таъсири.....  | 72 |
| <b>Г.Т. Нуралиев, П.Ж. Тожиёв, Х.Х. Тураев, А.Т. Джалилов.</b> Изучение физико-механических свойств модифицированных полиэтиленовых композиций.....   | 74 |

**3. Разработка и технология получения композиционных материалов**

|   |    |
|---|----|
| <b>М.Б. Мухитдинов, Ш.В. Рахманов, Ш.А. Алиқобулов, Б.М. Тожибоев, Н.А. Икромов, Н.С. Абед, С.С. Негматов, Ш.А. Бозорбоев, Ё.С. Раджабов.</b> Исследование и разработка оптимальных рецептуры композиционных полимерных материалов для покрытия рабочей поверхности форм в производстве архитектурно-художественных строительных конструкций..... | 78 |
| <b>К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, Н.С. Абед, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова.</b> Исследование процесса крашения белковых волокон композиционными красителями на основе солей поливалентных металлов.....   | 81 |
| <b>Х.К. Эшкабилов, Ш.А. Бердиев, С.С. Негматов.</b> Комбинированная технология газового азотирования с последующим оксидированием в парах воды мало- и среднеуглеродистых сталей.....   | 85 |
| <b>Х.А. Абдурахимов.</b> Оптимизация процесса получения коагулянта из обожженного каолина Ангрэнского месторождения.....  | 89 |
| <b>М.К. Худжаев, А. Маткаримов, С. Хожаматов.</b> Динамика неосесимметричного композитного клина.....   | 93 |