

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

Лекин бу усулда қуймалар олиш юкори меҳнат ҳажмига эгаллиги ва технологиянинг мураккаблиги билан ажралиб туради. Бу ҳолда Ўзбекистонда деталларни модели газга айланувчи қуймакорлик усулида тайёрлаш бўйича тажриба бўлиб, бу усулда қуйма олишда модели эриб кетувчи қуймакорлик усулида мавжуд бўлган камчиликлар бартараф этилган. Бироқ Ўзбекистонда қуйма металл қатламли кўп лезвияли асбоблар олиш технологиялари мавжуд эмас. Модели газга айланувчи қуймакорлик усулида қуймалар олиш технологиясида биринчи навбатдаги

вазифасига дастлабки қайнатиб пиширилган полистиролдан пенополистиролли модел олиш технологияси эканлиги таъкидланган.

Хулоса: Металл қатламли кесувчи асбобларнинг қуймасини тайёрлашнинг технологик жараёнини блок-схемаси ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган блок-схема модели газга айланувчи қуймакорлик усулида турли турдаги кўп лезвияли кесувчи асбобларни тайёрлашнинг технологик жараёнини ишлаб чиқиш имкониятини беради.

АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони
2. Норхужаев Ф.Р., Норхужаева Р.Ф., Аликулов А.Х. Разработка технологической основы производства металлических слоистых композиций // Научный-технический и производственный журнал “Горный Вестник”. – Навой, 2018. – № 1. – С. 77-80.
3. Норхужаев Ф.Р., Михридинов Р.М., Норхужаева Р.Ф., Аликулов А.Х. Исследование и анализ литейных металлических слоистых композиционных материалов // Композиционный материал – Ташкент, 2018. – №1. – С. 10-11.
4. Норхужаев Ф.Р., Норхужаева Р.Ф. Разработка технологических параметров процесса получения металлических слоистых композиций для почвообрабатывающих инструментов // Вестник ТашГТУ – Ташкент, 2018. – №2 Reduction of Copper and Iron Oxide Mixture with Local Reducing Gases // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. – Tashkent, 2020. – Vol.10, Issue 4. – P. 7–17.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ АДГЕЗИОННЫХ И КОГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.С. Негматов, Ф.Р. Тураев, Н.С. Абед, Б.Б. Эшмуратов, О.Х. Абдуллаев, С.К. Имомназаров

Введение. Расширение области применения металлополимерных материалов и покрытий обуславливает разработку новых полимерных материалов и композиционных составов, совершенствование новых методов нанесения покрытий и приёмов формирования полимерного слоя и т.д. Разумеется, что в каждом случае в отдельности необходимо обосновать рациональность выбранного материала, метода нанесения, технологических режимов формирования. Причем, до сих пор бытует представление о простоте технологического процесса нанесения полимерного слоя и о наличии универсального метода создания покрытий [1].

Однако это ложное представление. Достаточно сказать, что изменение физико-механических свойств покрытий связано не только технологией его получения, но сами частицы порошка в большой степени определяют структуру покрытий. Например, исследованиями было показано [2], что в порошке подикапроамида имеется большое количество

надмолекулярных образований с высоким порядком в расположении полимерных молекул. В порошке были обнаружены монокристаллы, образования в виде недоразвитых кристаллов наряду с ярко выраженной высокоупорядоченной структурой, т.е. как правило, каждая частица порошка поликапроамида представляет собой конгломерат указанных частиц.

Наиболее интересно то, что порядок расположения макромолекул в порошке сохраняется и в покрытиях, т.е. полимеры обладают «памятью». Из-за термостойкости этих агрегатов полимерных цепей, они же сами могут служить собственными и гетерогенными зародышами структурообразования. Такие зародыши структурообразования отличаются большой устойчивостью к тепловому воздействию. Обнаружено, что только продолжительность пребывания полимера в расплаве в течении двух часов при температуре расплава 573°K приводит к разрушению значительного числа собственных гетерогенных центров кристаллизации [2] и в связи с этим,

вопрос влияния наполнителей на первичную структуру является спорным [3].

Так как в большинстве случаев при формировании металлополимерных материалов и покрытий используют расплав полимера, наряду с надмолекулярной структурой на адгезионные и прочностные характеристики материала значительное влияние будут оказывать физикохимические процессы, происходящие на контакте расплава с абразивом - подложкой и в объеме ее, можно предположить, что ведущими в этом процессе будут окислительные в термоокислительные деструкции, а также структурирование.

Поэтому в создании технологии металлополимерных материалов и покрытий принадлежит доминирующая роль температурно-временным параметрам формирования. Исследование влияния объемного модифицирования также наиболее удобно произвести с помощью изменения температурно-временных условий формирования.

Следует отметить, что работоспособность металлополимерных конструкций деталей машин зависит в первую очередь от прочности адгезионного соединения и когезионной прочности адгезива.

В настоящее время нет единого определения термина «адгезия». В работах [4-5] освещаются различные определения этого понятия. В связи с тем, что под адгезией принято понимать явление, процесс или результат взаимодействия, отличающихся по молекулярной природе конденсированных тел, будем в дальнейшем понимать под адгезией прочность адгезионного соединения (ПАС).

Исследованиями [6] было показано, что ПАС для многих термопластичных полимеров имеет экстремальный характер. Однако положение максимума и абсолютного значения адгезии зависят от метода получения и испытания покрытий.

При формировании покрытий из расплава из-за воздействия высокой температуры [7] меняется не только ПАС, но и другие характеристики прочности - напряжение сжатия и растяжения, модуль упругости, твердости и т.д.

Цель наших экспериментов в этой части заключалась в том, чтобы найти связь между объемными структурными изменениями, происходящими при той или иной температуре формирования поликапроамидных покрытий, и их адгезионными и когезионными свойствами.

Объект и методика исследования. Объектом исследования является в качестве адгезива термопластичный полимер, поликапроамид (ПКА), а в качестве субстрата ст.

45, в качестве наполнителя белый чугун, высокопрочный чугун, ковковый чугун, серый чугун.

Методика исследования. Когезионную прочность покрытий определяли на образцах лопатках и по характеру изменения микротвердости (Н) или твердости по Бринеллю (НВ), адгезионную прочность определяли методом нормального отрыва грипков.

Образцы для исследования когезионной прочности подготавливали в условиях, идентичных условиям формирования образцов для адгезионных испытаний, описанных во второй главе настоящей работы.

Прочностные и деформационные характеристики оценивались на разрывной машине ЦН-10. Отделение от подложки пленки покрытия производилось после 24 часов, как и при испытании адгезионных свойств. Затем с помощью специального штампа (рис.1) изготавливались образцы в виде двухсторонних лопаточек с размером рабочей части 2х7 мм.

Результаты исследований и их анализ. Результаты исследований позволили оценить связь температуры формирования полимерных покрытий с механическими свойствами.

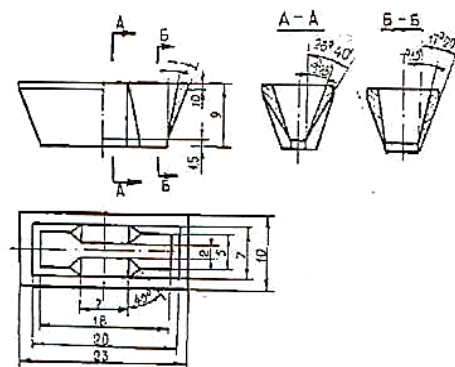
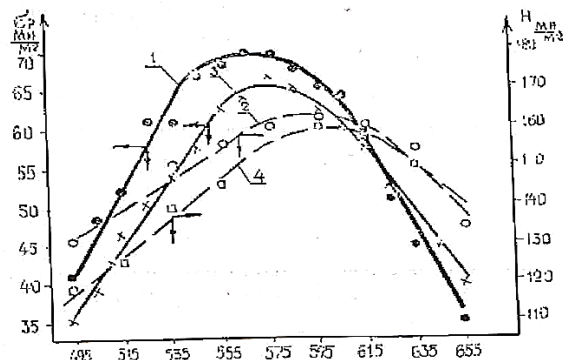


Рис.1. Штамп изготовления двухсторонних лопаточек для испытания на разрывную прочность полимерной пленки

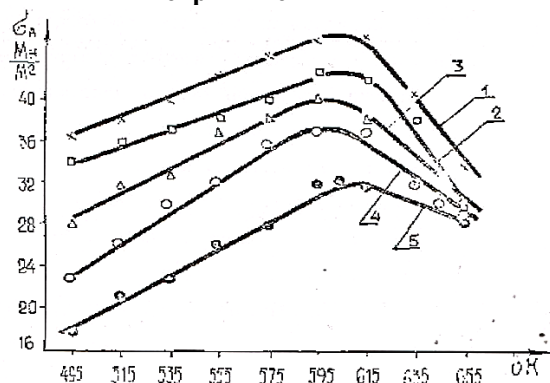
На рис. 2 приведены экспериментальные кривые изменения разрывной прочности и микротвердости поликапроамидных покрытий. Как видно из этого рисунка, зависимость имеет экстремальный характер с максимумом, соответствующим ТПНМ (590-600)°К. Порошкообразный поликапроамид, полученный методом химического переосаждения гранул в растворе г - капролактана с последующим переосаждением в воде, сохраняя характер кривой прочности на разрыв и твердости от ТПНМ (рис.2, кривые 1, 3) имеет несколько более высокую характеристику, чем порошкообразный поликапроамид, полученный методом механического измельчения гранул с глубоким охлаждением в жидком азоте (рис.2, кривые 3, 4). Это указывает на то, что при механическом

измельчении происходит в некоторой степени деструкция макромолекул полимера. Но, несмотря на незначительное ухудшение прочностных свойств покрытий из механически измельченного порошка, сам метод получения порошка является эффективным и может быть основой промышленного производства порошковых поликапроамидов [8].



1-2 - порошок получен путем химического переосаждения; 3-4 - порошок получен путем механического измельчения гранул.

Рис.2. Зависимость прочности на разрыв (1-3) и микротвердости (2-4) поликапроамидных покрытий от ТПНМ



1 - сталь 45; 2 - белый чугун; 3 - высокопрочный чугун; 4 - ковкий чугун; 5 - серый чугун

Рис.3. Зависимость ПАС от ТПНМ для различных металлических подложек

В ходе экспериментов установлено, что характер изменения ПАС аналогичен характеру изменения разрывной прочности и микротвердости, т.е. с повышением температуры формирования (ТПНМ) прочность адгезионного соединения растет, достигает максимума при ТПНМ 590- 610°К, а затем падает (рис.3, кривые 1, 2). Увеличение прочностных свойств покрытий с повышением ТПНМ может быть связано со следующими причинами:

1. Увеличением степени кристалличности полимера;
2. Изменением характера надмолекулярных структур и режимом охлаждения;
3. Окислительной и термической деструкцией и структурированием.

Поликапроамид является кристаллизующимся полимером. Поэтому изменение степени кристалличности может привести к изменению прочностных характеристик. Однако, как отмечалось выше [9], только при длительном пребывании при высоких температурах (573°К) приводит к разрушению гетерогенных центров кристаллизации. Хотя температура формирования покрытий достигает температуры разрушения гетерогенных центров кристаллизации, однако общая продолжительность нахождения полимера в расплаве составляет не более 10 мин. Поэтому, в увеличении прочностных свойств с изменением ТПНМ изменение кристалличности не должно быть доминирующим фактором. Проведенные рентгеноструктурные исследования на тех же пленках, на которых определялась микротвердость от ТПНМ, показывают справедливость рассуждения, т.е. в пределах исследуемых температур существенное изменение степени кристалличности (Р %) не обнаруживается.

Таблица 1

Изменение степени кристалличности от ТПНМ

Т°К	515	535	555	575	595	615	635	655
Р%	54,7	53,0	54,2	52,8	55,4	53,5	52,0	51,3

Механические свойства поликапроамида во многом зависят от характера надмолекулярных структур, обусловленных технологическими режимами их переработки и, в первую очередь, термическими условиями. Наиболее существенное влияние на эти свойства оказывают температура переработки и режим охлаждения поликапроамид [10]. Исследования показывают [11], что наименьшей микротвердостью обладают покрытия, полученные при более высоких скоростях охлаждения поликапроамида, когда в поверхностном слое не успевает образоваться

структура сферолитного типа, а уменьшение скорости охлаждения при получении покрытий приводит к увеличению микротвердости.

Можно предположить, что надмолекулярная структура поликапроамидных покрытий, полученных при различных ТПНМ и идентичных режимах охлаждения, должна быть одинаковой, что подтверждается исследованиями. Показано [12], что надмолекулярные структуры поликапроамидных покрытий, полученные в исследуемом диапазоне значений ТПНМ,

сравнительно однородны и существенно не отличаются.

По методике получения образцов, принятой в настоящей работе, полимер может находиться в расплавленном состоянии более или менее длительное время при различных ТПНМ, но, как отмечалось выше, скорость охлаждения в этом случае будет практически одинаковой. Однако в поликапроамиде могут протекать термические и термоокислительные процессы, в результате которых изменяется прочность материала.

С увеличением температуры в поликапроамиде одновременно с окислением происходят процессы термической деструкции и структурирования. При высоких температурах имеет место деполимеризация. Например, при температурах выше 620°K для поликапроамида наблюдается отгонка капролактана и резко уменьшается степень полимеризации и структурирования [13]. Учитывая это, можно предположить, что характер изменения микротвердости поликапроамидных покрытий при увеличении ТПНМ обусловлен конкурирующим влиянием процессов деструкции и структурирования, следствием которых может быть пространственная сшивка макромолекул полимера. В пользу этого рассуждения следует отнести и тот факт, что полученные нами зависимости микротвердости покрытий от ТПНМ изменяются аналогично удельной вязкости раствора материала покрытий в трикрезоне [14].

Закключение.

Исследованиям установлено, что оптимальные прочности на разрыв и микротвердости покровной пленки полученных путем переосаждения порошков находится в пределах 72 Мн/Мч при температуре 565°K, пленки полученных путем механического измельчения находится -67 мк/мк при температуре 575°K. Оптимальный микротвердость покрытий наблюдается у порошка полученное химическим путем наблюдается 162 Н₁/Н₂ при температуре 595°K, покровной пленки полученных путем механической измельчение находится в пределах 159 Н₁/Н₂ при температуры 605 °K. Адгезионная прочности поликапроамидных покрытий наполненный белый чугуном находится в пределах 50 Мн/Мч, наполненных с высокопрочным чугуном в разделах 60 Мн/Мч, наполненных ковкий чугуном находится в пределах 38 Мн/Мч, наполненных серым чугуном находится в пределах 30 Мн/Мч. Все они наблюдаются при температуре от 595 до 615 °K.

При этом увеличение прочностных свойств покрытий с повышением температуре предварительного нагрева образца по-видимому связано с увеличением кристалличности полимера, изменения характера надмолекулярных структур, режимом термической обработки и охлаждения, а также прямо находящихся окислительной и термической деструкции и структурированием адгезива.

ЛИТЕРАТУРА:

1. М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. Защитные покрытия : учеб. пособие / – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
2. Каблов Е.Н. Перспективы использования углеродсодержащих наночастиц в связующих для полимерных композиционных материалов / Е.Н. Каблов, С.В. Кондрашов, Г.Ю Юрков // Российские нанотехнологии. – 2013. –Т.8. – № 3-4. – С. 24-42
3. Кузьяев, И.М. Оптимизация механических и трибологических свойств композитных материалов на основе полиамидов / И.М. Кузьяев, В.И.Сытар // Пластические массы. – 2012. - № 2. – С. 90-102.
4. Шевченко, В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов / В.Г. Шевченко. – М: МГУ им. Ломоносова. – 2010. – 98с.
5. Берлин Л.Д., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. - М.: Химия, 1974. – 391с.
6. Макаров, В. Г. Промышленные термопласты: Справочник / В.Г. Макаров, В.Б. Коптернармусов. - М.: АНО Изд-во «Химия», изд-во «КолосС», 2003. - 208 с.
7. Петрова, Г.Н. Конструкционные материалы на основе армированных термопластов / Г.Н. Петрова, Э.Я. Бейдер // Российский химический журнал. - 2010. - Т. LIV. - № 1. - С. 34-40.
8. Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие /– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.
9. С.С. Негматов, З.У. Махаммаджонов, О.Х. Абдуллаев, Ф.М.Наврузов, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, М.М. Садикова, М.М. Матшарипова, М.Ш. Тухлиев, Ш.А. Агзамова. Исследование адгезии наполненных поликапроамидных покрытий к металлическим субстратам // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3. - С. 299-300.
- 10.С.С. Негматов, О.Ш.Сабирова, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, М.М.Матшарипова, Б.Т Хамидов, М.Э. Туйчиева, Ф.М. Наврузов, О.Х. Абдуллаев. Методы определения внутренних напряжений в

Л.А. Юсупова, С.Э. Нурманов, С.Ф. Қосимов, О.О. Қодиров, Ш.Ш. Валиева. Ацетилен асосида ингибиторлар ишлаб чиқариш	195
Р.Ф. Норхўжаева, А.А. Мухамедов, Ф.Р. Норхужаев. Металларга ишлов берувчи асбоблар учун металл қатламли композицияларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш	199
С.С. Негматов, Ф.Р. Тураев, Н.С. Абед, Б.Б. Эшмуратов, О.Х. Абдуллаев, С.К. Имомназаров. Исследование влияния температурно-временных условий формирования адгезионных и когезионных свойств композиционных металлополимерных материалов	201
6. Проблемные обзоры	
С.С. Негматов, Н.Б. Эрниезов, А.Н. Бозоров, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед, Ж.Н. Негматов, З.А. Субанова, Д.Н. Раупова. Современное состояние ионообменных сорбентов для извлечения благородных металлов из пульпы	205
В.М. Saydumarov, T.N. Ibodullaev, N.M. Rizaeva. Ilashish yoyi bo'yicha teng bosimga ega bo'lgan sovuq holda prokatlashning soddalashtirilgan matematik modeli	213
7. Вести из лаборатории	
Б.Б. Юлдашев, С.С. Негматов, У.К. Кучкаров, К.С. Негматова, С.У. Султанов, Ш.А. Бозорбоев, Ш.Х. Жовлиев. Исследование влияния агрессивных сред и атмосферных факторов на защитные свойства термопластичных полимерных материалов, применительно для изготовления резервуаров ротационным способом.	215
С.С. Негматов, Б.Б. Юлдашев, Н.С. Абед, Ж.Н. Негматов, Б.Б. Эшмуратов, Т.С. Халимжанов. Технологические процессы производства получения резервуаров из композиционных порошковых полимерных материалов способом ротационного формования	218
Н.Х. Талипов, З.Х. Курбонов, Б. Эшмуратов, Н. Эшкулов. Адгезионные свойства клеевых растворов на основе цемента с низкой водопотребностью	219
Б.Б. Юлдашев, С.С. Негматов, Н.С. Абед, К.С. Негматова, Б.Б. Эшмуратов, Т.С. Халимжанов. Требования для разработки композиционных полимерных материалов для изготовления резервуаров по химической обработке хлопчатника и методика изучения их коррозионностойкости	221
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, С.С. Жовлиев, Б. Хаминев, Б.Б. Эшмуратов, Ж.Н. Негматов. Исследование резонансных максимумов композиций на основе эпоксидных и полиуретановых полимеров	223
Ж. Бекпулатов, Х. Ахмедов, М.М. Якубов, Ш.А. Мухаметджанова. Исследование обогащения свежих и лежалых хвостов Агресской ЗИФ	224
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Х.Ю. Рахимов. Разработка научно-методических и технологических принципов получения композиционных гидрофобизирующих эмульсионных материалов из местного сырья и отходов производств	225
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Х.Ю. Рахимов. Разработка технологии получения композиционных гидрофобизирующих эмульсионных материалов на основе местного сырья и отходов производств..	227
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Д.Н. Раупова, М.Э. Икрамова, Х.Ю. Рахимов, Д.Х. Мусабеков. Анализ результатов, полученных по существующим технологиям, с целью разработки технологических процессов и режимов обезвоживания масла, отделения механических смесей и металлических примесей	229
Ф.Р. Тураев, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Б.Б. Эшмуратов, О.Х. Абдуллаев, С.К. Имомназаров. Исследование влияния окислительных и термоокислительных процессов на прочностные свойства композиционных полимерных материалов и покрытий	230
М. Каршиев, Н. Жаббаров, Ж.М. Бегатов. Планирование эксперимента и построение математической модели процесса многократного осаждения частиц в пористую заготовку из газопылевого потока под воздействием вибрации.	232
С.С. Негматов, Н.О. Умирова, Б.И. Хотамкулов, К.С. Негматова, Н.С. Абед, Ш.А. Бозорбоев, Ж.Н. Негматов. Исследование и разработка эффективного способа измельчения и получения тонкодисперсных волластонитовых порошков применительно к созданию композиционных лакокрасочных материалов и линолеумов	234
Б.И. Хотамкулов, Н.О. Умирова, С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ш.А. Бозорбоев. О структуре, составе и свойстве волластонитовой руды койташского месторождения	238
T.O. Kamolov, Sh. Rasulova, D.O'. Mirxamidova, D.X.Xamdamiyov, M.A. Asadova, Sh.N. Jalilov, A.N. Bozorov. Oltin rudalardan oltinni bakteriyalar yordamida ajratish texnologiyasi	239
D.O'. Mirxamidova, T.O. Kamolov, Sh. Rasulova, D.X. Xamdamiyov, M.A. Asadova, Sh.N. Jalilov, A.N. Bozorov. Sul'fidli polimetall rudalarni yangi mahalliy reagentlarni qo'llab flotasialash texnologiyasi	241
Н.О. Умирова, Б.И. Хотамкулов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ш.А. Бозорбоев. Актуальность разработки и применения тонкоизмельченного волластонита в производстве линолеумов и лакокрасочных материалов	242
Юбилей. Абдуназаров Хасан Абдуназарович (к 85-летию со дня рождения)	243