

ровностей, изменение которой при приработке уславливает зависимость (1). Совместное решение (1) и (2) дает формулу, преобразованную к удобному для практики виду:

$$\frac{T}{n} = \frac{kd^2l}{\Delta(d+l)} \mu L^{-0.4}, \quad (3)$$

где T – тормозной момент; n – частота вращения; k – обобщенный постоянный коэффициент.

Условие (3) определяет нижнюю обобщенную границу диапазона оптимальных соотношений T и n , обеспечивающих сокращение продолжительности приработки при безопасных по повреждаемости условиях. Анализ переменных величин показывает, что отношение T/n должно возрастать с убывающей скоростью по ходу проведения приработки. Данный вывод имеет важное значение при разработке режимов обкатки ДВС на практике.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ЛАЗЕРНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

Черненко А.А., Жестков Д.Р.

Муромский институт, филиал Владимирского
государственного университета, Муром,
e-mail: chernenko-aa@yandex.ru

Качество контактирующих поверхностей деталей машин является одним из определяющих факторов обеспечения требуемых эксплуатационных свойств их соединений, в частности износостойкости и контактной жёсткости.

Лазерная закалка применяется для повышения стойкости режущего инструмента, прессформ и т.д. Поверхностной лазерной обработке подвергают инструмент, прошедший термическую обработку, окончательное шлифование и заточку. Упрочнению подвергают стали: малоуглеродистые, углеродистые и легированные – У8А, У10А, ХВГ, 9ХС; высоколегированные – Х12, Х12М, Х12Ф, 5ХВ2С; быстрорежущие – Р18, Р12, Р5, Р6М5, Р9.

Метод основан на использовании явления высокоскоростного нагревания металла под действием лазерного луча до температуры, превышающей температуру фазовых превращений Ас1 по диаграмме железо-углерод, но ниже температуры плавления и последующего высокоскоростного охлаждения за счёт отвода тепла с поверхности в основную массу металла. Всё это способствует сохранению легирующих элементов, содержащихся в предварительно нанесённых напылением покрытиях, и их равномерному распределению в объёме наплавки. Микротвёрдость в зоне обработки повышается с 650-800 до 850-1100 НV. Высокая твёрдость стали после лазерной закалки обусловлена образованием более мелкозернистого мартенсита в результате быстрого нагрева и охлаждения.

Глубина упрочнённой зоны достигает 0,2 мм. Лазерную обработку проводят в воздушной атмосфере защитного газа аргона. Шероховатость после лазерной обработки не изменяется. Средняя производительность термоупрочнения в аргоне до 500 мм²/мин, на воздухе – 800 мм²/мин. Лазерной закалкой были обработаны свёрла из быстрорежущей стали Р6М5, что позволило увеличить стойкость инструмента в 3 раза.

Секция «Полимерные композиционные материалы», научный руководитель – Панов Ю.Т., д-р техн. наук, профессор

РАЗРАБОТКА УРЕТАН-МОЧЕВИННОГО ГИБРИДА ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ С УСТАНОВОК НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ СО СТАТИЧЕСКИМ МИКСЕРОМ

Романов С.В., Ботвинова О.А.

Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир,
e-mail: ermolaeva_olya@inbox.ru

Полимолекулы (поликарбамиды, полиамиды угольной кислоты) – полимеры, содержащие в основной цепи макромолекулы группы –HN–CO–NH–. Характеризуются высокой стойкостью к абразивным нагрузкам, отличными физико-механическими свойствами, обладают высокой водостойкостью, химической и гидrolитической стойкостью (особенно ароматические) [1]. Химия полиуретанов активно развивается порядка семидесяти лет, в то время как полимолекулы стали доступны только с 70-х гг. двадцатого века. Два наиболее важных направления в использовании полимолекулы – это реакционное инжекционное формование (*Reaction Injection Molding*) и напыляемые покрытия [2]. Однако в последнее время активное развитие получило направление ручного нанесения полимолекулы, являющихся по сути двухкомпонентным герметиком. Такие герметики наносят либо вручную с помощью специальных шпателей и ракелей, либо с помощью механических или пневматических пистолетов. Полимолекулы сочетают в себе экстремальные эксплуатационные свойства: высокую скорость отверждения даже при

температурах, близких к 0 °С, высокую адгезию к субстрату и низкую чувствительность к влаге с отличными физико-механическими показателями (высокая твердость, гибкость, прочность на разрыв и раздир, стойкость к химическим реагентам и гидролизу) [2].

В прошлом термин «полимолекула» использовался не совсем верно. Химию уретановых покрытий можно условно разделить на три сегмента: полиуретановые покрытия, полимолекульные покрытия и гибридные уретан-молекульные покрытия. Все типы покрытий получают посредством различных реакций изоцианата. Чистые уретановые покрытия получают в результате реакции изоцианатного компонента со смолой, состоящей только из гидроксилсодержащих компонентов. Конечный полимер не будет иметь в цепи полимолекульных групп. Полимолекульные покрытия получают посредством одностадийной реакции между изоцианатом и смолой, состоящей из олигомеров или удлинителей цепи, содержащих только аминные функциональные группы. Уретан-молекульные гибриды получают реакцией изоцианата со смесью амино- и гидроксилсодержащих олигомеров и/или удлинителей цепи [3].

Последние исследовательские программы сосредоточены на расширении границ применения полимолекулы как путем придания системам повышенных эксплуатационных свойств, таких как прочность и стойкость к внешним воздействиям, так и путем разработки систем, для которых не требуется сложное дорогостоящее оборудование высокого давления.

Существующие промышленно выпускаемые полимочевины позволяют создавать покрытия высокой прочности с высокой стойкостью к абразивному износу и механическим нагрузкам и занимают весомую часть рынка гидроизоляционных и антикоррозионных материалов. Однако расширение границ применения полимочевинных покрытий вносит новые требования к материалу, и, следовательно, к внесению значительных изменений в уже имеющиеся рецептуры.

В настоящее время на российском рынке помимо иностранных производителей представлен целый ряд компаний отечественных производителей клеев и герметиков на основе полимочевин. В частности, холдинговая компания ЗАО «Сомэкс» имеет огромный опыт применения клеев и герметиков на основе полимочевин в условиях, близких к экстремальным. Например, разработка и внедрение специального двухкомпонентного клея-герметика «Эластэкс-ПМ» позволили проводить локальные ремонты футеровок различных аппаратов, что снизило сроки ремонтов и увеличило эффективность производства.

В связи с малым временем гелеобразования до недавнего времени невозможно было наносить полимочевинное покрытие никакими другими методами, кроме как напылением с установок высокого давления, оснащенных самоочищающейся смесительной камерой и обогревом компонентов. Метод крайне эффективен и позволяет наносить гидроизоляционное покрытие на площади до 2000 м² в сутки, но дороговизна оборудования и экономическая неэффективность напыления небольших участков делает невозможным его применение при решении задач локального характера. В настоящее время ряд зарубежных и отечественных фирм успешно занимаются разработкой и выпуском оборудования низкого давления для нанесения полимочевинных покрытий и герметиков. Такое оборудование универсально и может применяться как для напыления эластомера, так и для нанесения двухкомпонентного полимочевинного герметика. Перемешивание компонентов при такой технологии происходит в статическом миксере, представляющем собою пластиковую трубку с системой

каналов внутри. Компоненты смешиваются за счет турбулентного движения их потоков. При этом смесительная насадка выполнена таким образом, что активное смешение компонентов происходит практически на выходе, что не позволяет материалу полимеризоваться слишком быстро. Однако стандартные рецептуры полимочевин в данном случае не могут быть применимы из-за невозможности подогрева компонентов, высокой вязкости и малого времени гелеобразования. Зачастую попытки нанести стандартные рецептуры полимочевинного покрытия с помощью оборудования низкого давления приводит либо к полимеризации материала в статическом миксере из-за низкого времени гелеобразования, либо к получению полимера с высокой анизотропией свойств вследствие плохого смешения компонентов.

Целью данной работы было увеличить время гелеобразования полимочевинной композиции для нанесения ее с машин низкого давления. Разработка такой композиции, которая не уступала бы стандартным полимочевинам по физико-механическим свойствам.

Для этой цели была выбрана рецептура гибридной полимочевины. В качестве компонента Б был взят изоцианатный предполимер на основе МДИ и полипропиленгликоля с содержанием NCO-групп, равным 16,3%. В состав компонента А входили Jefamine D2000, Voranol 3322, Polylink 4200. Соотношение компонентов составляло 1:1 по объему. Для испытания системы применяли установку для напыления полимерных материалов австралийской фирмы «Svenic» со статической смесительной камерой. Компоненты не подвергались дополнительному нагреванию при напылении. Предварительно было измерено время гелеобразования системы, которое составило 112 с. Материал был напылен на стекло, обработанное тонким слоем силиконовой смазки Эластэкс-РС производства фирмы «Эласт-ПУ».

Физико-механические испытания полимочевины указанного состава проводились ежедневно в течение пятнадцати суток. Динамика изменения прочностных характеристик покрытия показана на следующих графиках:

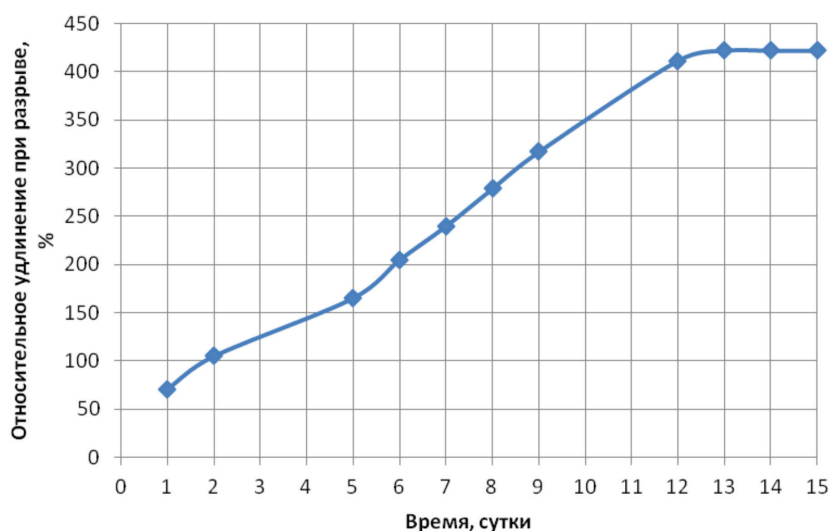


Рис. 1. Динамика изменения относительного удлинения при разрыве в зависимости от времени отверждения

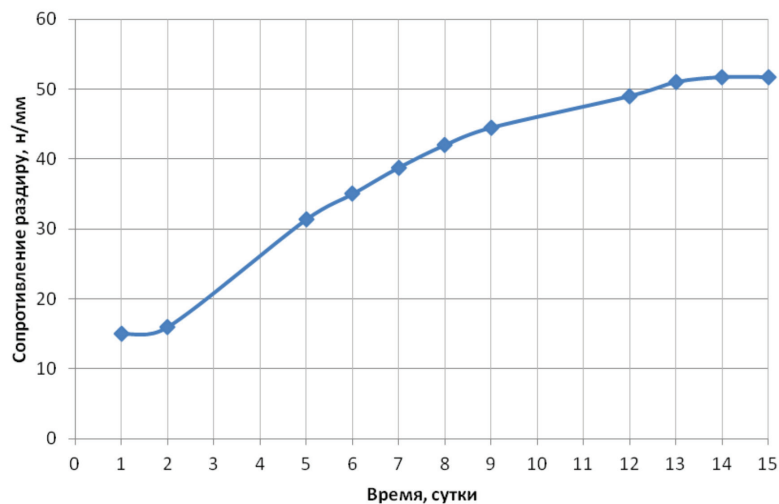


Рис. 2. Динамика изменения сопротивления раздиру в зависимости от времени отверждения

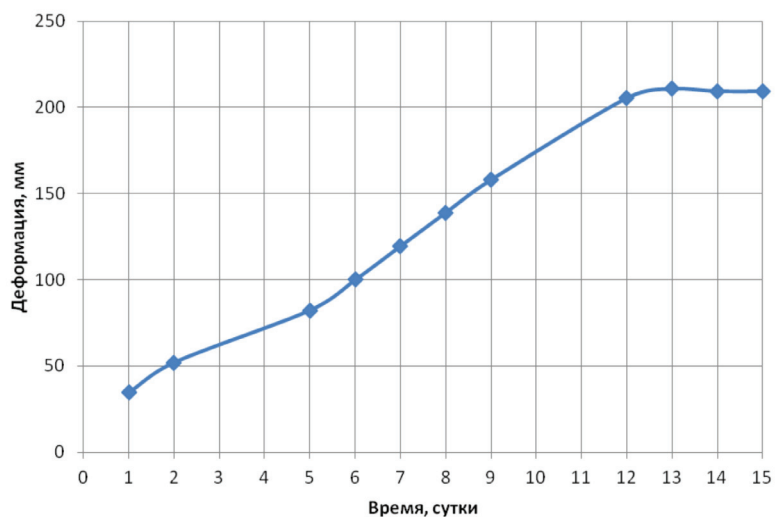


Рис. 3. Динамика изменения максимальной деформации в зависимости от времени отверждения

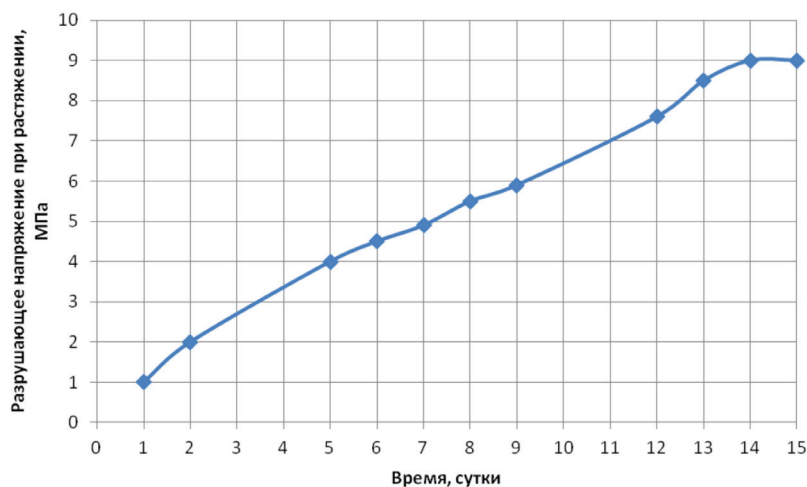


Рис. 4. Динамика изменения разрушающего напряжения при растяжении в зависимости от времени отверждения

Для анализа полученных данных было произведено сравнение физико-механических свойств стандартной полимочевины марки Эластэкс-Р, напыля-

емой с машины высокого давления с полученными результатами уретан-мочевинного гибрида. Данные представлены в таблице.

Физико-механические свойства стандартной полимочевины и уретан-мочевинного гибрида

Наименование показателя	Стандартная полимочевина	Уретан-мочевинный гибрид
Относительное удлинение при разрыве, %	200	420
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	12	9
Сопrotивление раздиру, н/мм	45	52
Деформация, мм	200	210

Стандартная полимочевина, напыляемая с машин высокого давления, набирает 80% своих свойств уже на вторые сутки и далее они меняются незначительно. Уретан-мочевинный гибрид, имея более длительное время гелеобразования, набирает 80% прочностных свойств только к девятым суткам.

После проведения сравнительных характеристик физико-механических свойств обеих полимочевин можно сказать, что опытный образец уретан-мочевинного гибрида вполне удовлетворяет своими показателями поставленную задачу. Его прочностные характеристики после окончательного отверждения практически не уступают, а по некоторым показателям и превосходят стандартную рецептуру.

Длительное время гелеобразования, отсутствие необходимости предподогрева компонентов делают рецептуру уретан-мочевинного гибрида идеально подходящей для напыления ее с машин низкого давления. Данные машины наиболее адаптированы для проведения локального ремонта поверхностей, для которого использование машин высокого давления является экономически необоснованным.

Таким образом, дальнейшие разработки таких полимочевин является перспективным и актуальным направлением.

Список литературы

1. Большая Советская Энциклопедия.
2. Broekaert M. Polyurea Spray Applied Systems for Concrete Protection. <http://www.hansconco.net/PUAHistChemFormulate%20by%20Dudley.pdf>.
3. Broekaert M. Polyurea spray coatings // The technology and latest developments. <http://www.huntsman.com/portal/page/portal/polyurethanes>.
4. Grujicic M., Pandurangan B., King A. et al. Multi-length scale modeling and analysis of microstructure evolution and mechanical properties in polyurea. http://myweb.clemson.edu/~gmica/Publications/aRef_220.pdf.

ОДНО- И ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ГЕРМЕТИКИ

¹Тимакова К.А., ²Логинава С.Е., ¹Панов Ю.Т.

¹ГОУВПО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Владимир, e-mail: bka_793@mail.ru; ²ООО НПФ «Адгезив», Владимир

Высококачественные клеи и герметики на основе полиуретана применяется в основном в высокотехнологичной продукции, предъявляющей высокие требования к качеству и длительной стабильности материалов [1].

Полиуретановые герметики, как однокомпонентные, так и двухкомпонентные, обладают превосходными потребительскими качествами и завоевывают все большую популярность в крупнопанельном домостроении, в автомобильной промышленности, в производстве контейнер фургонов, судостроении, системах охлаждения и кондиционирования и т.д.

Они обладают следующими преимуществами:

- не содержат растворителей, поэтому при герметизации не дают усадки;
- характеризуются достаточной прочностью и долговечностью (срок службы полиуретановых герметиков составляет не менее 10 лет);
- обладают великолепной эластичностью, т. е. способны многократно растягиваться без разрывов, а после снятия нагрузки возвращаются к прежней форме;
- обладают отличной адгезией со строительными поверхностями, такими, как натуральный и искусственный камень, стекло, металл, дерево, бетон, ПВХ и т.д., а также самоадгезией (в случае повреждения шва, его легко восстановить, повторно нанеся герметик в шов);
- могут быть использованы при низких температурах;
- устойчивы к воздействию ультрафиолета, солей, кислот и щелочей с концентрацией до 10%;
- легко окрашиваются любыми фасадными красками, не содержащими растворителей.
- устойчивостью к климатическим, в том числе температурным, изменениям (от - 40 до + 80), что позволяет проводить работы в любую погоду.

Благодаря своим свойствам полиуретановые герметики широко применяются в качестве эластичных клеев и герметиков для швов, стыков, герметизации и заполнения щелей в строительстве, сборке кузовов автомобилей, тракторов, вагонов, судостроении, вентиляции, герметизации оконных рам и стеклопакетов, сборки сэндвич-элементов и паркетных полов.

Остановив свой выбор на универсальных полиуретановых герметиках, перед потребителями возникает вопрос, какой выбрать: однокомпонентный или двухкомпонентный герметик. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Механизм сшивания однокомпонентных полиуретановых герметиков осуществляется за счёт взаимодействия изоцианатных групп с влагой воздуха. В случае двухкомпонентных герметиков – за счёт взаимодействия полиольного компонента с изоцианатными.

Двухкомпонентные герметики перед применением должны быть подготовлены, что включает механическое перемешивание компонентов герметика при помощи специальных приспособлений или вручную.

Ручное перемешивание занимает большое количество времени и не может гарантировать равномерное перемешивание компонентов по всему объему.

При перемешивании герметиков устройствами типа дрелей с насадкой достигается более быстрое и качественное смешение, однако следует выполнять рекомендации производителя герметика по скорости и времени перемешивания. Неоднородность цвета подготовленного герметика свидетельствует о его плохом перемешивании.