

раствор карбамида (такая система наиболее близко моделирует реальные процессы в трубопроводе).

При температуре 18 °С разность потенциалов составляет 22,6 мV, а при температуре 70 °С — 13 мV. Эти величины практически равны (или близки) разности замеренных потенциалов для каждого из электродов в отдельности (при 18 °С: 77 мV — 52 мV = 25 мV; при 70 °С: 110 мV — 95 мV = 15 мV). Полученная разность потенциалов и определяет величину коррозионного тока между электродами (труба-фланец).

Результаты исследований показывают, что характер поведения материалов в реальных условиях эксплуатации в решающей степени зависит от структурно-энергетического состояния межфазных границ, которое может прогнозироваться на стадии конструирования химической аппаратуры.

УДК 658.567:678.743.22

МАТЕРИАЛЬНЫЙ РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

В.Т. Липик, В.Н. Марцуль
(БГТУ, г.Минск)

Поливинилхлорид (ПВХ) находит применение в различных отраслях: строительстве, медицине, электронике. Производимый ПВХ можно поделить на две группы: содержащий пластификаторы (мягкий) и ПВХ без пластификаторов (твердый).

Мягкий ПВХ используется в меньшем объеме (около 30-40 % от общего количества), но характеризуется короткими сроками эксплуатации, поэтому в большей степени попадает в коммунальные отходы, на свалки и полигоны. По данным БелНИИ «Экология» за 2002 г. в Республике Беларусь образовалось более 716 т промышленных отходов ПВХ. Количество ПВХ, содержащееся в коммунальных отходах Беларуси, по оценочным данным, составляет около 10-15 тыс. т. Значительное воздействие на компоненты окружающей среды во время захоронения отходов ПВХ на полигонах оказывает миграция составляющих полимерной композиции, особенно пластификаторов. Ежегодное поступление, например, пластификаторов фталатов в окружающую среду

от общего производимого количества составляет 13–15%. Кроме фталатов в окружающую среду попадают адипинаты, себацинаты, фосфаты и другие составляющие полимерной композиции. В связи с миграцией пластификаторов, опасностью, которую они представляют для окружающей среды, массовостью использования, обращение с отходами ПВХ требует разработки особых методов переработки.

При наличии отходов твердого или пластифицированного ПВХ однородного состава, не содержащих включений, сложностей в его переработке не возникает. ПВХ – термопластичный материал, способный на 100 % перерабатываться после измельчения в изделия известными методами: экструзией, литьем под давлением, прессованием. Одна из главных проблем при обращении с отходами ПВХ – их неоднородность. ПВХ как ни один другой полимерный материал может включать в себя значительное количество добавок, придающих полимерной композиции определенные качества, затрудняя в то же время его вторичную переработку. ПВХ затрудняет переработку смеси отходов пластмасс. Невозможно, например, перерабатывать отходы полиэтилен-рефталата даже при небольшом содержании ПВХ.

Выделить ПВХ из смеси отходов пластмасс можно используя различные растворители. Известным методом извлечения ПВХ и отделения его от других полимеров и включений является экстрагирование диметилформамидом или тетрагидрофураном с последующей фильтрацией раствора. ПВХ из раствора выделяют осадителем или отгонкой растворителя и возвращают в производственный процесс. Но данный способ связан с использованием больших количеств растворителя и необходимостью его периодической очистки.

Известен двухстадийный способ сжигания ПВХ, предусматривающий предварительную обработку отходов при температуре 350–400 °С для выделения хлористого водорода. Но выделяемый в таком случае водород содержит большое количество веществ, входящих в состав полимерной композиции. Разработанные технологии, как правило, требуют применения реагентов, нагревания, подачи воздуха, что усложняет переработку.

Целесообразно к отходам пластифицированного ПВХ применять ступенчатые термические методы рециклинга, позволяющие поэтапно извлекать из полимерной композиции ее компо-

ненты. Пластификаторы, составляющие значительную часть полимерной композиции, как правило, не связаны прочными связями с полимерной матрицей и поэтому могут быть удалены из полимерной композиции при помощи различных воздействий, и не только путем нагревания, но и, например, экстракцией. При нагревании полимерной композиции на основе ПВХ до температур 130–160 °С происходит выделение пластификатора из полимерной композиции. При последующем нагревании можно рекуперировать хлористый водород, а на третьем этапе провести пиролиз с получением смеси углеводородов.

Удаление пластификаторов из полимерной композиции термическим методом было исследовано на примере отходов линолеума произведенного на ОАО «Гомельстройматериалы» по ГОСТ 7551-77 и отходов пластика ПВХ, применяемого на ОАО «Атлант» (рецептура РЦ 1000110198041–02). Установлено, что при нагревании до 120–140 °С и продувке воздухом реактора удаляется 85–90 % пластификатора. Пластификатор рекуперируется путем охлаждения отходящих продуктов термообработки.

Следующим этапом предлагаемого способа переработки отходов ПВХ является дегидрохлорирование. Процесс выделения хлористого водорода практически завершается к 320–330 °С. Хлористый водород поглощается водой или раствором щелочи. Оставшийся твердый остаток после удаления хлористого водорода подвергается термической переработке при более высоких температурах, с получением смеси горючих углеводородов, которые используются для обеспечения работы установки и как топливо. Твердый остаток после удаления хлористого водорода при переработке не выделяет токсичных хлорсодержащих соединений, не вызывает коррозию оборудования, и имеет, как установили в результате эксперимента, температуру самовоспламенения 343–345 °С (более низкую, чем для чистого ПВХ – 454 °С), что также облегчает его использование.

Данный способ переработки позволяет использовать отходы пластифицированного ПВХ с получением пластификаторов, выделить хлористый водород, разложить углеводородный остаток до углеводородов, используемых в дальнейшем, и снизить нагрузку на окружающую среду, связанную с хранением отходов данного типа на полигонах.