

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 полиэтиленрефталата 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.