

При переработке ПВХ значительное влияние на деструкцию полимера оказывают как термическое воздействие, так и механические нагрузки, под действием которых в макромолекулах ПВХ одновременно протекают последовательно-параллельные реакции: разрыв связей углерод – углерод в местах наибольшей концентрации напряжения, элиминирование HCl, сшивка макромолекул с увеличением вязкости и т.д. [1,2]. В связи с этим в состав полимерной композиции, кроме термостабилизаторов, необходимо вводить также и смазки, основная роль которых заключается в регулировании технологических свойств ПВХ, определяющих поведение его в процессах переработки. Введение смазок приводит к ослаблению внутреннего трения, снижению температуры переработки, обеспечению более стабильного и быстрого протекания процесса формования полимерных материалов, предотвращает прилипание расплава к металлическим частям оборудования и способствуют улучшению внешнего вида изделий [3-5]. Нами разработан новый одностадийный способ получения металлсодержащих смазок, в составе которых присутствуют моноэфиры глицерина на основе олеиновой (МЭГО), стеариновой (МЭГС) и высших  $\alpha, \alpha'$ -разветвленных изомерных монокарбоновых (ВИК) кислот (МЭГВ) и карбоксилаты двухвалентных металлов [6,7]. В данной работе приведены результаты исследований влияния металлсодержащих смазок на технологические свойства ПВХ материалов. Испытания проводили на модельной композиции состава (масс. ч.): ПВХ С-6359М – 100, трехосновной сульфат свинца – 3, стеарат кальция – 1, диоксид титана – 1, моноэфиры глицерина содержащие в составе карбоксилаты цинка и магния – 0-1,2. В качестве объекта сравнения использовали импортную смазку аналогичного типа «Loxiol GH-4». Влияние металлсодержащих смазок на показатель текучести расплава (ПТР), широко применяемый при оценке технологичности полимеров, стандартизированный по ГОСТ 11645-73, определяли методом капиллярной вискозиметрии на приборе ИИРТ-АМ. Установлено, что введение металл-содержащих смазок повышает текучесть расплава, с увеличением содержания смазок в ПВХ композиций ПТР увеличивается (рис.1). Рис. 1 – Влияние металлсодержащих смазок на показатель текучести расплава ПВХ (Т= 195 °С, Р=21,6 кг) 1 – Zn-Mg МЭГО; 2 – Zn-Mg МЭГС; 3 – Zn-Mg МЭГВ; 4 – импортная смазка Установлено, что текучесть расплава полимера несколько зависит от химической природы используемой смазки. В соответствии с полученными результатами по влиянию на текучесть расплава полимера моноэфиры глицерина можно расположить в следующий ряд: моноолеат глицерина > моноэфир глицерина на основе ВИК > моностеарат глицерина. В случае введения металлсодержащих смазок в пределах совместимости с ПВХ текучесть расплава повышается равномерно, превышение предела совместимости смазки с полимером приводит к резкому увеличению ПТР, что наблюдается при введении более 1 мас.ч. моностеарата глицерина на 100 мас. ч ПВХ. Вероятно, это связано с выделением избытка смазки из

полимерного расплава и образованием прослойки между стенкой капилляра и полимерной композицией. При введении моноэфир глицирина на основе ВИК и моноолеата глицирина в ПВХ композиции текучесть расплава при увеличении их содержания повышается равномерно, что указывает на их лучшую совместимость с ПВХ. Известно, что увеличение текучести расплавов обусловлено снижением внешнего сопротивления процессам течения и ростом скорости пристенного скольжения расплава. Вместе с тем, показатель текучести расплава является интегральной характеристикой, которая не позволяет однозначно делать выводы о механизме влияния исследуемых смазок на поведение ПВХ композиции при переработке. Для более глубокого изучения влияния металлсодержащих смазок на процессы расплавления ПВХ композиций исследования проводили на пластографе «Брабендер». Определяли такие показатели, как температура начала течения, энергия, затрачиваемая на течение, максимальные и равновесные крутящие моменты. Введение металлсодержащих смазок позволяет увеличить скорость течения, сократить энергию, затрачиваемую на течение, снизить максимальный и равновесные крутящие моменты и время начала и окончания течения расплава, что свидетельствует о повышении подвижности структурных элементов в расплаве, снижении выделения диссипативного тепла при сдвиговых деформациях расплава и увеличении температурного интервала переработки ПВХ композиций (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний ПВХ - композиций на пластографе Брабендера (температура смесительной камеры 160 °С, скорость вращения мешалки 30 мин-1)

Наименование показателя	Смазка -отс.	Loxiol GH-4	Металлсодержащая смазка Zn-Mg МЭГВ	Zn-Mg МЭГО	Zn-Mg МЭГС
Время начала течения, с	71	62	56	36	62
Время окончания течения, с	130	124	120	82	126
Скорость течения, Нм/м	130	34,5	34,9	31,9	34,6
Время течения, с	131	116	112	74	120
Максимальный крутящий момент, Нм	34	29,6	28,2	27,8	29,1
Равновесный крутящий момент, Нм	21,3	21,3	19,5	18,9	19,5
Температура начала течения, °С	170	153	154	152	155
Энергия, затрачиваемая на течение, кНм	4,2	3,5	3,6	3,1	3,5
Динамическая термостабильность, мин.	12	20	29	32	27

Среди исследованных образцов смазок Zn-Mg МЭГО в большей степени понижает температуру начала течения, максимальный и равновесный крутящие моменты, увеличивает скорость течения, что удовлетворительным образом подтверждает его действие по механизму внутренней смазки. Также на пластографе «Брабендер» было изучено влияние металлсодержащих смазок на динамическую (в условиях интенсивных сдвиговых деформаций) термостабильность ПВХ композиций. Примечание: содержание смазок 0,8 мас.ч./100 мас.ч. ПВХ. Установлено, что введение металлсодержащих смазок в 1,5–2 раза увеличивает динамическую термостабильность полимера. Данный эффект можно объяснить совокупным действием трех факторов – снижением температуры расплава, крутящего момента и наличием в составе смазок карбоксилатов цинка и магния, химически

связывающих выделяющийся при деструкции ПВХ хлористый водород. Таким образом, результаты исследований указывают на бифункциональный характер действия металлсодержащих смазок. Влияние металлсодержащих смазок на перерабатываемость ПВХ композиций оценивали также по изменению температуры расплава ( $T_p$ ) на микроэкструдере (диаметром шнека 20 мм и  $L/D=20:1$ ) при скорости вращения шнека 80 об/мин. Получено, что с увеличением содержания металл-содержащих смазок температура расплава понижается (рис.2). Рис. 2 – Зависимость температуры расплава ПВХ от количества металлсодержащих смазок: 1- Zn-Mg МЭГО; 2 – Zn-Mg МЭГВ; 3 – Zn-Mg МЭГС. Скорость вращения шнека 80 об/мин Среди исследованных образцов смазок МЭГО действующий по механизму внутренней смазки, в большей степени способствует снижению  $T_p$ . Более полная информация о характере взаимодействия системы полимер - смазка - машина получена при изучении влияния металлсодержащих смазок на производительность микроэкструдера ( $Q$ ). Установлено, что при введении металлсодержащих смазок на 100 мас.ч. производительность экструдера увеличивается в 2-2,5 раза, в сравнении с полимерной композицией без смазки (рис 3). Рис. 3 – Влияние металлсодержащих смазок на производительности экструдера: 1- без смазки; 2- Zn-Mg МЭГС; 3 – Zn-Mg МЭГВ; 4 – Zn-Mg МЭГО. Содержание смазок 0,5 мас.ч/100 мас.ч. ПВХ. На величину  $Q$  существенное влияние оказывает степень совместимости металлсодержащих смазок с ПВХ, наибольшую производительность обеспечивают введение МЭГО и МЭГВ, обладающие преимущественно действием внутренней смазки. Таким образом, установлено, что при использовании металлсодержащих смазок технологические показатели ПВХ композиции превосходят базовую композицию, значительно повышается текучесть расплава, снижаются максимальные и равновесные крутящие моменты, время начала и окончания течения расплава, повышается ПТР, что в целом свидетельствует о повышении подвижности структурных элементов в расплаве и облегчении перерабатываемости полимера и, следовательно, возможности увеличения температурного интервала переработки ПВХ композиций и производительности перерабатывающего оборудования.