

УДК 678

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПВХ-ПЛАСТИКАТА

© В. П. Захаров^{1*}, Р. М. Ахметханов¹, А. Ю. Назарова¹, Е. М. Захарова²

¹Башкирский государственный университет
Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.

²Уфимский институт химии РАН
Россия, Республика Башкортостан, 450054 г. Уфа, пр. Октября, 71.

*Email: zaharovvp@mail.ru

В работе изучены закономерности изменения крутящего момента в процессе пластикации композиции на основе поливинилхлорида при варьировании скорости вращения роторов пластографа Брабендера и температуры в камере смешения. Показано, что при повышении температуры в камере смешения пластографа удастся получить пластикат с более высокими физико-механическими показателями, в частности, высоким модулем упругости и величиной прочности при разрыве.

Ключевые слова: поливинилхлорид, термомеханическая переработка, пластограф Брабендера.

Поливинилхлорид (ПВХ) и наполненные композиции на его основе являются основным сырьем для бурно развивающегося российского рынка, в частности, строительных и отделочных материалов из пластмассы [1, 2]. При термомеханической переработке (экструзия, каландрование, вальцевание и др.) ПВХ-композиций возникает необходимость оптимизировать технологические параметры переработки. Это обусловлено тем, что в процессе высокоскоростной переработки ПВХ-композиции характеризуются низкой термостабильностью и подвергаются деструкции [3–6]. Эффективным способом моделирования процессов промышленной термомеханической переработки ПВХ-композиций является их смешение в пластографе Брабендера, что в частности, показано при изучении смазок [7], стабилизаторов [8, 9] и др. Ключевым показателем, характеризующим оптимальные условия, создаваемые на стадии переработки ПВХ-композиций является анализ физико-механических свойств полученных полимерных материалов [10]. Как следствие, представляется актуальным изучение закономерностей влияния условий переработки ПВХ-композиций, в частности, скорости смешения в камере пластографа и температуры на физико-механические свойства полимера.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния условий переработки ПВХ-пластиката в пластографе Брабендера на его деформационно-прочностные свойства.

Приготовление композиции осуществляли в расплаве на лабораторной станции (пластограф) «Plastograph EC» фирмы «Brabender» при различной температуре (140, 150, 160 °С) и скорости вращения роторов (10, 20, 30 об/мин) в течение пяти минут при нагрузке 200 Н. В смесительную камеру пластографа загружали 40 г. поливинилхлорида (ПВХ С 5868 ПЖ), 2 г. трехосновного сульфата свинца (ТОСС), 0.4 г. стеарата кальция, 0.04 г. дифенилпропана (ДФП) и 16 г. диоктилфталата (ДОФ). Деформационно-прочностные свойства полимера

определяли на прессованных образцах материала толщиной 2 мм. Прессование осуществляли на автоматическом гидравлическом прессе «Auto MH-NE» производства фирмы «Carver» при 165 °С и выдержке под давлением 7000 кгс в течение 10 мин. Модуль упругости, прочность и относительное удлинение при разрыве определяли согласно ГОСТ 11262–80 на разрывной машине «Shimadzu AGS-X» при температуре 20 °С и скорости движения подвижного захвата разрывной машины 50 мм/мин.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что до момента полной пластикации полимерной композиции в камере пластографа величина крутящего момента увеличивается в процессе смешения и в определенный отрезок времени достигает своего максимального значения. Затем, по мере прогрева и «саморазогрева» [11] расплава вязкость композиции снижается (рис. 1).

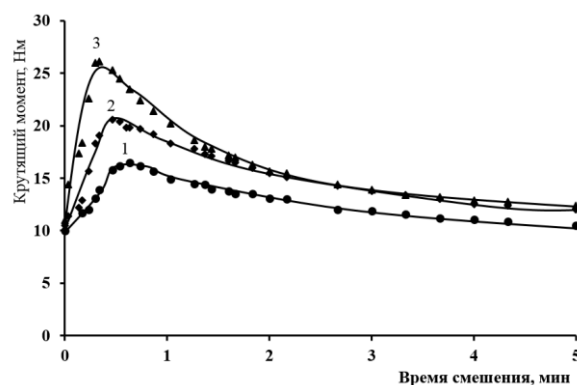


Рис. 1. Зависимость крутящего момента от времени смешения композиции в камере пластографа. Скорость вращения роторов 10 (1), 20 (2), 30 (3) об/мин. Температура 160 °С.

На пластограмме в процессе перемешивания расплава на протяжении пяти минут не отмечено повышение крутящего момента, что свидетельствует

об отсутствии процесса неконтролируемой термодеструкции ПВХ.

С увеличением скорости вращения роторов пластографа наблюдается рост величины максимального крутящего момента, что обусловлено повышением сопротивления, передаваемого на привод смесителя. Видно, что время достижения максимальной величины крутящего момента с увеличением скорости вращения роторов сокращается. Крутящий момент по истечении пяти минут переработки при скорости перемешивания 20 и 30 об/мин составляет около 12.5 Нм. При скорости вращения роторов 10 об/мин величина крутящего момента снижается до 10.5 Нм.

Приготовление композиции при постоянной скорости вращения роторов пластографа и различной температуре камеры смешения характеризуется сравнимой величиной максимального крутящего момента. В то же время, крутящий момент по истечении 5 минут приготовления композиции последовательно снижается с 18 Нм до 16 и 12.5 Нм при повышении температуры в камере смешения в ряду 140, 150, 160 °С, соответственно (рис. 2).

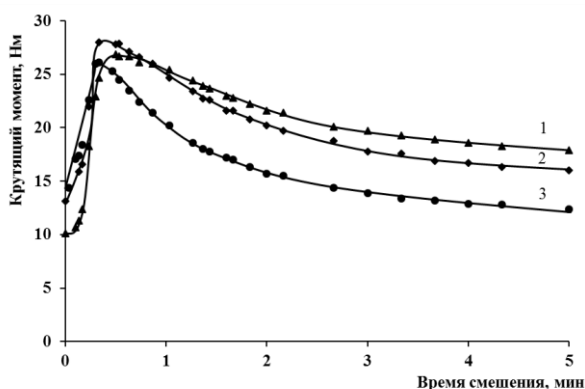


Рис. 2. Зависимость крутящего момента от времени смешения композиции в камере пластографа. Температура смешения 140 (1), 150 (2), 160 (3) град. Скорость вращения роторов 30 об/мин.

При скорости вращения роторов пластографа 10 и 20 об/мин получается полимерный материал с модулем упругости 34.3 и 30.4 МПа соответственно (табл. 1). Повышение скорости перемешивания до 30 об/мин приводит к получению более прочного

пластиката с модулем упругости 83.3 МПа. Величина модуля упругости коррелирует с показателем прочности при растяжении и разрыве. Образец, приготовленный при 30 об/мин, имеет большую величину прочности при разрыве. Показатель относительного удлинения при разрыве для композиции, приготовленной при различной скорости вращения валков, находится в диапазоне 390–407%.

При температуре камеры смешения пластографа 140 °С получается полимерный материал с модулем упругости 34.3 МПа, что сопоставимо с показателем образцов, полученных при более высокой температуре и низкой скорости вращения валков. Образцы, приготовленные при температурах 150 °С и 160 °С, имеют более высокий модуль упругости 82.3 и 83.3 МПа соответственно. Получение более прочных пластикатов при высокой температуре подтверждается повышенной величиной прочности при растяжении и при разрыве. Увеличение температуры в камере смешения пластографа снижает величину относительного удлинения при максимальной нагрузке и при разрыве.

Таким образом, увеличение температуры в камере смешения пластографа позволяет получать пластикат с более высокими физико-механическими показателями, в частности, высоким модулем упругости и величиной прочности при разрыве. Очевидно, что это связано со снижением деформационного воздействия на расплав полимера ввиду уменьшения крутящего момента (вязкости). Полученные в работе зависимости по влиянию скорости вращения роторов пластографа и температуры в камере смешения, моделируют влияние интенсивности переработки и температуры при экструзионном получении пластикатов на основе поливинилхлорида.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 14-03-97027).

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков А. В., Симонов-Емельянов И. Д., Прокопов Н. И., Ганиев Э. Ш., Аншин В. С., Марков В. А. Исследование технологических свойств жестких ПВХ-композиций с различными наполнителями // Вестник МИТХТ. 2012. Т. 7. №4. С. 100–105.
2. Бурнашев А. И., Ашрапов А. Х., Абдрахманова Л. А., Низамов Р. К. Применение в рецептуре древесно-полимерного композита наномодифицированного поливинилхлорида // Известия КГАСУ. 2013. №2 (24). С. 226–232.
3. Минскер К. С., Федосеева Г. Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. Химия, 1979. 272 с.

Таблица 1

Деформационно-прочностные характеристики ПВХ пластиката

Скорость вращения роторов, об/мин	Температура смешения, °С	Модуль упругости, МПа	Прочность при, Н/мм ²		Относительное удлинение при, %	
			растяжении	разрыве	макс. нагрузке	разрыве
10	160	34.3	21.7	21.7	390.1	403.4
20	160	30.4	20.0	20.0	386.7	390.1
30	140	34.3	22.1	22.4	410.4	430.1
30	150	82.3	24.7	25.2	386.7	430.1
30	160	83.3	27.4	27.6	386.7	406.8

4. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид. СПб.: Профессия, 2007. 728 с.
5. Горбунов Б. Н., Гурвич Я. А., Маслов И. П. Химия и технология стабилизаторов полимерных материалов. М.: Химия, 1981. 283 с.
6. Ахметханов Р. М., Колесов С. В., Нафикова Р. Ф., Улитин Н. В., Терещенко К. А., Дебердеев Р. Я. Поведение поливинилхлорида в условиях воздействия сдвиговых деформаций // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. №18. С. 100–103.
7. Марков А. В., Персиц В. Г., Марков В. А., Аншин В. С., Романов А. С. Модифицирование наполненных жестких ПВХ-композиций полиорганосилоксаном // Пластические массы. 2010. №9. С. 46–49.
8. Степанова Л. Б., Нафикова Р. Ф., Дебердеев Т. Р., Дебердеев Р. Я. Многофункциональные нетоксичные стабилизирующие системы для ПВХ-композиций // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. №9. С. 101–104.
9. Степанова Л. Б., Нафикова Р. Ф., Дебердеев Т. Р., Дебердеев Р. Я. Способ получения жидких кальций-циековых стабилизирующих систем для переработки ПВХ // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. №9. С. 150–154.
10. Аминова Г. К., Маскова А. Р., Нафикова Р. Ф., Горелов В. С., Абдрахманова Л. К., Мазитова А. К. Исследование физико-механических показателей поливинилхлоридных композиций // Промышленное производство и использованием эластомеров. 2013. №2. С. 40–46.
11. Симонов-Емельянов И. Д., Марков А. В., Прокопов Н. И., Аншин В. С., Петров О. О., Мунькин Н. И. Влияние саморазогрева при переработке на термостабильность и светостойкость окрашенных жестких и пластифицированных ПВХ композиций // Пластические массы. 2013. №2. С. 51–54.

Поступила в редакцию 19.02.2016 г.

После доработки – 17.03.16 г.

THE INFLUENCE OF THERMOMECHANICAL PROCESSING CONDITIONS ON DEFORMATION AND STRENGTH PROPERTIES OF PVC PLASTICATE

© V. P. Zakharov^{1*}, R. M. Akhmetkhanov¹, A. Yu. Nazarova¹, E. M. Zakharova²

¹Bashkir State University

32 Zaki Validi St., 450076 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

²Ufa Institute of Chemistry of Russian Academy of Sciences

71 Oktyabrya Ave., 450054 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

*Email: zaharovvp@mail.ru

In the paper we study the regularities of change of torque during the kneading of the composition based on polyvinyl chloride at different rotation speeds of rotors of Brabender plastograph and the temperature in the mixing chamber. It is shown that the temperature increase in the mixing chamber of plastograph allows obtaining of a plastic with higher mechanical properties, particularly high elastic modulus and a value of strength at break.

Keywords: polyvinyl chloride, thermo-mechanical processing, Brabender plastograph.

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at bulletin_bsu@mail.ru if you need translation of the article.

REFERENCES

1. Markov A. V. Vestnik MITKhT. 2012. Vol. 7. No. 4. Pp. 100–105.
2. Burnashev A. I., Ashrapov A. Kh., Abdrakhmanova L. A., Nizamov R. K. Izvestiya KGASU. 2013. No. 2 (24). Pp. 226–232.
3. Minsker K. S., Fedoseeva G. T. Destruktsiya i stabilizatsiya polivinilkhlorida [Degradation and stabilization of polyvinyl chloride]. Khimiya, 1979.
4. Uilki Ch., Sammers Dzh., Daniels Ch. Polivinilkhlord [Polyvinyl chloride]. Saint Petersburg: Professiya, 2007.
5. Gorbunov B. N., Gurvich Ya. A., Maslov I. P. Khimiya i tekhnologiya stabilizatorov polimernykh materialov [Chemistry and technology of stabilizers of polymeric materials]. Moscow: Khimiya, 1981.
6. Akhmetkhanov R. M., Kolesov S. V., Nafikova R. F., Ulitin N. V., Tereshchenko K. A., Deberdeev R. Ya. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. Vol. 15. No. 18. Pp. 100–103.
7. Markov A. V., Persits V. G., Markov V. A., Anshin V. S., Romanov A. S. Plasticheskie massy. 2010. No. 9. Pp. 46–49.
8. Stepanova L. B., Nafikova R. F., Deberdeev T. R., Deberdeev R. Ya. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2013. Vol. 16. No. 9. Pp. 101–104.
9. Stepanova L. B., Nafikova R. F., Deberdeev T. R., Deberdeev R. Ya. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2013. Vol. 16. No. 9. Pp. 150–154.
10. Aminova G. K., Maskova A. R., Nafikova R. F., Gorelov V. S., Abdrakhmanova L. K., Mazitova A. K. Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovaniem elastomerov. 2013. No. 2. Pp. 40–46.
11. Simonov-Emel'yanov I. D., Markov A. V., Prokopov N. I., Anshin V. S., Petrov O. O., Mun'kin N. I. Plasticheskie massy. 2013. No. 2. Pp. 51–54.

Received 19.02.2016.

Revised 17.03.2016.