

СВЧ-нагрев в технологии блочной полимеризации метилметакрилата и управление температурным режимом реактора

Ю. П. Юленец^{*}, К. О. Шабанов^{**}, А. В. Марков^{***}, В. А. Боровков^{****}

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),

Санкт-Петербург, 190013, Россия

^{*}e-mail: yyp2807@mail.ru, ^{**}e-mail: kosh0311@mail.ru,

^{***}e-mail: markov-av@yandex.ru, ^{****}e-mail: baron995@mail.ru

Поступила в редакцию 29.05.2026

После доработки 29.07.2026

Принята к публикации 21.08.2026

Рассмотрена технология каталитического процесса блочной полимеризации метилметакрилата в реакторе периодического действия с неподвижным слоем при дополнительном СВЧ-нагреве. Исследованы различные температурные режимы реактора. Показано, что основным преимуществом СВЧ-нагрева является возможность безынерционного регулирования температуры процесса. На примере блочной полимеризации метилметакрилата в слое толщиной 6 мм установлен допустимый перепад температур по высоте слоя, при котором температурный режим реактора можно считать близким к изотермическому. Для реализации процесса по найденной временной программе, обеспечивающей существенное сокращение времени полимеризации, предложена автоматическая система управления реактором, предусматривающая плавное изменение мощности СВЧ-источника и ступенчатое изменение температуры хладагента.

Ключевые слова: метилметакрилат, блочная полимеризация, СВЧ-нагрев, реактор, температурный режим, перепад температур, программное управление, автоматическая система управления

УДК 66.095.26: 621.365.5

<https://doi.org/10.52577/eom.2026.62.4.88>

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время при синтезе полимеров все большее распространение находят методы сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева. СВЧ-воздействие применяется как для иницирования процессов блочной и растворной полимеризации, так и для непосредственного нагрева реакционных смесей, обладающих большими диэлектрическими потерями [1–11]. Однако результаты различных исследователей весьма противоречивы. Так, например, по данным работы [3], микроволновый нагрев позволяет за десятки секунд синтезировать полиметилметакрилат (ПММА) и сополимер стирола методом блочной полимеризации, причем с улучшенными физико-химическими свойствами. Авторы работ [2, 6], наоборот, не обнаружили существенного различия между традиционным способом полимеризации метилметакрилата (ММА) и полимеризацией при СВЧ-нагреве. Известны попытки применения СВЧ-нагрева вместо инициатора химической реакции [7, 12]. Несмотря на значительное сокращение времени полимеризации, качество готовых образцов полимера, синтезированных таким способом, было невысоким: узкое

молекулярно-массовое распределение, низкое значение среднечисленной молекулярной массы.

Авторы обзорных работ [5, 6, 8, 13] усматривают причину значительного разброса результатов исследований в некорректном использовании экспериментаторами методик измерения температуры реакционной смеси в условиях электромагнитного (ЭМ) излучения. К этому можно добавить, что в ряде работ методика проведения исследований вообще не раскрывается [9, 14]. Большинство авторов сосредотачивают внимание на оценке влияния ЭМ-воздействия на кинетическую схему полимеризации. При этом не описаны конструктивные особенности реакторов, не приведены электрофизические (ЭФ) свойства мономеров, не рассмотрены температурные режимы реакторов и способы их регулирования.

В условиях двух конкурирующих процессов: прогрессирующего роста температуры, обусловленного экзотермическим эффектом, с одной стороны, и стремительного ее спада, вызванного выгоранием мономера, с другой стороны, проведение процесса блочной полимеризации без регулирования температуры в реакторе практически невозможно. В свою очередь, согласно

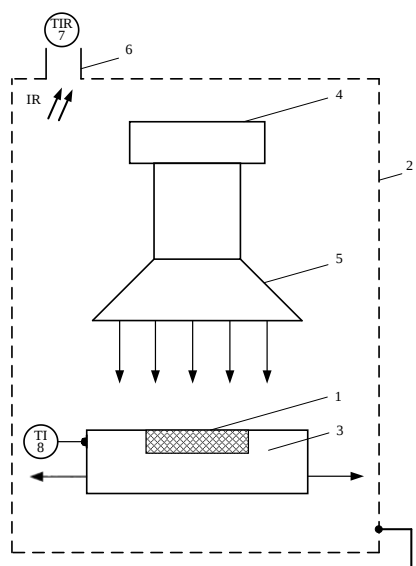


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования процесса блочной полимеризации метилметакрилата при СВЧ-нагреве: 1 – реактор; 2 – камера закрытого типа; 3 – рубашка реактора; 4 – СВЧ-генератор; 5 – рупорная антенна (излучатель); 6 – запредельный волновод; 7 – ИК-термометр; 8 – керосиновый термометр.

[15, 16], именно регулирование экзотермических реакций представляет большую проблему, так как сначала для возникновения реакции необходимо подать извне некоторое количество тепла, а затем, когда реакция начнется, следует отводить выделившееся тепло.

Настоящая работа предпринята с целью выявления преимуществ применения СВЧ-нагрева в технологии блочной полимеризации и определения рациональных температурных режимов реактора.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве примера применения СВЧ-нагрева рассмотрим процесс блочной полимеризации метилметакрилата – полярного диэлектрика с большими диэлектрическими потерями [17]. Полимеризация протекает в реакторе периодического действия с неподвижным тонким слоем реакционной смеси (мономера и катализатора), представленном на рис. 1.

Реактор 1 из стекла, выполненный в виде цилиндра большого диаметра и малой высоты, был размещен в камере 2 закрытого типа. Нижняя часть реактора опущена в емкость с трансформаторным маслом, температура которого поддерживалась постоянной термостатом. Нагрев реакционной смеси осуществлялся от СВЧ-генератора 4 с рупорным излучателем 5 [18]. Здесь СВЧ-генератор с плавной регулировкой мощности (номинальная выходная мощность $P_0 = 750$ Вт) работал на стандартной частоте 2,45 ГГц. Температура верха слоя реакционной массы T_T контролировалась и записывалась непрерывно инфракрасным (ИК) термометром 7, расположенным за пределами камеры 2. Вмонтированное в камеру

окно из монокристалла кремния, прозрачного для ИК-излучения материала, на рис. 1 не показано. Текущую конверсию мономера определяли косвенным образом [19] по показаниям ИК-термометра 7 (температура T_T) и керосинового термометра 8, контролировавшего температуру стенки реактора T_W .

Для определения температурных режимов реактора использовалась математическая модель процесса блочной полимеризации при внутренних источниках тепла:

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + Qz \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \times (1-U)M_0 + p(1-U), \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = z \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)(1-U) \quad (2)$$

с начальными и граничными условиями:

$$\begin{aligned} T|_{\tau=0} &= T_n, \quad U|_{\tau=0} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x}\bigg|_{x=0} = 0, \\ T|_{x=x_0} &= T_W = T_R. \end{aligned} \quad (3)$$

В уравнениях (1)–(3) T , T_n – это соответственно локальная и начальная температуры реакционной смеси, К; T_W – температура стенки реактора, К; T_R – температура охлаждающей жидкости (хладагента), К; x_0 – высота слоя, м; x – текущая по высоте слоя координата, м; c_p – удельная теплоемкость реакционной смеси, Дж/(кг·К); ρ – плотность реакционной смеси, кг/м³; λ – коэффициент теплопроводности реакционной смеси, Вт/(м·К); z – предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса, 1/с; E – энергия активации процесса

полимеризации, Дж/моль; Q – удельная теплота полимеризации, Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); U – конверсия (степень превращения мономера в полимер):

$$U = \frac{M_0 - M}{M_0}; M_0, M – \text{соответственно начальная}$$

и текущая концентрации ММА в реакционной смеси, кмоль/м³; τ – время, с; p – удельная мощность внутренних источников тепла, Вт/м³.

В основу построения математической модели положены следующие физические допущения: теплообмен в реакционном объеме осуществляется по механизму теплопроводности; термическое сопротивление стенки реактора пренебрежимо мало; теплообмен реактора с охлаждающей жидкостью происходит только снизу; константа скорости химической реакции зависит от температуры по закону Аррениуса, а предэкспоненциальный множитель от температуры не зависит; напряженность электрического поля в эффективной площади раскрыва рупорного излучателя постоянна; нагрев реакционной смеси от СВЧ-излучателя происходит за счет энергии плоской ЭМ-волны.

Выделяющаяся в мономере удельная мощность внутренних источников тепла определяется через поток p_0 падающей удельной мощности [18, 20]:

$$p(T, x) = 2\alpha p_0(1 - \gamma), \quad (4)$$

где p_0 – поток удельной мощности, Вт/м²; α , γ – соответственно коэффициент затухания и коэффициент отражения ЭМ-волны:

$$\alpha = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon'}{2} \operatorname{tg} \delta} \left[1 + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} \right]^{-1/2}, \quad \gamma = \left| \frac{1 - \sqrt{\operatorname{tg} \delta}}{1 + \sqrt{\operatorname{tg} \delta}} \right|^2.$$

Здесь $k_0 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}$ – волновое число для вакуума; μ_0 – абсолютная магнитная проницаемость вакуума; ε_0 – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума; ε' , $\operatorname{tg} \delta$ – соответственно относительная диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь мономера; $\hat{\varepsilon} = \varepsilon' - j\varepsilon' \operatorname{tg} \delta$ – комплексная диэлектрическая проницаемость мономера.

Система уравнений (1)–(4) решалась численно при $x_0 = 6$ мм и следующих значениях свойств мономера (количество инициатора реакции в смеси – пероксида бензоила – ничтожно мало: $c_{\text{и}} = 0,043$ кмоль/м³) и кинетических параметров его радикальной полимеризации: $c_p = 1,88$ кДж/(кг·К); $\rho = 943$ кг/м³; $\lambda = 0,16$ Вт/(м·К); $Q = 0,545$ МДж/кг; $M_0 = 9,4$ кмоль/м³; $R = 8,314$ Дж/(моль·К); $z = 3,57 \times 10^6$ 1/с; $E = 67,72$ кДж/моль; максимально допустимая температура полимеризации

принята равной $T_{\text{max}} = 80$ °С; $p_0 = 70,4$ кВт/м² [18]; $\varepsilon' = 5,0$, $\operatorname{tg} \delta = 0,522$ [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 построены рассчитанные по модели (1)–(4) зависимости от времени температуры верха слоя T_T и средней конверсии мономера U_{CP} .

Кривые 1 иллюстрируют блочную полимеризацию без СВЧ-нагрева. Температура T_R охлаждающей жидкости в этом режиме найдена из условия неперевышения предельно допустимой температуры полимеризации $T_{\text{max}} = 80$ °С. Согласно [2, 21], полимеризация ММА при высоких температурах приводит к снижению молекулярной массы полимера. Кроме того, при $T > 80$ °С более выражено проявляет себя гелевый эффект [21].

Температурная кривая в режиме 1 является типичной для процесса блочной полимеризации: прогрессирующий рост температуры до температурного максимума и последующий резкий ее спад, обусловленный выгоранием мономера. Сократить время процесса в режиме 1 можно, если поддерживать температуру T_T вблизи максимально допустимого значения T_{max} изменением во времени температуры охлаждающей жидкости T_R . Однако для этого потребовалось бы непрерывно увеличивать температуру хладагента, что практически невозможно.

Кривые 2, 3 и 4 на рис. 2 иллюстрируют процесс блочной полимеризации при СВЧ-нагреве. В режиме 2 температура охлаждающей жидкости остается без изменений ($T_R = 64$ °С), а температура верха слоя T_T стабилизируется на уровне $T_T = T_{\text{max}}$ регулированием мощности p_0 . Главным преимуществом СВЧ-нагрева является скоростной безынерционный нагрев материала за счет собственных диэлектрических потерь. На рис. 3 построена зависимость температуры T_T от времени в процессе полимеризации при СВЧ-нагреве. В рассматриваемом случае СВЧ-воздействие на стадии разогрева можно осуществлять лишь в течение очень короткого промежутка времени ($\tau = 20$ с). В противном случае (при $\tau > 20$ с) будет превышена допустимая температура полимеризации T_{max} .

После отключения СВЧ-источника (в момент $\tau = 20$ с) реакционная смесь продолжает нагреваться за счет теплоты экзотермической реакции (кривая 2 на рис. 3). Сопоставление температурной кривой 1 на рис. 2а с температурной кривой на рис. 3 показывает, что применение СВЧ-воздействия на стадии разогрева реакционной смеси дает незначительный выигрыш во времени достижения температуры T_{max} и в общем

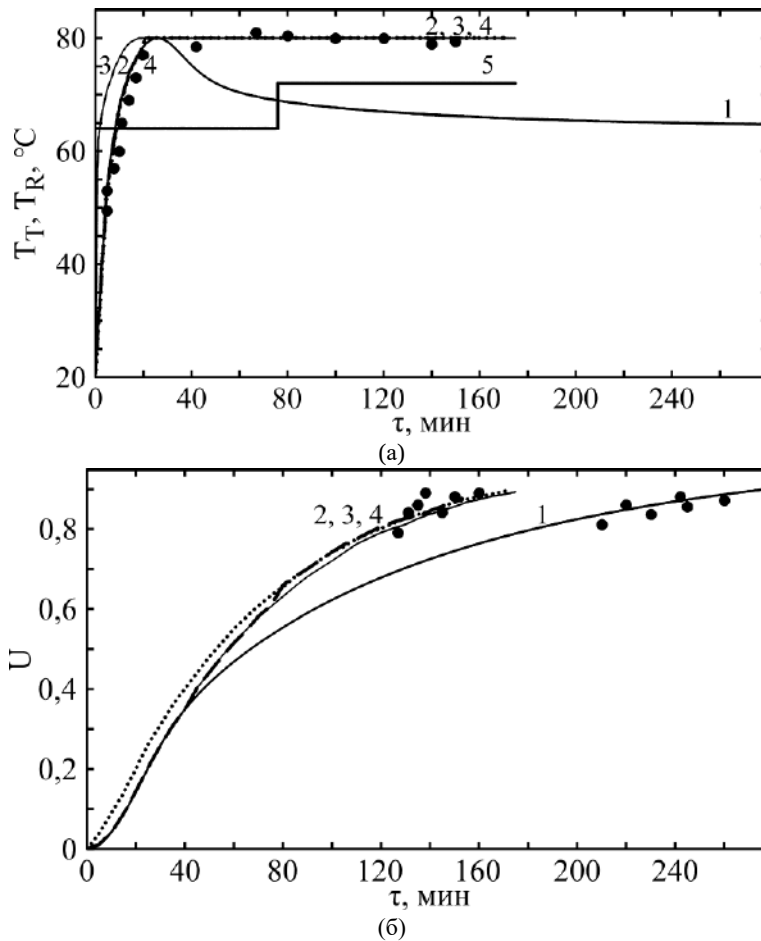


Рис. 2. Зависимости от времени температуры T_T (а) и средней конверсии мономера U_{CP} (б). Блочная полимеризация метилметакрилата в реакторе периодического действия в различных режимах ($x_0 = 6$ мм, $T_H = 20$ $^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} = 80$ $^{\circ}\text{C}$): 1 – режим 1: без СВЧ-нагрева, $T_R = 64$ $^{\circ}\text{C}$; 2 – режим 2: $T_R = 64$ $^{\circ}\text{C}$, СВЧ-нагрев с момента $\tau = 20$ мин; 3 – режим 3: $T_R = 64$ $^{\circ}\text{C}$, СВЧ-нагрев при $\tau = 0 \div 20$ с и СВЧ-нагрев с момента $\tau = 20$ мин; 4 – режим 4: $T_{R1} = 64$ $^{\circ}\text{C}$ при $\tau = 0$, $T_{R2} = 72$ $^{\circ}\text{C}$ при $\tau = 76$ мин, СВЧ-нагрев с момента $\tau = 20$ мин; 5 – изменение температуры T_R . Точками отмечены экспериментальные данные.

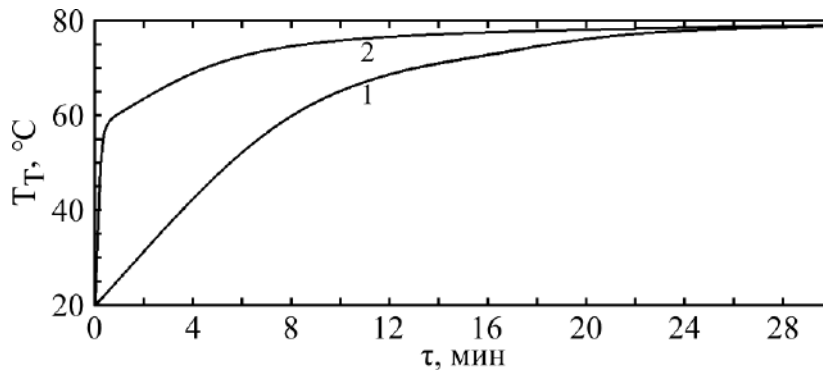


Рис. 3. Разогрев реакционной смеси в начальной стадии процесса блочной полимеризации метилметакрилата ($x_0 = 6$ мм, $T_H = 20$ $^{\circ}\text{C}$, $T_R = 64$ $^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} = 80$ $^{\circ}\text{C}$): 1 – режим 1, без СВЧ-воздействия; 2 – режим 3, СВЧ-нагрев при $\tau = 0 \div 20$ с, $p_0 = 2,1 \times 10^4$ Вт/м 2 .

времени процесса. Напротив, применение СВЧ-нагрева необходимо и эффективно для поддержания температуры процесса вблизи максимально допустимого значения.

На рис. 2а стабилизация температуры верхнего слоя (кривые 2, 3 и 4) обеспечивается регулированием во времени мощности p_0 СВЧ-источника. Применение СВЧ-нагрева только на стадии стабилизации температуры полимеризации

приводит к сокращению общей продолжительности процесса с 280 мин (режим 1, кривые 1 на рис. 2) до 175,6 мин (режим 2, кривые 2 на рис. 2). Немного меньшую величину составляет общая продолжительность полимеризации в режиме 3 (171,6 мин), при котором скоростной СВЧ-нагрев дополнительно используется для начального разогрева реакционной смеси (режим 3, кривые 3 на рис. 2).

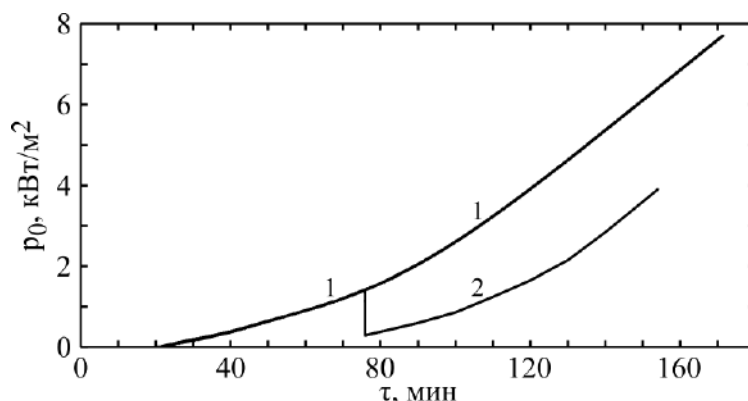


Рис. 4. Изменение во времени потока падающей СВЧ-мощности p_0 в различных режимах реактора для блочной полимеризации метилметакрилата: 1 – режим 2 по рис. 2: $T_R = 64$ °С, СВЧ-нагрев с момента $\tau = 20$ мин; 2 – режим 4 по рис. 2: $T_{R1} = 64$ °С при $\tau = 0$, $T_{R2} = 72$ °С при $\tau = 76$ мин, СВЧ-нагрев с момента $\tau = 20$ мин.

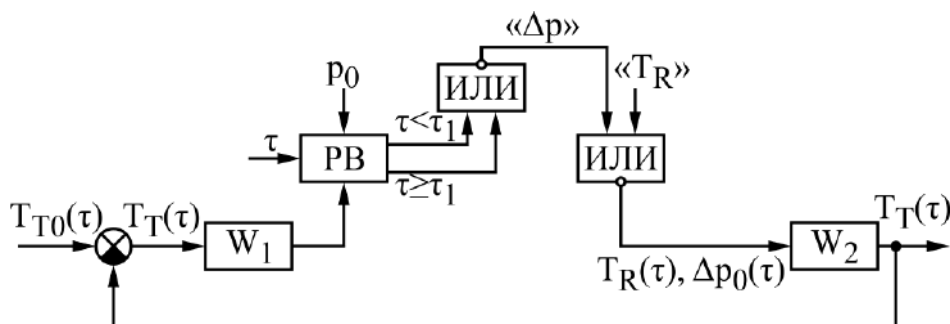


Рис. 5. Структурная схема автоматической системы управления реактором периодического действия для блочной полимеризации метилметакрилата при СВЧ-нагреве: W_1 – передаточная функция регулятора; W_2 – передаточная функция объекта; ПВ – реле времени.

Существенным недостатком блочной полимеризации, в том числе и при использовании СВЧ-нагрева, является неоднородность температуры по толщине слоя, вследствие чего неоднородными свойствами характеризуется и синтезируемый полимер. Для ряда полимеризационных процессов экспериментально установлен максимально допустимый (критический) градиент температур $\Delta T_{кр}$ между стенкой реактора и верхом слоя, при котором еще можно обеспечить близкий к изотермическому температурный режим реактора [22, 23]. Например, при блочной полимеризации изопрена максимальный температурный градиент во второй половине процесса принимался равным $\Delta T_{кр} = 15$ К [23]. В рассматриваемом случае максимальный перепад температур составляет величину: $\Delta T_{кр} = T_{max} - T_w = 16$ К. Будем считать, что для синтеза ПММА с однородными физико-химическими свойствами максимальный температурный градиент по высоте слоя во второй половине процесса не должен превышать $\Delta T_{кр} \leq 10$ К.

Для реализации такого температурного режима реактора необходимо в определенный момент времени резко увеличить температуру хладагента T_R . На рис. 2 кривая 5 иллюстрирует ступенчатый закон изменения температуры хладагента во времени. Важно отметить, что увеличение температуры T_R осуществляется

совместно с регулированием во времени СВЧ-мощности (рис. 4). Здесь линией 1–1 показано, как следует изменять во времени мощность p_0 , чтобы реализовать режим 2, при котором $T_R = \text{const}$; линией 1–2 представлен закон изменения во времени СВЧ-мощности для реализации режима 4 – режима с переключением температуры хладагента ($T_R = \text{var}$).

Можно видеть (рис. 2 и 4), что режим 4 является наиболее рациональным, так как приближение температурного режима реактора к изотермическому не только предопределяет однородность физико-химических свойств синтезируемого полимера, но и обеспечивает дополнительное сокращение времени полимеризации ($\tau_{общ} = 153,4$ мин).

Экспериментальная проверка подтвердила корректность расчета режимов блочной полимеризации.

На рис. 5 приведена схема автоматической системы управления реактором.

Управляемой переменной объекта является температура верха слоя в реакторе T_T , управляющими воздействиями – температура хладагента T_R (с начала полимеризации до момента времени $\tau = \tau_1 = 20$ мин) и поток падающей СВЧ-мощности p_0 (с момента времени $\tau = \tau_1$ до конца процесса). Переключение управляющих воздействий в определенные моменты времени

осуществляется по сигналам от реле времени (РВ). В целом система воспроизводит на выходе задающее воздействие $T_{\text{ТО}}(\tau)$ – заданный программный режим реактора (режим 4 по рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большие значения фактора диэлектрических потерь метилметакрилата в диапазоне СВЧ указывают на эффективность применения СВЧ-нагрева для интенсификации процесса блочной полимеризации в реакторах с неподвижным слоем. Однако технологические ограничения на максимальную температуру процесса и допустимый перепад температур по высоте слоя не позволяют в полной мере применить СВЧ-воздействие на стадии разогрева реакционной смеси. Найденный наиболее рациональный режим реактора предусматривает регулирование температуры полимеризации по заданной временной программе: на начальном временном отрезке – температурой хладагента; начиная с 20-й минуты – мощностью СВЧ-источника и дополнительно ступенчатым переключением (увеличением) температуры хладагента.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцева, Ю.В., Кузнецов, Р.Е., Мудров, А.Н., Агеева, Т.А., и др., Влияние микроволнового излучения на радикальную полимеризацию акриламида в режиме динамической мощности, *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*, 2012, т. 55, № 12, с. 114.
2. Kwak, Y., Mathers, R.T., and Matyjaszewski, K., Critical evaluation of the microwave effect on radical (co)polymerizations, *Macromol. Rapid Communication*, 2011, vol. 33, p. 30.
doi: 1002/marc.201100618.
3. Brown, S.L., Rayner, C.M., and Perrier, S., Microwave-accelerated RAFT polymerization of polar monomers, *Macromol. Rapid Communication*, 2007, vol. 28, p. 478.
4. Reynaud, S., and Grassl, B., Microwave-assisted controlled radical polymerization. In book: Hoogerboom, R., Shubert, U.S., Wiesbrock, F., *Microwave-assisted polymer synthesis*, Springer Int. Publishing., Switzerland, 2016, p. 131.
5. Zhou, Y. N., Li, J.S., Wu, Y.Y., and Luo, Z.H., Role of external field in polymerization: Mechanism and kinetics, *Chemical Reviews*, 2020, vol. 120, p. 2950.
doi: 10.1021/acs.chemrev.9b00744.
6. Ponomarenko A.A., Tameev, A.R., and Shevchenko, V.G., Synthesis of polymers and modification of polymeric materials in electromagnetic fields, *Russian Chemical Reviews*, 2018, vol.10, p. 923.
doi: 10.1070/RCR4790.
7. Hoogerboom, R., Shubert, U.S., and Wiesbrock, F., *Microwave-assisted polymer synthesis*, Springer International Publishing: Switzerland, 2016, 233 p.
8. Kappe, C.O., How to measure reaction temperature in microwave-heated transformations, *Chemical Society Reviews*, 2013, vol. 42, p. 4977.
9. Nguen, H.L., Vu, T.T., Nguen, D.K., Trickett, C.A., et al., A complex metal-organic framework catalyst for microwave-assisted radical polymerization, *Communication Chemistry*, 2018, vol. 1, p. 70.
doi: 10.1038/s42004-018-0071-6.
10. Doerr, A.M., Burroughs, J.M., Gitter S.R., et al., Advances in polymerizations modulated by external stimuli, *ACS Catalysis*, 2020, vol. 10, p. 14457.
doi: 10.1021/ACSCATAL.0C03802.
11. Eldik, Rudi van, Hubbard, Colin D., *Chemistry under Extreme or Non-Calssical Conditions*. New York: Wiley, 1997, 576 p.
12. Paulus, R.M., Becer, C.R., Hoogenboom, R., and Shubert, U.S., High temperature initiator-free RAFT polymerization of methyl methacrylate in a microwave reactor, *Australian Journal of Chemistry*, 2009, vol. 62, no. 3, p. 254.
doi: 10.1071/CH09064.
13. Kabir, E., Application of microwave heating in polymer synthesis: A review, *Results in Chemistry*, 2023, vol. 6, art. ID 101178.
doi: 10.1016/i.rechem.2023/101178.
14. Fang, L.J., Han, G., and Zhang, H.Q., Microwave-assisted free radical polymerizations, *Advances in Polymer Science*, 2016, vol. 274, p. 87.
15. Шински, Ф., *Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов*, М.: Химия. 1974. 370 с.
16. Harper, Ch., *Handbook of Plastics Technologies: the complete Guide to Properties and Performance*, Mc Grow Hill. 2016. 900 p.
17. Gabriel, C., Gabriel, S., Grant, E.H., and Halstead, Ben S.J., Dielectric parameters relevant to microwave dielectric heating, *Chemical Society Reviews*, 1998, vol. 27, no. 3, p. 213.
doi.org/10.1039/A827213Z.
18. Юленец, Ю.П., Марков, А.В., Нагрев строительных материалов ЭМ-лучом, *Электронная обработка материалов*, 2005, № 1, с. 92.
19. Юленец, Ю.П., Шабанов, К.О., Марков, А.В., и др., *Способ автоматического контроля степени превращения изопрена в полимер*, Патент РФ №2846863, 2025 г. Бюллетень № 26. 12 с.
20. Диденко, А.Н., Зверев, Б.В., *СВЧ-энергетика*, М.: Наука, 2000. 264 с.

21. Лопатин, К.Г., Лопатин, Д.Б., Вент, Д.П., Савельянов, В.П., Математическая модель лабораторного реактора радикальной полимеризации метилметакрилата, *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2014, №2, с. 84.
22. Берлин, Ал.Ал., Вольфсон, С.А., Ениколопан, Н.С., *Кинетика полимеризационных процессов*, М.: Химия. 1978. 320 с.
23. Yulenets, Yu.P., and Markov, A.V., Optimal Reactor Regimes for Isoprene Polymerization Process in Bulk, *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2024, vol. 58, no. 5, p. 1558.

Summary

The engineering of a methyl methacrylate microwave-assisted polymerization process in bulk, processing in batch reactors, is considered. Various reactor temperature

modes were investigated. It is shown that the main advantage of microwave heating is an inertia-free temperature control technique. On the example of the methyl methacrylate polymerization process in bulk with the layer thickness of 6mm, the allowable in the height temperature drop was established, which approaches a remote the reactor mode close to the isothermal one. To realize the polymerization process due to an assigned found program that guarantees the significant shortening of the polymerization time in close to isothermal reactor temperature mode, a control system has been proposed. The system provides a smooth in time microwave power alteration, and also the stepped alteration of the coolant temperature.

Keywords: methyl methacrylate, polymerization in bulk, microwave heating, reactor, temperature mode, temperature drop, program control, control system