

Экструзия – процесс получения из исходного полимерного материала (в виде гранул, порошка или расплава) изделия заданной формы путём непрерывного продавливания расплава полимера через формующую головку с последующим охлаждением изделия. Экструзией получают листы, трубы, плёнки, прокладки, поручни для лестниц и другие профили. Метод экструзии применяется так же для нанесения полимерной изоляции на провода и кабели, для покрытия полимерными материалами бумаги, картона, фольги и т.п. Получение гранулированных пластмасс, моноволокон, сеток также основано на экструзии расплавов полимеров.

Основными параметрами экструзии являются: температура расплава в цилиндре и формующей головке; давление расплава в головке; частота вращения червяка. Режим экструзии зависит от многих факторов: вид термопласта, его молекулярной массы, состава композиционного материала; от вида, размеров и конфигурации изделия; от типа используемого оборудования.

При выборе температурного режима экструзии рекомендуется температуру цилиндра повышать от загрузочной зоны к головке по возможности плавно. Температуру вблизи загрузочного бункера задают на 10...15⁰С выше температуры плавления материала. Температура формующей головки может быть равна или ниже на 5...10⁰С температуры цилиндра последней зоны, что способствует улучшению гомогенизации расплава.

Давление расплава в головке обуславливается сопротивлением головки и фильтрующих сеток и способствует высокому качеству перемешивания расплава. Недостаточное давление расплава приводит к различным дефектам экструдата: «оспины» на поверхности листов, шероховатость на трубах, раковины, тусклая поверхность, снижение механических свойств изделия.

Частота вращения червяка определяет производительность экструзионного процесса и влияет на качество изделия. С увеличением частоты вращения червяка в расплаве за счёт внутреннего трения возникают большие тепловыделения, что может быть причиной деструкции материала, снижающей физико-механические характеристики изделия, или привести к пульсирующему режиму течения материала. Отмеченное обуславливает огрубление, бугристость поверхности экструдата, снижающие качество изделия.

Производительность определяется с учетом протяженности зоны формования:

$$P_t = \frac{k \cdot \varphi \cdot n}{k + \beta + \gamma},$$

где k – общий коэффициент сопротивления оформляющей головки

φ – константа прямого потока, м^3

β – константа обратного потока, м^3

γ – константа потока утечек, м^3

n – частота вращения червяка, с^{-1}

Расчет константы прямого потока по формуле:

$$\varphi = \frac{\pi \cdot m \cdot D_v \cdot \cos^2 \alpha \cdot \left(\frac{t}{m} - e\right) \cdot h}{2},$$

где α – угол наклона винтовой линии

m – число заходов червяка, принимается $m=1$.

Расчет угла наклона винтовой линии по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{t}{2\pi R}$$

$$\alpha = \arctg \frac{0,075}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,04} = 17,65^\circ$$

$$\varphi = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 0,082 \cdot \cos^2 17,65 \cdot \left(\frac{0,075}{1} - 0,007\right) \cdot 0,007}{2} = 5,05 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Расчет константы обратного потока по формуле:

$$\beta = \frac{m \cdot \left(\frac{t}{m} - e\right) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot h}{12 \cdot L},$$

где L – протяженность зоны формования экструзионной головки $L = 0,215 \text{ м}$.

$$\beta = \frac{1 \cdot \left(\frac{0,075}{1} - 0,007 \right) \cdot \cos 17,65 \cdot \sin 17,65 \cdot 0,007}{12 \cdot 0,215} = 3,73 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Расчет константы потока утечек по формуле:

$$\gamma = \frac{\pi^2 \cdot D_v \cdot \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{10 \cdot L \cdot e},$$

где L – протяженность зоны формирования экструзионной головки L = 0.215 м.

$$\gamma = \frac{3,14^2 \cdot 0,08 \cdot 0,001^3 \cdot \operatorname{tg} 17,65^\circ}{10 \cdot 0,215 \cdot 0,007} = 1,67 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

Таким образом

$$\Pi_T^i = \frac{1,82 \cdot 10^{-5} \cdot 5,05 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5}{1,82 \cdot 10^{-5} + 3,73 \cdot 10^{-6} + 1,67 \cdot 10^{-8}} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$$

При плотности материала $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$

$$\Pi_T = 3600 \cdot \Pi_T^i \cdot \rho.$$

$$\Pi_T = 3600 \cdot 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot 950 = 7,17 \text{ кг/час}$$