

УДК 678.023

РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ФОРМЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАКАНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛАТЕКСА

**Н.В. Амелина, А.С. Кульбашный,
А.С. Клинков, В.Г. Однолько**

*ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент д-р техн наук, профессор В.А. Ванин

Ключевые слова и фразы: качество маканых изделий; латекс; разнотолщинность; сила поверхностного натяжения, скорость погружения.

Аннотация: Рассмотрен процесс движения формы при производстве маканых изделий из латекса. Получено уравнение, которое позволяет определить требуемую скорость погружения форм с целью получения заданного качества маканых изделий.

При изготовлении маканых резиновых изделий из латекса значительной проблемой является получение пленки равномерной толщины. Однако получить такую пленку нельзя из-за самого принципа макания. Поэтому в практике применяются различные движения формы после извлечения (или манипуляции) для того, чтобы латекс равномерно растекался по всей форме. Обычно используют поворот форм на 180° или поворот форм с одновременным вращением ее вокруг своей оси.

Кроме разнотолщинности в пленке возникают пузыри, отеки, что приводит к браку изделия. Причиной возникновения пузырей является повышенная или скачкообразная скорость введения формы в латекс. При быстром погружении формы, особенно в момент контакта ее с поверхностью жидкости, возникает ударная волна и быстрое перемещение жидкости вверх противоположно движению формы с последующим распространением волны по поверхности. Быстрый подъем латекса в форме и образование волны приводит к изменению профиля мениска у формы (вместо вогнутого образуется выпуклый) и захвату воздуха между формой и латексом,

Амелина Наталья Валерьевна – кандидат технических наук, учебный мастер, профлиней при ТГТУ; Кульбашный Антон Сергеевич – аспирант кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство»; Клинков Алексей Степанович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство», e-mail: polymers@asp.tstu.ru; Однолько Валерий Григорьевич – кандидат технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», e-mail: docc@asp.tstu.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов.

который в виде пузырьков застревает в пленке, и после получения изделия на их месте возникают отверстия или резкие утончения.

Физическая картина течения жидкости при погружении в нее тела связана, с одной стороны, движением ее вниз и в стороны, а с другой – действием реакции этой жидкости, которая направлена вверх.

Вытесняемая жидкость устремляется навстречу погружаемому телу, увеличивая его смоченную поверхность и образуя по бокам некоторый подъем (подпор), переходящий к самой границе поверхности удара (граница соприкосновения тела с жидкостью) в брызговые струи. Образование брызг еще больше увеличивает вероятность захвата воздуха и возникновения пузырей. Отеки и разнотолщинность связаны с повышенной скоростью подъема формы после макания. В этом случае от скорости подъема зависит количество латекса, захваченного формой.

Рассмотрим явления, возникающие в начальный момент погружения формы (рис. 1). Изменение формы мениска, а также вероятность возникновения волны и брызг связаны, с одной стороны, давлением жидкости на свободную поверхность за счет ударного импульса при погружении формы, а с другой – тормозящим действием силы поверхностного натяжения.

Сила воздействия на жидкость со стороны формы [1]

$$\mathfrak{R}_1 = v \frac{dm}{d\tau}, \quad (1)$$

где v – скорость опускания формы в латекс, м/с; m – масса жидкости, которой сообщается энергия, равная вытесненной массе при погружении, кг.

Масса вытесняемой жидкости

$$dm = \rho dV, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; V – объем вытесняемой жидкости, м³.

$$V = \frac{1}{2} \pi y^2 (3R - y); \quad (3)$$

$$dV = \frac{3}{2} \pi y (2R - y) dy; \quad (4)$$

$$\mathfrak{R}_1 = v \frac{3}{2} \pi \gamma (2R - y) \frac{dy}{d\tau}, \quad (5)$$

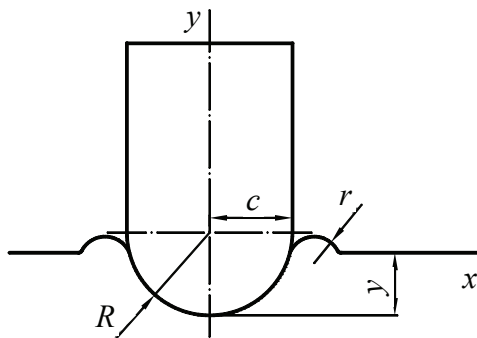


Рис. 1. Схема погружения формы в латекс

так как $\frac{dy}{d\tau} = v$, то

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{3}{2} \pi \rho y (2R - y) v^2, \quad (6)$$

где y – глубина погружения сферической части формы, м; R – радиус сферы, м.

Давление в жидкости под формой при погружении

$$P = \frac{\mathfrak{R}_1}{f}, \quad (7)$$

где $f = \pi c^2$; $c = \sqrt{2Ry - y^2}$; c – радиус сферы по сечению формы свободной поверхности жидкости, м;

$$P = \frac{3}{2} \rho v^2. \quad (8)$$

Это давление надо скомпенсировать давлением на мениске за счет сил поверхностного натяжения и веса жидкости под мениском. Условием отсутствия всплеска и брызг является $P_1 \geq P$.

Сила поверхностного натяжения

$$\mathfrak{R}_2 = 2\pi r \sigma, \quad (9)$$

где r – радиус мениска, м; σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

Вес жидкости в объеме полутора

$$G = \gamma \pi^2 (c + r) = \gamma \pi^2 \left(\sqrt{2Ry - y^2} + r \right) r^2; \quad (10)$$

$$\mathfrak{R}_3 = \mathfrak{R}_2 + G = 2\pi \gamma \sigma + \gamma \pi^2 \left(\sqrt{2Ry - y^2} + r^2 \right); \quad (11)$$

$$P_1 = \frac{\mathfrak{R}_2}{f_1}, \quad (12)$$

где γ – объемный вес жидкости, н/м³; f_1 – площадь тора в сечении,

$$f_1 = \pi(R + 2r) - \pi R^2 = 4\pi r(R + r); \quad (13)$$

$$P_1 = \frac{2\pi r \sigma + \gamma \pi^2 \left(\sqrt{2Ry - y^2} \right) r^2}{4\pi \gamma (R + r)}. \quad (14)$$

Из условия (4) скорость погружения

$$v_0 \leq \sqrt{\frac{\left[2\sigma + \pi \gamma r \left(\sqrt{2Ry - y^2} + r \right) \right]}{6\rho(R + r)}}. \quad (15)$$

В момент касания формы свободной поверхности при $y = 0$ скорость

$$v_0 \leq \sqrt{\frac{2\sigma + \pi \gamma r^2}{6\rho(R + r)}}. \quad (16)$$

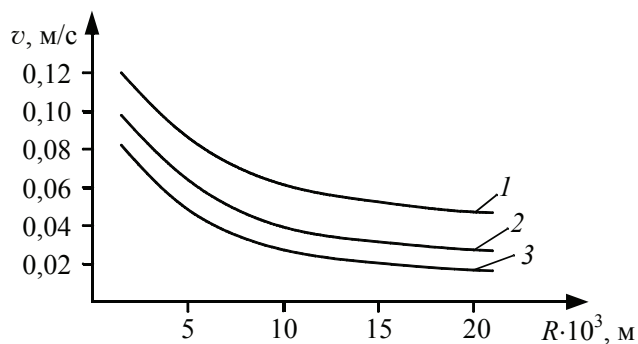


Рис. 2. Зависимости скорости погружения формы в латекс от радиуса формы и поверхностного натяжения:
 $1 - r = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \sigma = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}; 2 - r = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \sigma = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м};$
 $3 - r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \sigma = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$

На рис. 2 приведены графические зависимости скорости погружения формы в латекс, рассчитанные по формуле (16). В регламентах на изготовление маканых изделий скорость опускания форм колеблется в очень широких пределах, от 8 до 30 мм/с. Этот разброс объясняется тем, что основные физические свойства латексных смесей для различных изделий отличаются по своим значениям. Формула (16) дает возможность для каждого конкретного изделия и свойств латексной смеси определить требуемую скорость погружения форм с целью получения требуемого качества.

Список литературы

1. Повх, И.Л. Техническая гидромеханика / И.Л. Повх. – Л. : Машиностроение, 1969. – 524 с.

Modes of Mould Motion in Production of Dipped Articles from Latex

N.V. Amelina, A.S. Kulbashniy, A.S. Klinkov, V.G. Odnolko

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: latex; loading speed; quality of dipped articles; surface tension force; variation in thickness.

Abstract: The paper studies the process of mould motion in the course of the production of dipped articles from latex. The equation enabling to determine the required loading speed of the moulds to manufacture the given amount of dipped articles is produced.

© Н.В. Амелина, А.С. Кульбашный,
 А.С. Клинков, В.Г. Однолько