

УДК: 621.744.002

А.Т. Мамедов, Ф.Ф. Мамедов, Н.Г. Поладов

УСЛОВИЯ ПРИЛИПАЕМОСТИ СЛОЯ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ С МОДЕЛЬЮ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Аннотация. Определены два условия неприлипаемости формовочной смеси к поверхности модели литейной формы, для их обеспечения получены математические выражения. Определены коэффициенты отношения сил адгезии и когезии смеси и модели в различных координационных числах, найдена степень упаковки зерен наполнителя формовочной смеси в зависимости от этих коэффициентов.

Ключевые слова: формовочная смесь, модель литейной формы, координационное число, прилипаемость, наполнитель.

Анотация. Визначено дві умови нелипкості формувальної суміші до поверхні моделі ливарної форми. Для забезпечення цього виведено математичні вирази. Визначено коефіцієнти відношення сил адгезії й когезії суміші й моделі в різних координаційних числах, знайдено ступінь упаковки зерен наповнювача формувальної суміші залежно від цих коефіцієнтів.

Ключові слова: формувальна суміш, модель ливарної форми, координаційне число, липкість, наповнювач.

Annotation. In two cases, to determine the conditions not slidenote molding material mixture model forms derived mathematical formula to ensure their implementation. When different coordination numbers determined ratio adhesion and cohesion forces of the model mixture and, depending on their degree of packing defined filler particle mixture.

Key words: form, a mixture of a mathematical formula, packaging, coordination number, not slidenote, filler.

Введение

После уплотнения формовочной смеси зерна ее наполнителя соприкасаются с поверхностью модели. После плотного контакта поверхности модели с формой в условиях статического натяжения возникают адгезионные силы между тонким слоем связующего и моделью [1-3]. Этот тонкий слой вместе с частичками кварца может прилипнуть к поверхности модели, что является собой существенную проблему в литейном производстве.

Постановка задачи

Определить условия неприлипаемости формовочной смеси к поверхности модели литейной формы, вывести для их обеспечения математические выражения.

Обсуждение результатов

Объясним условия для избегания этого явления. В момент прилипания возникает активная взаимосвязь между частичкой формовочной смеси, покрытой тонкой пленкой связующего, и поверхностью модели [2; 3]. Адгезионные силы тонкой глинистой пленки к поверхности

модели снижают адгезионные силы на поверхности огнеупорного наполнителя [3; 4].

Для степени упаковки частичек $K=6$ вместо $\sigma_{ад}$ можно записать $(\sigma_{адг} - \sigma_{адг}^{мод})$. Здесь на $\sigma_{адг}^{мод}$ – на предел адгезионной прочности – можно посмотреть в двух случаях:

1. В слое смеси, контактирующего с материалом модели. Здесь также как и в других слоях, упаковка мягкая и соответствует степени упаковки частичек наполнителя с координатным числом $K=6$.

2. В слое смеси, контактирующего с материалом модели. Здесь также как и в других слоях, упаковка плотная и соответствует степени упаковки частичек наполнителя с координатным числом $K=12$.

Получим условия прилипаемости для первого случая. С учетом сказанного выше уравнение 7', приведенное в работе [1], примет вид:

$$\sigma_{см.6} = \pi \left\{ 0,5\sigma_{адг} + \sigma_{коз} \left[\frac{\delta}{d} \left(1 + \frac{\delta}{d} \right) - 2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{d} \right)^2 \left(\frac{\phi}{180} - \frac{\sin \phi}{\pi} \right) \right] \right\}. \quad (1)$$

В слое же смеси, находящейся вблизи к поверхности модели, будет

$$\sigma_{см6}^{мод} = \pi \left\{ 0,5(\sigma_{адг} - \sigma_{адг}^{мод}) + \sigma_{коз} \left[\frac{\delta}{d} \left(1 + \frac{\delta}{d} \right) - 2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{d} \right)^2 \left(\frac{\phi}{180} - \frac{\sin \phi}{\pi} \right) \right] \right\}. \quad (2)$$

Обозначив, что

$$\frac{\sigma_{см6}}{\sigma_{см6}^{мод}} = a,$$

тогда

$$\sigma_{см6} = a\sigma_{см6}^{мод}$$

или

$$\pi [0,5\sigma_{адг} + \sigma_{коз}(x - 3y)] = a\pi [0,5(\sigma_{адг} - \sigma_{адг}^{мод}) + \sigma_{коз}(x - 2y)].$$

или

$$\sigma_{адг}^{мод} = \frac{a-1}{a} [\sigma_{адг} + 2\sigma_{коз}(x - 2y)]. \quad (3)$$

Отсюда

$$\frac{\sigma_{адг}^{мод}}{\sigma_{адг}} = \frac{a-1}{a} \left[1 + 2 \frac{\sigma_{коз}}{\sigma_{адг}} (x - 2y) \right]. \quad (4)$$

При $\frac{\sigma_{адг}^{мод}}{\sigma_{адг}} \geq 1$ тонкий слой материала связующего будет прилипать к поверхности модели.

Найдем условия для случая неприлипания. Видно, что слипание не будет при следующих условиях:

$$\frac{\sigma_{адг}^{мод}}{\sigma_{адг}} < 1 \quad (a)$$

и

$$\frac{\sigma_{адг}^{мод}}{\sigma_{коз}} < 1. \quad (б)$$

Первое условие (а) показывает, что

$$\frac{a-1}{a} \left[1 + 2 \frac{\sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} (x-2y) \right] < 1.$$

Отсюда получаем:

$$\frac{2 \cdot \sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} (x-2y) < \frac{a-1}{a} - 1$$

или

$$\frac{\sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} > 2(a-1)(x-2y). \quad (5)$$

В рассматриваемом случае коэффициент «а» характеризует адгезионные силы материала модели и определяет возможность использования того или иного материала.

Рассмотрим теперь условия $\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{коз}} < 1$. разделив уравнение (3) на $\sigma_{коз}$ и после преобразований получаем:

$$\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{коз}} = \frac{a-1}{a} \left[\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} + 2(x-2y) \right] < 1$$

или

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < \frac{a-1}{a} - 2(x-2y). \quad (6)$$

В соответствии с указанными выше напишем условия неприлипаемости поверхностных слоев формовочной смеси к модели:

$$\begin{cases} \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < \frac{a}{a-1} - 2(x-2y), \\ \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > 2(a-1)(x-2y). \end{cases} \quad (7)$$

Обозначим кривые

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} = \frac{a}{a-1} - 2(x-2y) - \text{«А»},$$

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} = 2(a-1)(x-2y) - \text{«Б»}.$$

Тогда из условий (7) можно сделать вывод о том, что область прилипания на кривой «А» располагается внизу, в то время как на кривой «Б» сверху (область МЕН на рис. 1, 2 и 3.).

При малых значениях адгезионных сил к поверхности модели (а=1,2) уравнения (5) и (6) примут вид:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} < 6 - 2(x-2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} > 0,4(x-2y).$$

Из графика, приведенного на рис. 1, видно, что для смеси, располагающейся внизу кривой Лясса [4], область разрушения NE находится в пределах $0,009 \leq \frac{\delta}{d} < 1,3$.

С увеличением адгезионных сил ($a=1,5$), действующих на поверхность модели, область неприлипания будет характеризоваться двумя неравенствами:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} < 3 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} > x - 2y.$$

В этом случае область неразрушения NE, расположенная на кривой А.М.Лясса [5; 6], находится в пределах $0,039 \leq \frac{\delta}{d} < 0,82$.

При $a=2$ уравнения (5) и (6) примут вид:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} < 2 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} > 2(x - 2y).$$

В площади неприлипания область неразрушения будет перемещаться вправо и располагаться в пределах $0,092 \leq \frac{\delta}{d} < 0,62$.

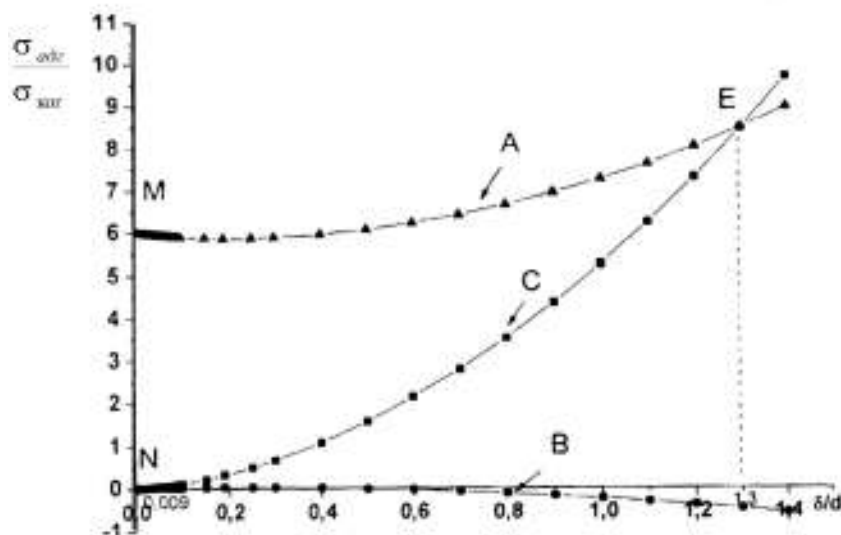


Рисунок 1. – Площадь неприлипания формовочной смеси при $a=1,2$

Из анализ графика, приведенного на рис. 2, видно, что площадь неразрушения смеси NE находится в пределах $0,14 \leq \frac{\delta}{d} < 0$. при «мягкой» упаковке новых частичек с возрастанием влияния сил адгезии происходит уменьшение интервала площади неприлипания.

При $a=2,6$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} < 1,625 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} > 3,2(x - 2y).$$

Дальнейшее повышение адгезионных сил к модели увеличивает коэффициент «а». Например при $a=3$:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} < 1,5 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} > 4(x - 2y).$$

В этом случае площадь прилипания, характеризуемая кривой Лясса, будет находиться пределах $0,17 \leq \frac{\delta}{d} < 0,5$.

При $a=4$ формулы (5) и (6) будет иметь вид:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} < 1,33 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} > 6(x - 2y).$$

Из анализа графика, показанного на рис. 3, видно, что площадь неприлипания NE будет находится в пределах $0,22 \leq \frac{\delta}{d} < 0,455$.

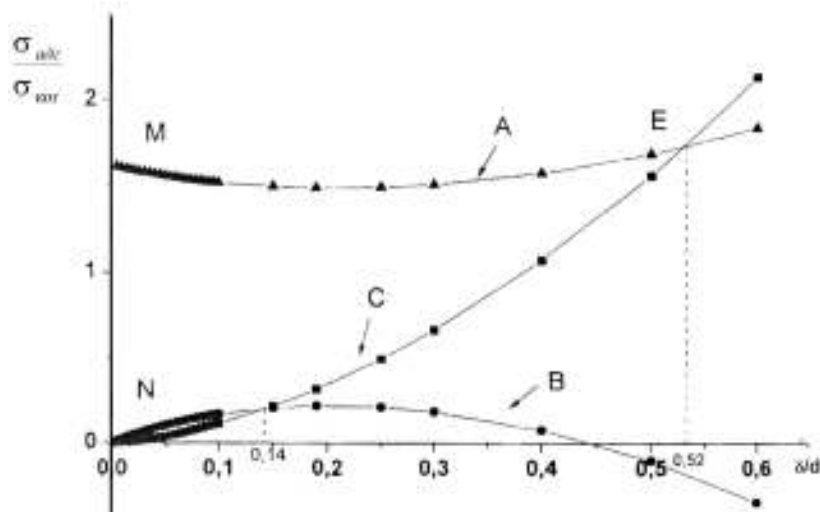


Рисунок 2. – Площадь неприлипания смеси при $a=2,6$

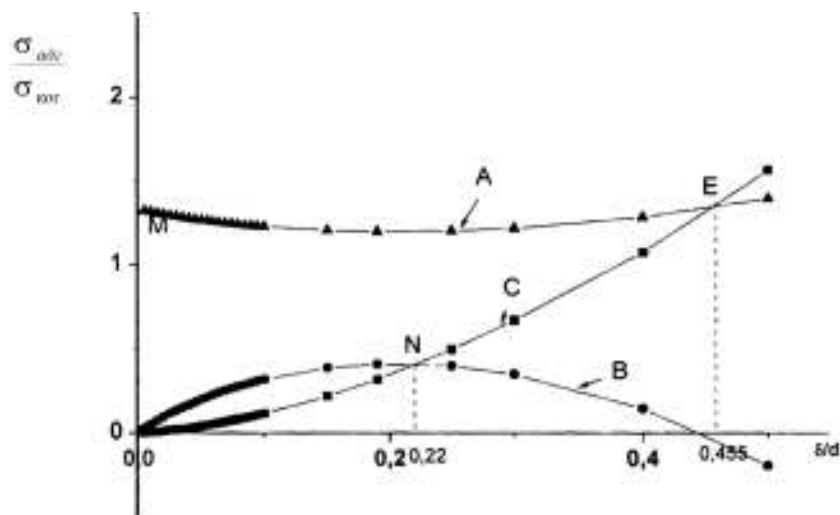


Рисунок 3. – Площадь неприлипания смеси при $a=4$

При $a=6$ формулы (5) и (6) примут следующий вид:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} < 1,2 - 2(x - 2y),$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{коз}} > 10(x - 2y).$$

В этом случае площадь разрушения, находящаяся в площади прилипания, будет находится в пределах $0,28 \leq \frac{\delta}{d} < 0,42$.

Площадь неприлипания зависит от коэффициента «а». С его уменьшением эта область расширяется и, соответственно, увеличивается значение интервала отношения $\frac{\delta}{d}$. Это, в свою очередь, дает возможность расширения диапазона состава формовочной смеси. Например, при $a=6$ и $0,28 \leq \frac{\delta}{d} < 0,42$ смесь не будет разрушаться и прилипать.

$$a=3(0,22 \leq \frac{\delta}{d} < 0,455), a=2,6(0,17 \leq \frac{\delta}{d} < 0,5), a=2(0,039 \leq \frac{\delta}{d} < 0,82),$$

$$a=1,5(0,005 \leq \frac{\delta}{d} < 0,366), a=1,22(0,009 \leq \frac{\delta}{d} < 1,3).$$

Это видно из рис. 1, 2 и 3.

Теперь рассмотрим второй случай, когда все слои смеси имеют плотную упаковку ($K=12$).

Для слоя смеси, находящийся в контакте с материалом модели, уравнение будет иметь вид:

$$\sigma_{см12} = 1,15\pi \left\{ 0,5\sigma_{адг} + \sigma_{коз} \left[\frac{\delta}{d} \left(1 + \frac{\delta}{d} \right) - 3 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{d} \right)^2 \left(\frac{\phi}{180} - \frac{\sin \phi}{\pi} \right) \right] \right\},$$

$$\sigma_{см12}^{mod} = 1,15\pi \left\{ 0,5(\sigma_{адг} - \sigma_{адг}^{mod}) + \sigma_{коз} \left[\frac{\delta}{d} \left(1 + \frac{\delta}{d} \right) - 3 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{d} \right)^2 \left(\frac{\phi}{180} - \frac{\sin \phi}{\pi} \right) \right] \right\}. (8)$$

В соответствии с принятыми обозначениями формулы примут вид:

$$\sigma_{см12} = 1,15\pi [0,5\sigma_{адз} + \sigma_{коз}(x - 3y)], \quad (9)$$

$$\sigma_{см12}^{mod} = 1,15\pi [0,5(\sigma_{адз} - \sigma_{адз}^{mod}) + \sigma_{коз}(x - 3y)]. \quad (10)$$

Здесь $\sigma_{см12}^{mod}$ – предел прочности соля, находящегося в контакте с моделью; $\sigma_{см12}$ – предел прочности других слоев.

Обозначим, что:

$$\frac{\sigma_{см12}}{\sigma_{см12}^{mod}} = a$$

тогда

$$\sigma_{см12} = a \cdot \sigma_{см12}^{mod}.$$

Для определения площади прилипания преобразует последние равенства:

$$1,15 [0,5\sigma_{адз} + \sigma_{коз}(x - 3y)] = 1,15 \cdot a \cdot \pi [0,5(\sigma_{адз} - \sigma_{адз}^{mod}) + \sigma_{коз}(x - 3y)].,$$

$$0,5\sigma_{адз} + \sigma_{коз}(x - 3y) = 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{адз} - 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{адз}^{mod} + a \cdot \sigma_{коз}(x - 3y),$$

$$0,5a \cdot \sigma_{адз}^{mod} = 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{адз} + a \cdot \sigma_{коз}(x - 3y) - 0,5\sigma_{адз} - \sigma_{коз}(x - 3y),$$

$$0,5a \cdot \sigma_{адз}^{mod} = 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{адз} + a \cdot \sigma_{коз}(x - 3y) - 0,5\sigma_{адз} - \sigma_{коз}(x - 3y),$$

$$\sigma_{адз}^{mod} = \sigma_{адз} + 2 \cdot \sigma_{коз}(x - 3y) - \frac{\sigma_{адз}}{a} - \frac{2 \cdot \sigma_{коз}(x - 3y)}{a},$$

$$\sigma_{адз}^{mod} = 1 + \frac{2 \cdot \sigma_{коз}(x - 3y)}{\sigma_{адз}} - \frac{1}{a} \cdot 1 + \frac{2 \cdot \sigma_{коз}(x - 3y)}{a \cdot \sigma_{адз}},$$

$$\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{адз}} = \frac{a - 1}{a} + \frac{2\sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} \left[(x - 3y) - \frac{(x - 3y)}{a} \right],$$

$$\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{адз}} = \frac{a - 1}{a} + \frac{2\sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} \cdot \frac{a - 1}{a} (x - 3y). \quad (11)$$

При $\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{адз}} \geq 1$ будет происходить прилипание к модели тонкого слоя

связующего. Найдем условия для случая отсутствия прилипания. Видно, что прилипания не будет при следующих условиях:

$$\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{адз}} < 1 \quad (a)$$

и

$$\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{коз}} < 1. \quad (б)$$

Рассмотрим первое условие неприлипания $-(\frac{\sigma_{адз}^{mod}}{\sigma_{адз}} < 1)$. Из формулы (11)

видно, что:

$$\frac{a - 1}{a} \left[1 + \frac{2\sigma_{коз}}{\sigma_{адз}} (x - 3y) \right] < 1, \quad \left(\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} \right) > 0.$$

После преобразований получим:

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > 2(a-1)(x-3y). \quad (12)$$

Используя это уравнение, изменим второе условие неприлипаемости:

$$\frac{\sigma_{адз}^{мод}}{\sigma_{адз}} = \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} + 2(x-3y) - \frac{2(x-3y)}{a} < 1, \quad (13)$$

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < \frac{a}{a-1} - 2(x-3y). \quad (14)$$

Таким образом, условия неприлипания выражаются следующим неравенствами:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < \frac{a}{a-1} - 2(x-3y), \\ \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > 2(a-1)(x-3y). \end{aligned} \quad (15)$$

Площадь неприлипаемости будет располагаться между кривыми, описываемыми уравнениями:

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} = \frac{a}{a-1} - 2(x-3y), \quad (A)$$

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} = 2(a-1)(x-3y). \quad (B)$$

При $a=1,2$ площадь неприлипаемости выражается неравенствами:

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < 6 - 2x + 6y, \quad \frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > 0,4x - 1,2y.$$

Площадь неразрушения на рис. 4 существует на площади неприлипания в пределах $0,005 \leq \frac{\delta}{d} < 0,75$.

При $a=1,5$ площадь неприлипаемости выражается неравенствами:

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < 3 - 2x + 6y,$$

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > x - 3y.$$

При $a=1,5$ и площади неприлипания формовочной смеси площадь неразрушения смеси NE находится в площади прилипания пределах $0,005 \leq \frac{\delta}{d} < 0,45$.

Находим площадь неприлипания при $a=2$:

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} < 2 - 2x + 6y,$$

$$\frac{\sigma_{адз}}{\sigma_{коз}} > 2x - 6y.$$

В это время площадь неприлипания находится в пределах $0,005 \leq \frac{\delta}{d} < 0,33$, а кривая Лясса ограничивается (с).

При $a=2,6$ площадь неприлипания выражается неравенствами:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} < 1,625 - 2x + 6y,$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} > 3,2x - 9,6y.$$

$a=2,6$ площадь неразрушения находится в пределах $0,005 \leq \frac{\delta}{d} < 0,28$ (рис.5).

Найдем площадь неприлипания при $a=3$:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} < 1,5 - 2x + 6y,$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} > 4x - 12y.$$

При $a=3$ площадь неразрушения смеси находится в площади неприлипания в пределах $0,009 \leq \frac{\delta}{d} < 0,26$.

При $a=4$ площадь неприлипаемости смеси описывается следующими неравенствами:

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} < 1,33 - 2x + 6y,$$

$$\frac{\sigma_{адг}}{\sigma_{ког}} > 6x - 18y.$$

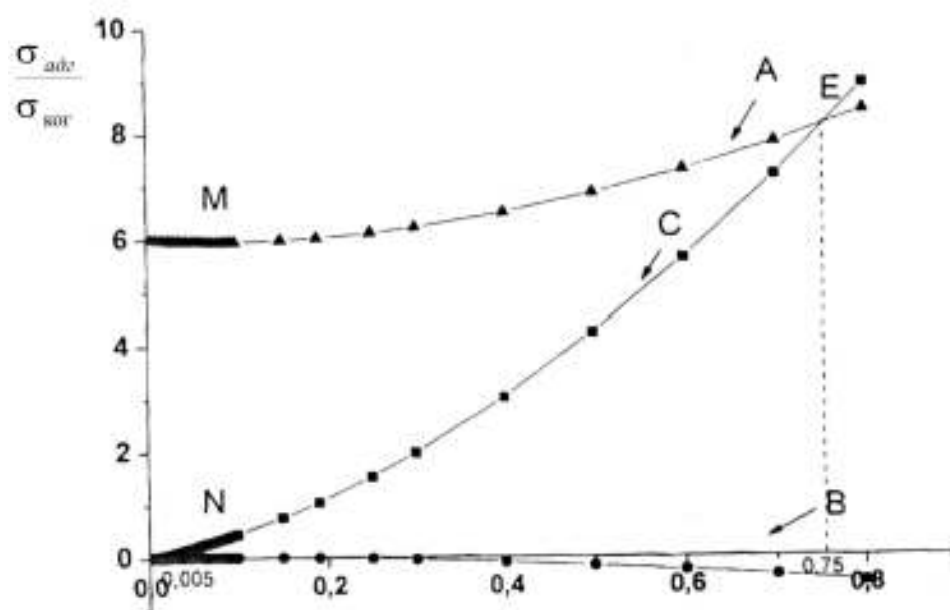


Рисунок 4. – Площадь неприлипания формовочной смеси при $a=1,2$

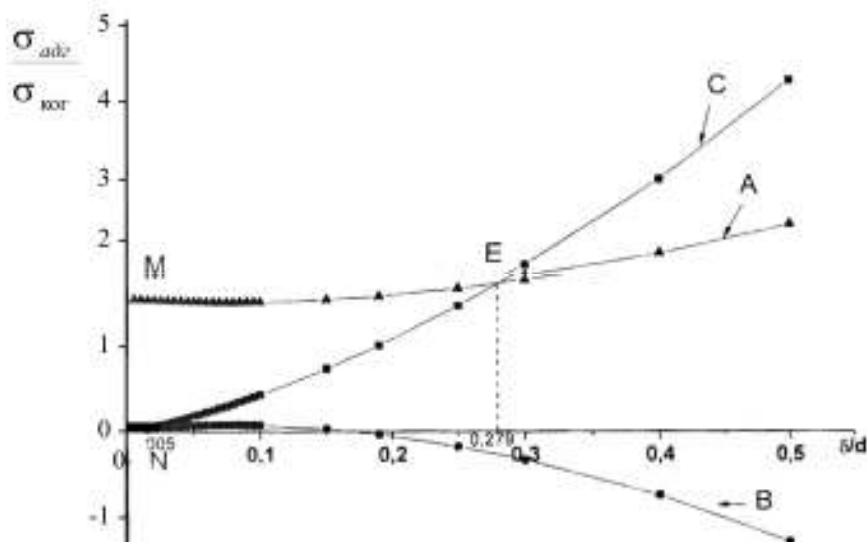


Рисунок 5. – Площадь неприлипания формовочной смеси при $a=2,6$

Таблица

Площадь неразрушения смеси в площадях неприлипания

Коэффициент «а»	Площадь неразрушения NE в площади неприлипания для δ/d	
	K=6	K=12
1,2	$0,09 \leq \delta/d < 1,3$	$0,005 \leq \delta/d < 0,75$
1,5	$0,039 \leq \delta/d < 0,82$	$0,005 \leq \delta/d < 0,45$
2,0	$0,092 \leq \delta/d < 0,62$	$0,005 \leq \delta/d < 0,33$
2,6	$0,14 \leq \delta/d < 0,52$	$0,005 \leq \delta/d < 0,28$
3,0	$0,17 \leq \delta/d < 0,5$	$0,009 \leq \delta/d < 0,26$
4,0	$0,22 \leq \delta/d < 0,45$	$0,029 \leq \delta/d < 0,23$
6,0	$0,28 \leq \delta/d < 0,42$	$0,062 \leq \delta/d < 0,22$

Из рис. 6 видно, что при $a=4$ площадь неразрушения смеси находится в площади неприлипания в пределах $0,14 \leq \frac{\delta}{d} < 0,52$.

Таким образом, сравнивая площади, можно выявить, что с уменьшением предела адгезионной прочности к материалу модели и соответственно значением коэффициента «а» увеличивается площадь неразрушения, выражается кривой NE. И увеличивается число рецептов формовочных смесей, зависящих от отношения $\frac{\delta}{d}$.

С целью определения прилипаемости песчано-глинистой смеси к поверхности модели необходимо для различных рецептур определить значение отношения $\frac{\delta}{d}$.

Для этого А. М. Лясс предлагает формулу

$$\frac{\delta}{d} = \frac{Q_*}{6\rho}$$

где $\Gamma_{св} = m_{св}/V_{св}$ – масса связующего в единице объема смеси;

$\rho_{св} = \frac{m_{св}}{V_{св}}$ – плотность связующего, T/m^3 .

Предложенную формулу можно представить в виде отношений масс компонентов, входящих в состав смеси:

$$\frac{\delta}{d} = \frac{m_{св}}{6V_{св} \frac{m_{св}}{V_{св}}} = \frac{V_{св}}{6V_{св}}, \quad (16)$$

где $V_{св} - \rho_{св}$ – объем следующего, имеющего плотность.

$$V_{см} = V_{гл} + V_{вода}$$

$V_{гл}$ – объем глины, имеющей плотность $\rho_{гл}$;

$V_{вода}$ – объем воды, имеющей плотность $\rho_{вода}$;

$V_{см}$ – объем смеси, имеющей плотность $\rho_{см}$.

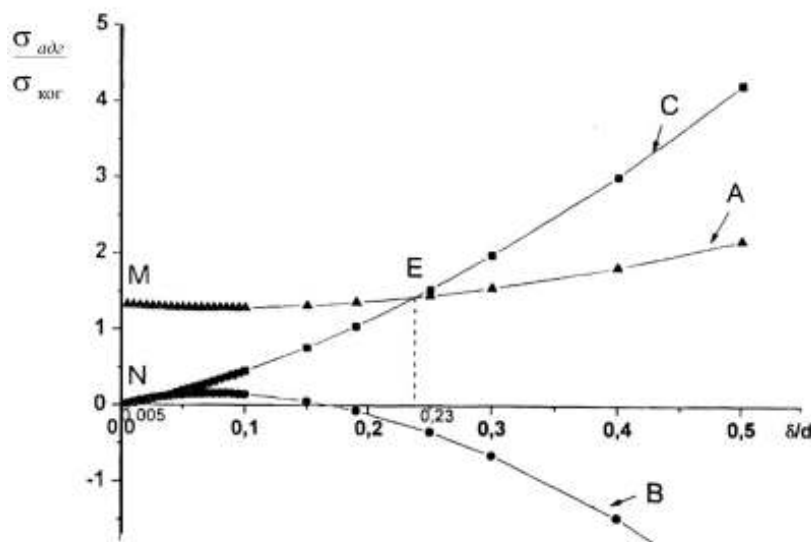


Рисунок 6. – Площадь неприлипаемости формовочной смеси при $a=3$

$$V_{см} = V_{пес} + V_{гл} + V_{вода},$$

$V_{пес}$ – объем песка, имеющего плотность $\rho_{пес}$.

Возьмем наиболее применяемые рецептуры песчано-глинистых смесей для влажных форм и определим для них отношение $\frac{\delta}{d}$ для различных

степеней упаковки. Согласно Б. Б. Гуляеву [2] для огнеупорного наполнителя плотностью $2,65 \text{ Т/м}^3$, зерна которого кубически упакованы ($K=6$), пористость составляет $0,467$, а плотность $1,3 \text{ Т/м}^3$. При плотной упаковке ($K=12$) пористость составляет $0,259$, а плотность $1,85 \text{ Т/м}^3$.

Рецептура песчано-глинистой смеси показана ниже, масс. %: кварцевый песок (огнеупорный наполнитель) – 90; глина огнеупорная – 5; вода – 5.

Для кубически упакованных зерен ($K=6$) получим:

$$V_{\text{пес}} = \frac{0,9 \cdot m}{1,3} = 0,69 \cdot m;$$

$$V_{\text{гл}} = \frac{0,05 \cdot m}{2,5} = 0,02 \cdot m;$$

$$V_{\text{вода}} = \frac{0,05 \cdot m}{1,0} = 0,05 \cdot m.$$

$$V_{\text{см}} = (0,69 + 0,02 + 0,05) \cdot m = 0,76 \cdot m.$$

Здесь m – масса смеси, Т.

Подставляя полученные значения в формулу (16) получим:

$$\frac{\delta}{d} = \frac{V_{\text{доб}}}{6V_{\text{см}}} = \frac{(0,02 + 0,05) \cdot m}{6 \cdot 0,76m} = 0,0153.$$

Аналогично для $K=12$ получим:

$$V_{\text{пес}} = \frac{0,9 \cdot m}{1,85} = 0,48 \cdot m;$$

$$V_{\text{гл}} = \frac{0,05 \cdot m}{2,5} = 0,02 \cdot m;$$

$$V_{\text{вода}} = \frac{0,05 \cdot m}{1,0} = 0,05 \cdot m.$$

$$V_{\text{см}} = (0,48 + 0,02 + 0,05) \cdot m = 0,55 \cdot m.$$

Тогда:

$$\frac{\delta}{d} = \frac{V_{\text{доб}}}{6V_{\text{см}}} = \frac{(0,02 + 0,05) \cdot m}{6 \cdot 0,5m} = 0,0201$$

Из таблицы следует, что формовочная смесь будет прилипать к поверхности модели в случае $a=1,2$ и малых значениях адгезионных сил.

Для плотной пирамидальной упаковки ($k=12$) и $\frac{\delta}{d}=0,0201$ неприлипание смеси не будет при $a=1,2 \div 3$.

Вторая рецептура смеси, масс. %:

– кварцевый песок (огнеупорный наполнитель) – 85;

– огнеупорная глина – 10;

– вода – 5.

При кубической упаковке ($K=6$) отношение $\frac{\delta}{d}=0,02$, и аналогично при

($K=12$) $\frac{\delta}{d} = 0,037$. Сравнивая полученные результаты с условиями

неприлипания, можно определить, что при кубической упаковке зерен наполнителя заданной песчано-глинистой смеси. Она не будет прилипать к модели при $a=1,2$, т.е. в интервале $(0,009 \leq \frac{\delta}{d} = 1,3)$.

В случае пирамидальной плотной упаковки отношение $\frac{\delta}{d} = 0,02$ попадает в интервал площади неприлипания $A=1,2-3$. таким образом, повышая плотность упаковки зерен смеси можно повышать ее плотность и соответственно уменьшать возможность прилипания к поверхности оснастки.

Рассмотрим случай для смеси следующего состава, масс. %: кварцевый песок (огнеупорный наполнитель) – 80; огнеупорная глина – 12; вода – 8.

Проведенные расчеты показывают, что отношение толщины пленки к диаметру зерен для кубической упаковки ($K=6$) составляет $\frac{\delta}{d} = 0,0287$, а

для пирамидальной упаковки ($K=12$) – $\frac{\delta}{d} = 0,038$.

Сравнивая эти цифры с табличными, можно отметить, что формовочная смесь не будет прилипать к поверхности модели только в случае малых адгезионных сил, т.е. при $K=6$, $a=1,2$ и $K=12$, $a=12,-4$.

Выводы

1. Повышая плотность упаковки зерен формовочной смеси от $K=6$ до $K=12$ при высоких адгезионных силах, можно увеличить число случаев неприлипания смеси к поверхности модельной оснастки даже при значениях коэффициента $a=4$.

2. Уменьшение адгезионных сил к поверхности модели, можно достигнуть использованием соответствующих материалов для модели и покрытий, уменьшающих коэффициент «а», повышением степени упаковки зерен формовочной смеси, а также повышением ее прочностных показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васин Ю. П. Прилипаемость формовочных смесей к оснастке / Ю. П. Васин. – Процессы литья. – 1993. – №2. – С. 129-134.
2. Гуляев Б. Б. Формовочные процессы / Б. Б. Гуляев, О. А. Корнюшкин, А. В. Кузин. – Л. : Машиностроение, 1987. – 264 с.
3. Баландин Г. Ф. Основы формирования отливки / Г. Ф. Баландин. – М. : Машиностроение, 1979. – 335 с.
4. Лясс А. М. Быстротвердеющие формовочные смеси / А. М. Лясс. – М. : Машиностроение, 2005. – 329 с.
5. Жуковский С. С. Прочность литейной формы / С. С. Жуковский. – М. : Машиностроение, 2002. – 288 с.
6. Исмаилов Н. Ш. Литейные формы из местных материалов / Н. Ш. Исмаилов. – Баку : Элм, 2007. – 230 с.