

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

А. С. Григор¹, В. А. Марков¹, С. Ю. Ковылин²

¹ Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

² ОП ООО «Полимет», г. Тольятти, г. Барнаул, Россия

В работе проведен анализ существующих методик для определения прилипаемости. Разработано устройство, с помощью которого исследована зависимость прилипаемости стержневых смесей в зависимости от состава смесей и от вида покрытий. Разработаны способы приготовления фосфатных покрытий из технических материалов.

Ключевые слова: стержневая смесь, прилипаемость, адгезия

RESEARCH OF ADHESIVE PROPERTIES OF ROD MIXES

A. S. Grigor¹, V. A. Markov¹, S. Yu. Kovylin²

¹ Altai State Technical University, Barnaul, Russia

² OP ООО «POLIMET», Togliatti, Barnaul, Russia

In work the analysis of the existing techniques for definition of a prilipayemost is carried out. The device by means of which the dependence of a prilipayemost of rod mixes depending on composition of mixes and from a type of coverings is investigated is developed. Ways of preparation of phosphatic coverings from technical materials are developed.

Ключевые слова: rod mix, sticking, adhesion

В настоящее время не существует стандартной методики для определения такого весьма важного с точки зрения получения качественной отливки технологического свойства смесей, как прилипаемость. Многообразие методик для оценки прилипаемости различными исследователями делает необходимым проведение анализа этих методик с целью выявления наиболее пригодных.

Колачёв О. В. [1] определяет прилипаемость количеством зерен, прилипших к испытываемой поверхности при уплотнении смеси в стандартных условиях, данная методика позволяет определить количество прилипшей смеси и тем самым позволяет оценить величину дефектов на поверхности стержней и форм. Однако она имеет существенный недостаток – необходимость взвешивания прилипшей смеси, всего образца или оснастки, применяемой при определении прилипаемости. Возможность осыпания смеси с поверхности оснастки, испарение воды и связующих

делает необходимым уменьшение времени испытания до минимума.

В соответствии с методикой предложенной Бергом П. П. прилипаемость характеризуется числом стержней получаемых в оснастке без протирки его специальными материалами. Данная методика позволяет определять прилипаемость конкретного стержня и не позволяет вывести общий показатель прилипаемости, позволяющий характеризовать данное свойство других смесей, изготавливаемых в иных условиях. Это связано с тем, что прилипаемость зависит не только от свойств смесей, но и от состояния поверхности оснастки и от её материала.

В соответствии с методом, предложенном Гроссманом [1] прилипаемость определяется величиной усилия отрыва образца смеси от стенок гильзы (рисунок 1). Гильза с конусностью 1:10 изготавливается из металла, дерева или пластмасс. Достоинством данного метода является простота конструкции устройства для испытания. Кроме того, с по-

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

мощью данного устройства, можно получать в различных условиях сравнимые результаты исследования прилипаемости смесей. Недостатками метода Гроссмана являются, необходимость взвешивания дробы или песка, низкая точность определения прилипаемости из-за отсутствия автоматического отключения подачи сыпучего груза при выталкивании образца, а также затрудненность нанесения покрытий (плазменное, детонационное и другие) на внутренние поверхности гильзы и их обработка.

Огородов И. К., Кривицкий В. С., Гуляев Б. Б [2] предложили за характеристику прилипаемости принимать отношение $\frac{\sigma_a}{\sigma_k}$, где

σ_a – прочность сцепления смеси со стенками ящика или модели, определяемую по методу Гроссмана;

σ_k – прочность сырой смеси на разрыв.

Величина σ_a определялась на приборе Гроссмана путем определения усилия выталкивания с помощью рычажного прибора модели 051 Усманского завода, используемого для определения прочности сырой смеси. Величина σ_a определялась также путем измерения усилия отрыва пластинки от образца из исследуемой смеси. В первом случае определяется прилипаемость при сдвиге, во втором – при отрыве. Данная методика позволяет судить о прилипаемости к вертикальным и горизонтальным поверхностям технологической оснастки. Применение рычажного прибора модели 051 позволяет устранить необходимость взвешивания сыпучего материала, применяемого для выталкивания образца из гильзы. Однако и данная методика не свободна от недостатков. Невысокая чувствительность прибора модели 051 позволяет исследовать на прилипаемость только глиносодержащие смеси, имеющие достаточно высокую прочность в сыром состоянии. Недостатком методики является также затрудненность нанесения покрытия на внутреннюю поверхность и их обработка.

По методике Левелинка [1] одновременно определяется прилипаемость при сдвиге и при отрыве. Применение данной методики позволяет определить на одном и том же образце прилипаемость смесей к горизонтальным и вертикальным поверхностям технологической оснастки. Уместно отметить, что определяющей является прилипаемость к вертикальным поверхностям оснастки, особенно при наличии достаточно узких и глубоких углублений «карманов» на ней. Следовательно, зачастую не требуется определение

Ползуновский альманах № 4 Т. 5 2017

прилипаемости к горизонтальным поверхностям стержневых ящиков и моделей.

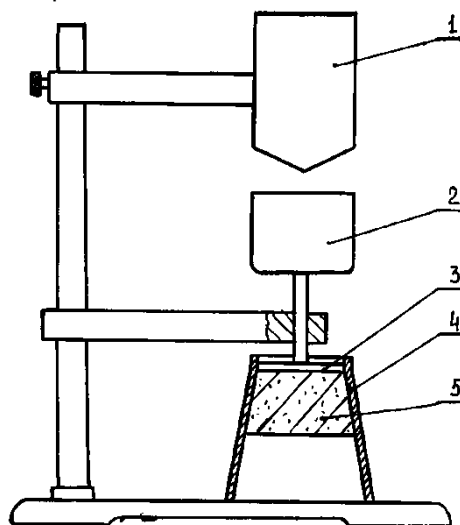


Рисунок 1 – Схема прибора для определения прилипаемости по методу Гроссмана; 1 – воронка с песком или дробью; 2 – приемная воронка; 3 – пуансон; 4 – образец; 4 – гильза с определенной конусностью

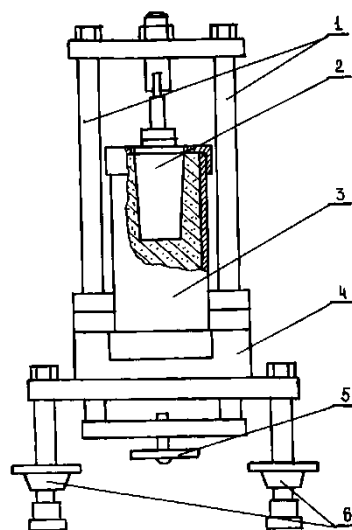


Рисунок 2 – Приспособление для определения прилипаемости смесей: 1 – штанги; 2 – образец; 3 – гильза с уплотненным пакетом смеси; 4 – основание; 5 – поджимной винт; 6 – узел для установки

Недостатком обсуждаемой методики является относительно высокая сложность устройства и затрудненность нанесения и обработки покрытий на внутренние поверхности гильзы.

С учетом особенностей, достоинств и недостатков всех перечисленных методик было сконструировано приспособление для

определения прилипаемости формовочных и стержневых смесей (рисунок 2).

Приспособление разработано для установки на приборе Усманского завода модели 084 М2, используемого для определения механических свойств смесей.

При исследовании прилипаемости использовались образцы в виде конуса, усеченного конуса и в виде диска (рисунок 3). Для заформовывания образца он устанавливался на специальном поддоне. Конструкция поддона обеспечивает фиксацию на нём гильзы. Образец заформовывался тремя ударами копра. Высота и диаметр уплотненного пакета смеси составляет 50 мм.

Сконструированное приспособление работает следующим образом. Гильза 3 с

заформованным образцом 2 устанавливается в корпус 4 приспособления. Наличие в корпусе 4 специальных упоров обеспечивает установку гильзы в определенном месте. После присоединения хвостовика образца 2 к верхнему траверсе приспособление устанавливается на прибор модели 084 М2, используемого для определения механических свойств смесей. Затем с помощью винта 5 выбирается зазор между шаровой поверхностью винта и поршнем прибора модели 084 М2. Показания прибора служили характеристикой прилипаемости смесей к образцу, данное приспособление рекомендовано для определения прилипаемости формовочных и стержневых смесей в литейных вехах.

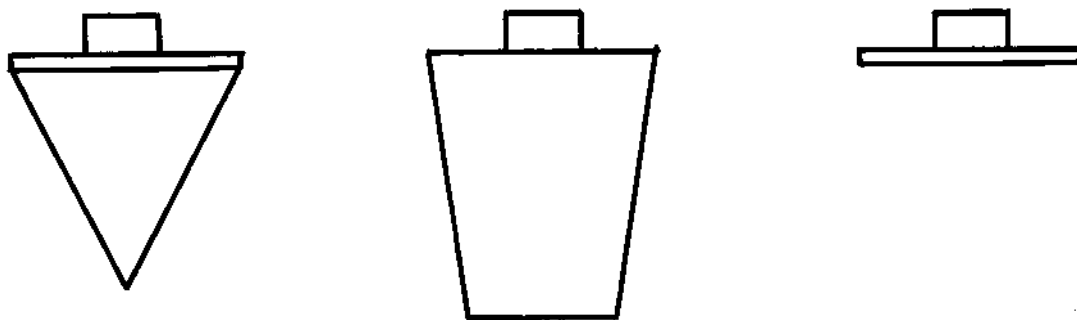


Рисунок 3 – Образцы для определения прилипаемости

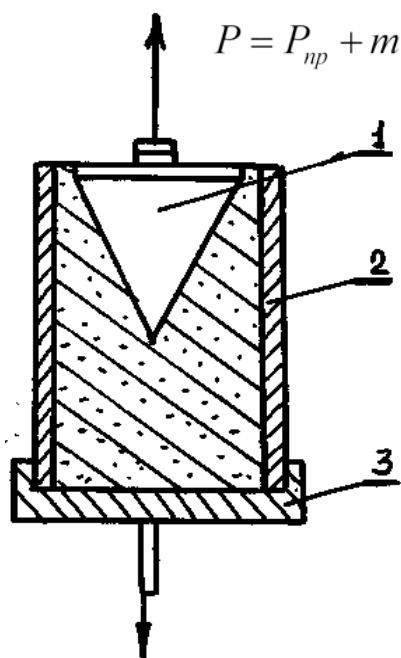


Рисунок 4 – Схема испытания: 1 – образец; 2 – гильза; 3 – поддон; P – показания прибора машины; m – масса образца 1; P_{np} – значения прилипаемости

Для определения влияния состава смесей и состояния поверхности технологической оснастки на прилипаемость необходимо более точное измерение данного технологического параметра. В связи с этим для исследования зависимости прилипаемости от целого ряда факторов была использована разрывная машина модели ZM 4...40 производства Германия, с точностью измерения усилия отрыва образца от формовочной смеси 0,0001 кгс в диапазоне 0...40 кгс.

Схема испытания на машине модели ZM 4...40 приведена на рисунке 4.

Для обеспечения совпадения оси симметрии образца и оси приложения нагрузки для его извлечения из смеси нагружение осуществлялось через тросик или прочную нить, прикрепленную к хвостовику образца 2 и к поддону 3.

Были проведены серии опытов по выявлении характера зависимости прилипаемости от времени выдержки испытуемого образца в смеси, от содержания катализатора в смеси, от количества связующего, от вида покрытия на образцах. Наиболее заметное влияние на прилипаемость стержневых холоднотвердеющих смесей к технологической оснастке

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

оказывают вид покрытия и время выдержки смеси в оснастке (рисунок 5).

Как видно из рисунка 5, прилипаемость увеличивается с увеличением времени выдержки холоднотвердеющей смеси в оснастке. В результате твердения стержневой смеси происходит упрочнение связей смеси с поверх-

ностью оснастки. Это подтверждается также ростом количества трудноудаляемых частиц смеси с поверхности оснастки при увеличении времени выдержки. Следовательно, при отсутствии на поверхности оснастки специальных покрытий необходимо уменьшать время пребывания стержня в стержневом ящике.

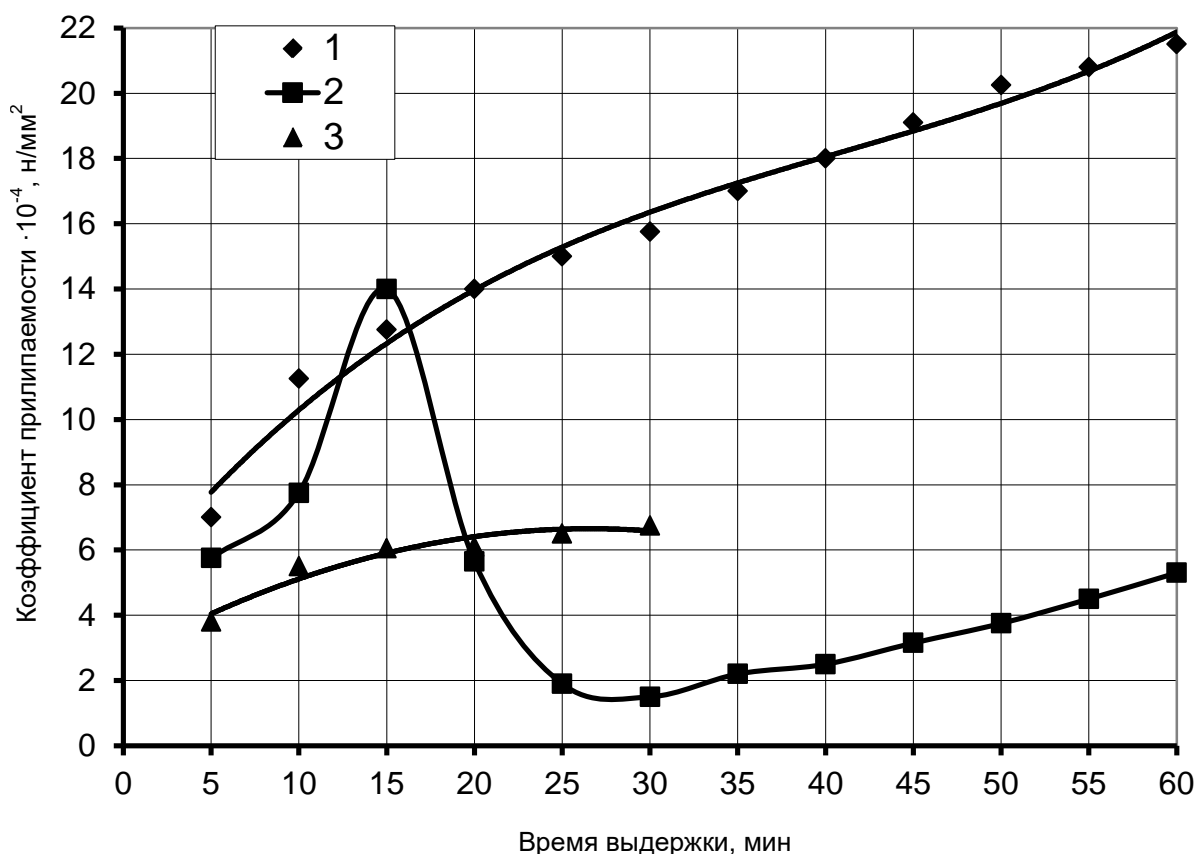


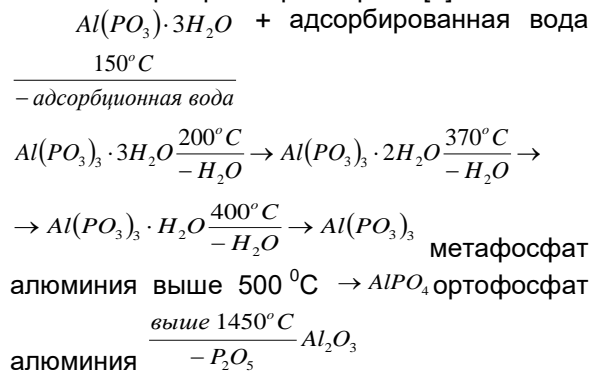
Рисунок 5 – Зависимость коэффициента прилипаемости от времени выдержки и от вида покрытия; 1 – без покрытия; 2 – с покрытием из полиуретанового лака; 3 – с покрытием из фосфатов

Присутствие на поверхности оснастки покрытий обеспечивает значительное снижение прилипаемости смесей. Покрытие из полиуретанового лака отзывает наиболее существенное влияние на снижение прилипаемости при длительной выдержки (20...30 и более минут), а покрытие из фосфатов – при малой выдержке менее 20 минут. Кроме того, следует заметить, что при наличии на поверхности оснастки покрытия зависимость прилипаемости от времени выдержки менее существенна.

В качестве фосфатных покрытий использовались железофосфаты, полученные при взаимодействии ортофосфорной кислоты с окалином и сложные фосфаты, полученные при взаимодействии ортофосфорной кислоты

с хромомagnesитом. Для получения фосфатов окалина и хромомagnesит размалывались и просеивались. Для проведения реакций с ортофосфорной кислотой использовались порошки фракции 0,001 и мельче. Реакции проводились при подогреве смесей ортофосфорной кислоты с порошками до 90 °С. После приготовления однозамещенных растворимых фосфатов они фильтровались и использовались в качестве покрытий. Использовались самотвердеющие покрытия и покрытия, твердеющие при нагревании. Для твердения покрытия без нагрева в фосфат добавлялось определенное количество тонкоизмельченного хромомagnesита. Последний содержит окись магния, которая реагирует с фосфатами при комнатной температуре

и обеспечивает их затвердевание и упрочнение. Затвердевание покрытий как с нагревом так и без нагрева происходит за счёт превращения однозамещенных фосфатов «растворимые» в двух- или трехзамещенные «нерастворимые». Затвердевание фосфатов происходит по схеме на примере затвердевания алюмофосфата при нагреве [3]:



После затвердевания фосфатные покрытия имеют гладкую, стекловидную поверхность. Для уменьшения способности самотвердеющих покрытий к поглощению влаги целесообразно подогревать, их кратковременно до $200^\circ C$.

Прочность соединения фосфатных покрытий с оснасткой определяется, главным образом, образованием химических связей фосфатов с металлами.

Полиуретановый лак представляет собой двухкомпонентную смесь, состоящую из раствора насыщенного полиэфира в органических растворителях и полиизционатов. Полиуретан образуется в результате реакции полимеризации полиизционатов и гидроксильных групп полиэфиров. Полярные группы, $-O-C-NH-$

и O входящие в состав молекулы полиуретана обеспечивают высокую адгезионную способность покрытий.

Процесс высыхания лака с отвердителем УР-231 является ответственным периодом в процессе формирования качественного покрытия.

При температуре $20^\circ C$ полиуретановый лак приобретает необходимую прочность через 10...12 часов. Это время сокращается сушкой в сушиле при температуре $120^\circ C$ до 5...6 часов.

Список литературы

1. Медведев, Я.И. Технологические испытания формовочных материалов / Я.И. Медведев, И.В. Валисовский. – М.: Машиностроение, 1973. – 312с.
2. Огородов, И.К. Прилипание жидкостекольных смесей / И.К. Огородов, В.С. Кривицкий, Б.Б. Гуляев // Литейное производство. – 1964. – №1.
3. Ямасита, А. Жаропрочные свойства формовочного песка с добавкой фосфата алюминия. – «Имоно», 1969., – т.41, – № 6, – с.415-422.

Григор Андрей Сергеевич¹ – к.т.н., доцент
Марков Василий Алексеевич¹ – д.т.н., профессор
Ковылин Сергей Юрьевич² – директор

¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия

²ОП ООО «Полимет», г. Тольятти, г. Барнаул, Россия