

УДК 690-502.7

Доцент Е. А. Рудыка, аспирант П. С. Бредихин,
доцент И. Н. Матющенко,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра инженерной экологии и техногенной
безопасности, тел. (473) 249-60-24
доцент О.А. Семенихин
(Воронеж. гос. технич. ун-т) кафедра промышленной экологии и безопасности
жизнедеятельности, тел. (473) 243-76-70

Исследование адгезионных свойств пылевидных продуктов

На основании результатов экспериментальных исследований установлены силы адгезии между частицами различной пищевой пыли, а также между частицами пыли и поверхностью металла, имеющего разную степень чистоты обработки. Установлено, что силы адгезии на поверхности стали меняются в зависимости от чистоты обработки. Максимальная адгезия наблюдается при 7 – 8-ом классе чистоты обработки металла.

Based on the results of experimental studies established the force of adhesion between particles of different food dust, as well as between dust particles and the metal surface, have different schego-purity processing. It is established that the force of adhesion to steel surfaces vary depending on the purity of the steel surface-processing. Maximum adhesion is observed at 7 - 8 grade purity-formed metal processing.

Ключевые слова: пыль, адгезия, пищевая промышленность.

Пневмотранспорт широко применяют в пищевой промышленности для перемещения сыпучих, в том числе и тонкодисперсных материалов. Большое значение при распыливании и движении порошков имеют их адгезионные свойства.

Чем меньше размер частиц пыли, тем легче они прилипают к поверхности аппарата. Пыли, у которых 60—70 % частиц имеют диаметр меньше 10 мкм, ведут себя как слипающиеся, хотя те же пыли с размером частиц более 10 мкм обладают хорошей сыпучестью.

В случае работы с сильно слипающимися порошками возможны трудности как в стадии перевода порошка в аэрированное состояние, так и при его движении. Например, при переводе частиц порошков во взвешенное состояние при помощи воздушной струи давление воздуха расходуется на преодоление внешних и внутренних сил, к числу которых относится адгезия между частицами порошка.

Сильная адгезия может способствовать возникновению агрегатов, комков, нарастанию отложений материала на стенках трубопроводов. Это может привести к частичному или полному забиванию аппаратов пылью, закупорке.

Семенихин О.А., 2012

Процесс пылеулавливания состоит из стадий движения частиц к осадительной поверхности, осаждения частиц, закрепления на поверхности и последующего удаления пылевого осадка. Адгезия при этом оказывает влияние на все стадии, кроме первой, а при закреплении и удалении частиц является основным фактором. От величины сил адгезии зависит толщина прочных, трудноразрушаемых отложений пыли на внутренних поверхностях аппаратов и газоходов. Нарастание таких отложений приводит к частичному или полному забиванию аппаратов пылью, закупорке газоходов.

Все эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости учета адгезии при проектировании и эксплуатации пылеулавливающего оборудования для обеспечения эффективности и надежности его работы. В зависимости от величины силы адгезии следует решать вопрос о приемлемости тех или иных аппаратов и отдельных узлов, выбирать некоторые оптимальные параметры аппаратов, скорость движения частиц в аппарате.

Нами определялись силы адгезии сухого порошка на поверхности стали 12X18H10T в зависимости от чистоты обработки поверхности.

Одна из важнейших характеристик адгезии — адгезионная прочность, которая характеризует удельное усилие разрушения адгезионного контакта и зависит от энергии связи, обеспечивающей адгезии, полноты контакта, определяемой рельефом поверхности, межфазной поверхностной энергии, смачивания и других поверхностных явлений, а также от условий формирования контакта.

Опыты по определению сил взаимодействия макрочастиц проводились маятниковым методом с использованием двух сферических частиц, диаметром порядка нескольких миллиметров или одной такой частицы и плоскости.

К свободно висящему шарiku подносили вертикальную пластину до возникновения контакта. Затем пластину перемещали в направлении, перпендикулярном площади контакта. Отклонение (угол γ) подвешенного шарика от вертикали обусловлено действием сил адгезии и служит их мерой. Величину силы адгезии мы находили из следующего соотношения:

$$F_{\text{АА}} = mg \sin \gamma.$$

При этом угол γ рассчитывали по величине отклонения шарика от первоначального положения, измеренной микрометром МИР-2. Общее увеличение микроскопа 55,5 раз.

Измерения отклонения шарика с напыленными частицами пищевых продуктов проводили не менее 5 раз.

Были проведены эксперименты по определению сил адгезии между частицами различных пищевых пылей. Результаты измерений представлены в таблице. Характер изменения сил адгезии показан на рисунке. Причиной адгезии являются электростатические силы на границе раздела двух тел, которые возникают благодаря образуемому в контакте двойному заряженному слою. Его происхождение различно для материалов разных типов. Адгезия — необратимый процесс. При наличии контактной разности потенциалов, например, возникает дрейф электронов, который, как известно, ведет к увеличению энтропии. Именно поэтому силы при сведении и разведении кантилевера и образца различаются, и процесс, тем самым, оказывается неконсервативным.

Адгезионное взаимодействие частиц пищевых пылей со стенками сушильной камеры циклона обусловлено молекулярными, капиллярными и электрическими силами [1, 2].

Наибольшее влияние на адгезию сухих порошков оказывают молекулярные ван-дер-ваальсовы силы, обуславливающие взаимодействие молекул частиц пылевидного продукта и стенок циклона. При этом молекулярные силы адгезии зависят от поверхности циклона, а также от площади контакта частицы с поверхностью циклона [3].

Т а б л и ц а

Изменение силы адгезии между частицами различных пищевых продуктов

Наименование продукта	γ	$\sin \gamma$	$F_{\text{Ад}} \cdot 10^{-4} \text{ Н}$
Чайный порошок	0,11	0,001566	0,475
Свекла с патокой	0,17	0,002851	0,866
Яблоки с патокой	0,13	0,002153	0,623
Цикорий	0,38	0,005873	1,783
Концентрат красного сула	0,21	0,003172	0,969
Сахарная пыль	0,16	0,003061	0,731
Комбикорм ПК-2	0,19	0,003061	0,911
Комбикорм ПК-58	0,20	0,003101	0,939

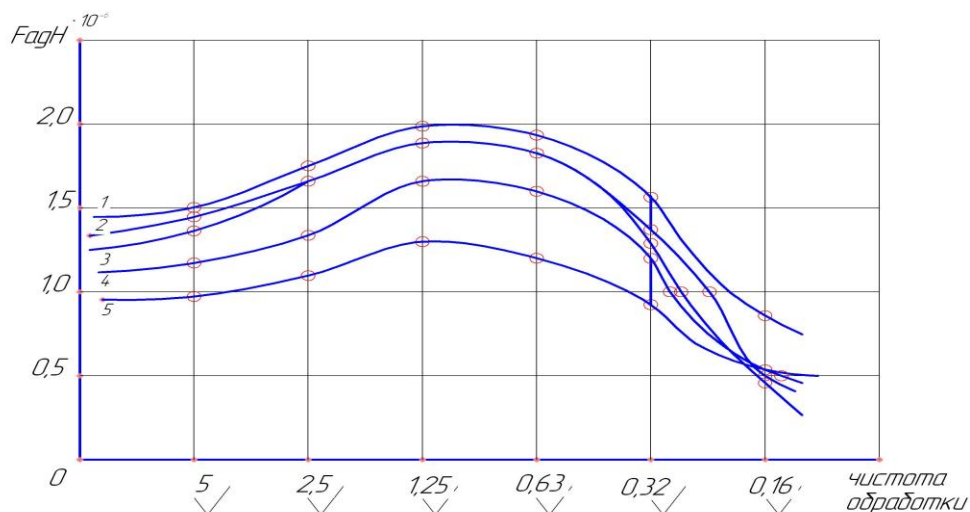


Рисунок. Зависимость силы адгезии от чистоты обработки поверхности стали: 1 - концентрат квасного сулы; 2 - сахарная пыль; 3 - яблочно-паточная пыль; 4 - цикорий; 5 - чайная пыль

Капиллярные силы адгезии имеют место при контактировании увлажненного пылевидного продукта с поверхностью циклона. В данном случае между частицей и твердой поверхностью образуется жидкая манжета, приводящая к появлению сил поверхностного натяжения.

При трении между частицами или о внутренние поверхности сушильного оборудования частицы пищевых пылей приобретают электрические заряды. Это способствует появлению электрических сил адгезии, что приводит к отложениям сухого продукта, которое имеется на всех типах сушилок и может достигать значительной величины.

Силы адгезии исследованных порошков на поверхности стали 12Х18Н10Т лежат в интервале $0,5-2,5 \cdot 10^{-6}$ Н в зависимости от чистоты обработки поверхности стали. Максимальная адгезия наблюдается при 7 – 8-ом классе чистоты обработки металла.

По нашим предположениям, это связано с тем, что микропрофиль поверхности стали становится соизмерим с размером частиц порошка. В этом случае площадь контакта частиц пылевидных продуктов с поверхностью будет большая, нежели чем при других классах чистоты.

Значительно уменьшить величину силы адгезии можно доведением класса чистоты обработки поверхности стали до необходимой величины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимон, А. Д. Адгезия пыли и порошков [Текст] / А.Д. Зимон. - М.: Химия, 1976. - 431 с.
2. Зимон, А. Д. Аутогезия сыпучих материалов [Текст] / А.Д. Зимон, Е.И Андрианов. - М.: Металлургия, 1978. - 287 с.
3. Тищенко, Т. С. Адгезия тонкодисперсных порошкообразных материалов в центробежных циклонах и их улавливание [Текст] / Т.С. Тищенко. - Киев, 1989. - 14 с.