

Bestimmung der Haftreibung an palettierten gefüllten
Papiersäcken
(Ablaufversuch auf der schiefen Ebene)

Vor-Merkblatt
10/II/82

Vorbemerkung

Gefüllte Papiersäcke (Säcke) werden heute kaum mehr einzeln umgeschlagen, sondern zu diesem Zweck zu Ladeeinheiten zusammengefaßt. Vorzugsweise werden sie palettiert. Beim Umsetzen und Transport der auf Paletten¹⁾ gestapelten Säcke bildet die Haftreibung zwischen den Säcken häufig die einzige Ladesicherung. Um Schäden durch ein Herabrutschen zu vermeiden, ist die Kenntnis der Haftreibung deshalb von besonderer Bedeutung. Letztere wird durch den Haftreibungskoeffizienten ausgedrückt. Im Materialversuch²⁾ an einem Sackpapier gegenüber einem zweiten Sackpapier gemessen, lassen sich der Einfluß der Papierart und z. B. der Feuchtigkeit ermitteln, die vorliegende Methode wurde entwickelt, um darüber hinaus die Abhängigkeit der Haftreibung von der Art des Füllguts, vom Füllungsgrad der Säcke und etwa von der Anordnung der Säcke im Stapel (Turm- gegenüber Verbundstapelung) feststellen zu können.

1. Zweck und Anwendung

Der Ablaufversuch auf der schiefen Ebene nach diesem Merkblatt dient dazu, den Haftreibungskoeffizienten einer Lage von Säcken gegenüber einer zweiten Lage an gestapelten, insbesondere palettierten Säcken zu bestimmen.

Gemessen wird die Reibungskraft als Schwellwert des Widerstands, den aufeinanderliegende Sackoberflächen, hauptsächlich zweier oberer Lagen eines Stapels, dem Verrutschen entgegensetzen. Damit hat man eine Aussage für eine vergleichende Prüfung.

2. Begriffe

Der Haftreibungskoeffizient μ ist vorgegeben durch das Verhältnis der Reibungskraft F_R zur Normal- oder Flächenpressungskraft F_A :

$$\mu = \frac{F_R}{F_A} \quad (1)$$

F_R ist die Kraft, die notwendig ist, um die Reibung zwischen zwei Lagen eines Stapels zu überwinden, F_A ist die senkrecht zur Reibungsfläche zweier Lagen eines Stapels wirkende Kraft.

3. Prüfobjekt

Das Prüfobjekt besteht aus der wie zum Versand mit gefüllten Säcken beladenen Palette. Diese kann durch einen entsprechenden, auf den Ablaufwagen der schiefen Ebene aufgebauten Stapel dieser Säcke ersetzt werden.

Entnahme, Anzahl und Vorbereitung der Prüfobjekte

Dem Ende der Palettierereinrichtung oder dem Lager wird mindestens eine, nach Vereinbarung auch eine entsprechend große Zahl von Palettierereinheiten entnommen.

Die Prüfobjekte sind vor der Prüfung 24 Stunden im Klima 4 (20/65) oder im Klima 5 (23/50) DIN 55 438 zu lagern. Das Normalklima DIN 55 438, Klima 5 (23/50), ist jedoch vorzugsweise anzuwenden. Andere Klimabedingungen müssen besonders vereinbart werden.

4. Prüfgerät

Das Prüfgerät besteht aus einer um $10^\circ \pm 0,5^\circ$ gegenüber der Horizontalen geneigten Ablaufbahn, einer zur Richtung der Ablaufbahn senkrechten Prallwand ($90^\circ \pm 0,5^\circ$) und einem zum Auflegen des Prüfobjekts bestimmten Ablaufwagen. Die der Prallwand zugekehrte Vorderkante des Ablaufwagens ist mit einem 5 mm dicken Schaumgummistreifen zu polstern. Im übrigen entspricht das Prüfgerät DIN 55 442³⁾.

In Höhe der Aufprallstelle des Ablaufwagens ist die Prallwand mit einer Kraftmeßplatte⁴⁾ versehen. Diese ist an eine entsprechende Registriereinrichtung anzuschließen, welche den Stoßverlauf aufzuzeichnen gestattet.

5. Durchführung

Die Prüfung soll in dem Klima stattfinden, in dem die Prüfobjekte vorbereitet wurden. Herrscht im Prüfraum ein anderes Klima als bei der Vorbereitung des Prüfobjekts, so muß die Zeit zwischen der Beendigung der Klimatisierung und der Prüfung so kurz wie möglich sein.

Das Prüfobjekt ist so auf den Ablaufwagen aufzulegen, daß die der Prallwand zugewandte Kante des Ablaufwagens gegen die Vorderkante des Prüfobjekts um etwa 2 bis 5 cm vorspringt. Die Palette muß fest mit dem Ablaufwagen verbunden sein. Wird ein Sackstapel unpalettiert aufgebaut, so ist die Oberfläche des Ablaufwagens mit mehreren doppel-seitig klebenden Klebstreifen auszustatten.

Nachdem der Ablaufwagen in die gewünschte Ausgangslage gebracht worden ist, wird er ausgelöst und läuft mit dem Prüfobjekt allein durch die Schwerkraft ab. Bis zum Aufprall auf die Prallwand darf in der Anordnung der Säcke keine Veränderung auftreten. Um den Schwellwert der Ablaufstrecke⁵⁾ zu ermitteln, bei welchem die Haftung gerade überwunden wird, ist diese in möglichst kleinen Schritten zu steigern. Ein Stapel muß neu aufgebaut werden, wenn ein Ablaufversuch, besonders bei

¹⁾ Die Abmessungen der Pool-Paletten betragen 800×1200 und 1000×1200 mm.

²⁾ Siehe dazu DIN 53 375 „Prüfung von Kunststoff-Folien – Bestimmung des Reibungsverhaltens“.

³⁾ DIN 55 442 „Verpackungsprüfung-Stoßprüfung auf der schiefen Ebene“.

⁴⁾ z. B. Mehrkomponenten-Meßplattform der Firma Kistler Piezo-Meßtechnik, Type 9261 A.

⁵⁾ Dieser Schwellwert hängt außer von der Haftreibung der Säcke auch vom Hartegrad der Vorderkantenpolsterung des Ablaufwagens ab.

Turmstapelung und Anordnung der Säcke quer zur Ablaufstrecke, zum Kippen von Teilen desselben führt, ohne daß ein Verrutschen von Säcken erfolgt ist.

6. Auswertung

Für jede Messung beim Schwellwert der Haftreibung wird der Haftreibungskoeffizient aus dem Verhältnis von Reibungskraft F_R und Normal- bzw. Flächenpressungskraft F_A , gemäß Gleichung (1) in Abschnitt 2, berechnet. Für den vorliegenden Ablaufversuch (Bild 1) lautet diese Gleichung:

$$\mu = \frac{F_R}{(Mg + F_R \sin 10^\circ) \cos 10^\circ} \quad (2)$$

F_R ist, in N, der Aufzeichnung des Kraft-Zeit-Verlaufs (Bild 2) in dem mit Pfeil markierten Punkt zu entnehmen.

Für $F_A = (Mg + F_R \sin 10^\circ) \cos 10^\circ$, in N, sind einzusetzen: M = Gesamtgewicht aller gefüllten Säcke auf dem Ablaufwagen (kg), $g = 9,80665 \text{ (m/s}^2\text{)}$, $\sin 10^\circ = 0,1736$ und $\cos 10^\circ = 0,9848$.

7. Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf dieses Merkblatt anzugeben:

Beschreibung des Prüfobjekts

Anzahl der gefüllten palettierten oder auf dem Ablaufwagen gestapelten Säcke

Gewicht des gefüllten Sackes

Abmessungen des gefüllten Sackes

Abmessungen der Palette

Anordnung der palettierten oder der auf dem Ablaufwagen gestapelten Säcke

Ausrichtung der beladenen Palette oder des auf dem Ablaufwagen aufgebauten Stapels relativ zur Ablaufstrecke

Vorbereitungs- und Prüfklima

Reibungskraft F_R , die notwendig ist, um die Haftreibung zu überwinden, in N

Senkrecht zur Reibungsfläche wirkende Normal- oder Flächenpressungskraft F_A in N

Haftreibungskoeffizient $\mu = F_R/F_A$

Vorbereitungsklima

Prüfklima

ggf. Zeit zwischen der Klimatisierung der Prüfobjekte und der Prüfung

Prüfdatum

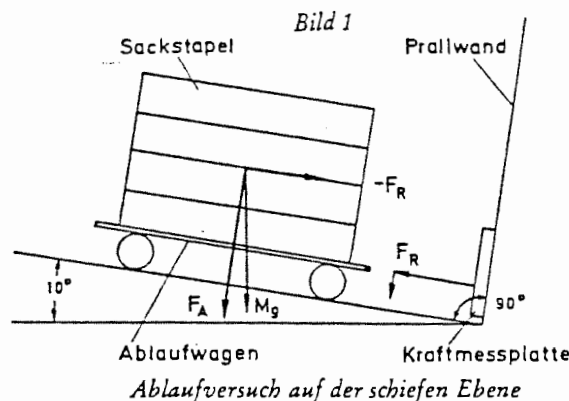
8. Beispiel:

8 Zementsäcke, 50 kg, aus maschinenglattem Kraftpapier in zwei Türmen zu 4 Säcken längs der Ablaufstrecke gestapelt:

$$F_R = 1529 \text{ N}, F_A = (8 \cdot 50 \cdot 9,81 + 1529 \cdot 0,1736) \cdot 0,9848 = 4125,7 \text{ N}, \mu = F_R/F_A = 0,37.$$

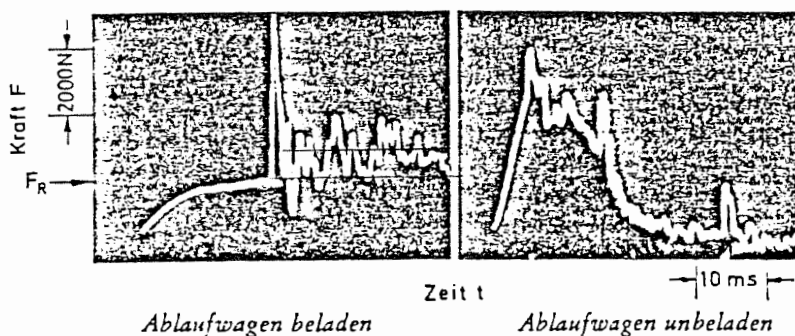
9. Bemerkungen

Die Korrelation zur Haftreibung des Papiers und zur Haftreibung der gefüllten Säcke (Sackform und Füllgut) ist noch zu untersuchen. Da es sich um ein Vor-Merkblatt handelt, wird um die Angaben von Erfahrungswerten gebeten.



(Mg = Stapellast, F_A = Normal- oder Flächenpressungskraft, F_R = Reibungskraft)

Bild 2



(F_R = Reibungskraft)