

Zündversuche mit Superbüschelentladungen



Process Safety

Die Gefahr von statischer Elektrizität in der Prozessindustrie wurde in grossem Umfang untersucht (Glor und Lüttgens , 1989, Lüttgens , 1977). Fünf Arten von Entladungen sind bekannt: Funken-, Büschel-, Gleitstielbüschelentladungen , Schüttkegel- und Coronaentladung . Die freigesetzte Energie wird in der Regel durch Vergleich mit einer Kapazitätsentladung abgeschätzt.

Superbüschelentladungen

Wie für Büschelentladungen wird für Superbüschelentladungen nur eine einzige leitfähige Elektrode benötigt. Im Gegensatz zu Büschelentladungen braucht es für Superbüschelentladungen aber nicht nur ein aufgeladenes Objekt, sondern mehrere. Lüttgens hat diese Entladungsart erstmals beschrieben (1989). Superbüschelentladungen können nur bei äusserst hohen Ladungsdichten auftreten.

Dies kann experimentell erreicht werden, indem mehrere hochisolierende und hoch aufgeladene Kunststoffstäbe übereinander geschichtet werden. Aus dieser Weise tragen alle Stäbe Ladungen der gleichen Polarität. Glor hat 1988 darauf hingewiesen, dass diese Anordnung analog ist zur Aufschichtung von hochaufgeladenen Pulvern beim Befüllen von Silos und Big Bags. Die Aufschichtung führt zu einer Verschiebung der Ladungen an der Oberfläche und mithin zu einer sehr hohen Ladungsdichte. Gemäss dem Gesetz von Maxwell-Gauss resultiert daraus ebenfalls ein sehr hohes elektrisches Feld und eine hoher Energiedichte.

Experimentelle Anordnung

Es wurde die von Lüttgens vorgeschlagenen Anordnung gewählt, allerdings mit einer höheren Zahl von Stäben. Statt nur 5 wurden 25 Polyethylenstäbe (Länge 70 cm, Durchmesser 16mm) verwendet. Die Stäbe wurden mit einem Katzenfell manuell aufgeladen. Nach jedem Stab wurde das Fell mit Erde in Kontakt gebracht. Die Entladung wurde ausgelöst durch Annäherung einer Kugelelektrode (Durchmesser 4cm) mittels pneumatischem Zylinder. Die Kapazität des Entladekreises betrug 100nF. Bei der Entladung wurden der Spannungsverlauf im Entladekreis gemessen.

Im Bereich der Entladung wurde synchron eine Wolke von brennbarem Staub erzeugt. Die Verzögerung zwischen Staubinjektion in Zündung betrug 200ms

Resultate

Während des Aufschichtens stieg die Feldstärke mit jedem zugefügten Stab linear an und erreicht am Schluss 84kV/m. Beim Aufschichten waren häufig Büschelentladungen festzustellen, und in jedem Experiment kam es dazu, dass ein Stab in der Halterung schwebte. Die Spannungsmessungen zeigten eine gute Reproduzierbarkeit mit Höchstwerten von 15V. Das nebenstehende Bild zeigt den Ladungs- und Entladungszyklus.

Schlussfolgerung

Trotz der sehr hohen Energien, ist es nicht gelungen, den verwendeten Staub (MZE<1 mJ) zu entzünden. Es ist noch unklar, ob dies mit der Art der Entladung zusammenhängt oder ob die Synchronisation zwischen Zündung und Staubinjektion nicht optimal war.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt konnte jedenfalls keine Zündung beobachtet werden.

Contact: Serge Forestier, serge.forestier@tuev-sued.ch

