

Neue formstabile Brandschutzmittel als Hitzeschutzschild auf Basis nanopartikulärer SiO₂-Partikel

B. Reinhard, A. Altherr, K. Endres, H. Schmidt

Institut für Neue Materialien gem. GmbH, Saarbrücken

EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG

Brandschutzmittel dienen dem Schutz von Mensch und Objekt. Entsprechend facettenreich sind die einzelnen Brandschutzkonzepte. Ausgehend von transparenten Gelen, welche als Füllungen für Brandschutzscheiben fungieren können, galt es in der hier beschriebenen Arbeit ein Material zu entwickeln, das in Form stabiler, selbststehender Kompaktbauteile zum Schutz dreidimensionaler Räume oder für Brandschutzsegmente wie Türen sowie Schotts geeignet ist.

Als Basismaterial kam ein wärmezehrendes Gel zum Einsatz, das in Scheibenzwischenaufbauten gefüllt werden kann und sich in diesem Verbundsystem zum Aufbau von Brandschutzverglasungen eignet. Nachteil solcher Gelsysteme sind die hohe Dichte und die permanente Fließfähigkeit, die zu einer Verformung der Geleinhausungen führen und im Brandfall zu einem unerwünschten Auslaufen des Geles und dementsprechend zu einem vorzeitigen Verlust der Brandschutzfunktion führen können.

Diese Eigenschaft ist so zu optimieren, daß unter Beibehaltung der Gießfähigkeit des Materials zum Befüllen geometrisch anspruchsvoller Räume nach der Härtung eine formstabile, schrumpffreie und wärmezehrende Intumeszenzmasse entsteht, die im Brandfall einen reguliert schäumenden Festkörper bildet. Ferner ist eine Härtung der Intumeszenzmasse bei Raumtemperatur angestrebt.

Das Material hat sich in einem Brandtest in Anlehnung an die Prüfnorm S60 zu bewähren; d.h. in einem Brandversuchshaus wird es innerhalb einer Stunde auf 1090°C von der Außenseite aufgeheizt. Danach wird der Ofen abgeschaltet und der Testkörper für eine weitere Stunde im langsam abkühlenden Ofen belassen. Im Innenraum des Prüfkörpers soll eine Temperatur von 100°C nicht überschritten werden.

Ausgehend von einem am INM entwickelten Brandschutzgel war nun durch Dotierung dieses Geles mit gerüststabilisierenden Zusatzstoffen eine hohe Dimensionsstabilität der gehärteten Intumeszenzmasse unter Erhalt der Brandschutzfunktion zu erzielen. Bei dem Brandschutzgel handelt es sich um oberflächenmodifizierte nanoskalige SiO_2 -Partikel, welche nach Härtung einen lösemittelhaltigen, syneresearmen Nanokomposit ergeben. Im Brandfall zehrt dieser Nanokomposit Wärme und bildet unter Volumenexpansion einen großporigen Schaum. Zur Stabilisierung des gehärteten Geles finden zusätzliche poröse Isolationsmaterialien wie Perlite Einsatz, welche als Träger für die Intumeszenzmasse fungieren. Weiters ist der Einsatz von Kondensationskatalysatoren bzw. Härtersubstanzen zu untersuchen.

EXPERIMENTELLES

Verschiedene Nanokomposite wurden nach PCT/EP98/02843 synthetisiert. Als Leichtzuschlagsstoffe wurden Perlite und mit TiO_2 -dotierte Perlite verwendet und unter leichtem Untermischen von Hand in den Nanokomposit eingearbeitet. Um eine beschleunigte Härtung zu erreichen, wurden verschiedene Kondensationskatalysatoren getestet. Die gießfähige Masse wurde in die vorbereiteten Formkörperaufbauten in einer Wandstärke von 2 cm eingefüllt und bei Raumtemperatur innerhalb 8 h ausgehärtet. Innerhalb der Screeningphase wurde das Material in seiner Zusammensetzung variiert und zunächst im Muffelofen bei 1000 °C am INM getestet. Nach erfolgreicher Vorauswahl wurde das Material in einem Brandversuchshaus getestet. Dazu wurde ein zweischaliger Isolierschichtaufbau gewählt. Zusätzlich zu den äußeren 2 cm der Intumeszenzmasse wurde ein innerer Kern aus PU-Schaum in 4 cm Stärke geformt, in welchem die Thermofühler angebracht waren.

ERGEBNIS

Die Charakterisierung der Probekörper erfolgte mittels Bestimmung der Dichte, sowie deren Änderung in Abhängigkeit von Temperaturbehandlungen bei 300, 600, 750 und 1000°C. Außerdem wurden die Materialien thermoanalytischen Untersuchungen unterzogen. Die Bewertung der Porenstruktur erfolgte mikroskopisch. Die gehärteten Proben wurden zudem auf ihre Fließigenschaften und Dimensionsstabilität bei Lagerung unter klimatischen Bedingungen untersucht.

Mit den aussichtsreichsten Variationen wurden Brandtests in einem Brandversuchshaus durchgeführt. Bei dreidimensionalen Probekörpern war die zweischalige Isolation in einem Edelstahlgehäuse eingebettet. Im Innenraum waren Thermofühler angebracht, welche den Temperaturverlauf im Inneren des Gehäuses aufzeichneten. Wie in Abbildung 1 dargestellt steigt die Temperaturkurve im Innern des Prüfkörpers (rote Kurve) nach ca. 27 Minuten langsam an und erreicht nach ca. 57 Minuten mit etwa 100°C ein stabiles Niveau. Die schwarze Kurve zeigt den Temperaturverlauf im Brandhaus.

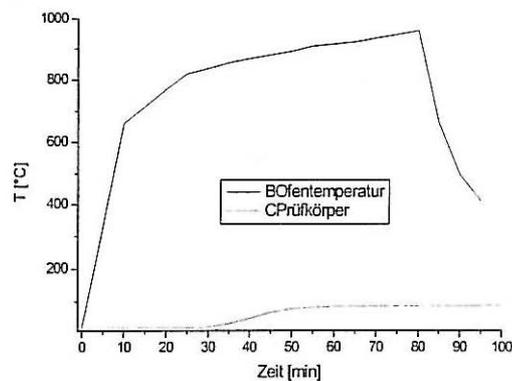


Abbildung 1: Temperaturkurve eines typischen Brandversuches. Temperaturkurven im Brandhaus und im Innern eines dreidimensionalen Prüfkörpers

Die entwickelten Intumeszenzmassen zeichnen sich durch ein hohes Wärmeabsorptionsvermögen aus, so daß im Vergleich zu Materialien des Standes der Technik eine Reduzierung der Schichtdicken bis zu einer Funktionsschichtstärke von 2 cm möglich war. Die Materialien wiesen eine hohe Dimensionstabilität auch bei Lagerung unter klimatischen Bedingungen auf. Im Vergleich zum Blähverhalten der in Brandschutzscheiben eingesetzten Nanokompositmasse wurde die Volumenexpansion im Brandfall auf ein Minimum reduziert. Der gebildete Schaum weist eine homogene feinporige Struktur auf. Der intakte PU-Schaum, welcher ab 200°C degradiert und hier als zweite innere Hülle fungiert, beweist indirekt, daß die 2 cm starke Intumeszenzmasse einen Temperaturgradienten von ca. 1000°C auf ca. 200°C aufbaut. Der PU-Schaum

gewährleistet in Kombination mit der Intumeszenzmasse eine Innentemperatur von ca. 100°C.

Das betonähnliche Fließverhalten der nicht gehärteten Intumeszenzmasse erlaubt das Füllen und Verdichten recht komplexer Geometrien und lässt dementsprechend eine Vielzahl an Anwendungen im vorbeugenden Brandschutz erwarten.