

N.N. Klimin, Geschäftsführer von „ООО Brandglas“

Aktuellen Tendenzen in einer Entwicklung von Brandschutzglas

Für ein Schutz von Brand- und Raumverbreitung wurden historisch Ziegel- oder Steinwände benutzt. Diese Materialien haben Brandverbreitung physisch geblockt und haben das Gebäude in mehrere brandgeschützte Teile geteilt. Heute werden Gebäude mit mehr Verglasung gebaut. Gebäude werden immer offene, Wände sind auch dünner als Früher. Deshalb wird auch die Verwendung von speziellen Stoffen und Materialien für die Trennung des Gebäudes in sicheren Teilen.

Eine dieser speziellen Produkte ist Brandschutzglas. Im Alltag wird diese manchmal als "Feuerfest", "Flammenschutz" oder „Brandschutz“ bezeichnet. Weil das Glas selber kein Brandhindernis ist und nicht jedes Feuer gleich ein Brand ist, wird die richtige Bezeichnung in „ГОСТ 51136“ – Brandschutzglas.

Feuerwiderstand wird durch die Zeit gemessen, während Grenzzustand E, I und W erreicht ist. Unter Integritätsverlust (E) wird Glasbruch und/oder die Bildung von Durchgangslöchern oder Rissen in der Struktur verstanden durch welche Feuer oder Rauch an andere Seite eindringt.

Um einen vollständigen Schutz gegen Feuer Brandschutz- Isolierglas gewährleisten, wird ein Brandschutzglas verwendet, die Integrität und Wärmeisolierung eingeschaltet hat. Die eingeschalteten von solchen Brandschutzglas sind mit herkömmlichen Feuerwand zu vergleichen. Die durchschnittliche Temperatur auf der geschützten Seite darf nicht mehr als 140 °C betragen, und die maximale darf nicht mehr als 180 °C erreichen. Für Verbundsicherheitsglas und Brandschutzwände wird Kriterium EIW verwendet, für Feuerschutztüren – EI.

Integrität (E) - die Fähigkeit, Auftreten einer Flamme auf dem unbelichteten Fläche des Glases zu verhindern (in Bezug auf das Auftreten einer stabilen Flamme Dauer ab 10 Sekunden oder mehr) oder das Eindringen von heißen Rauch und Gasen durch Risse im Glas

Der Fluss der Wärmeenergie (W) ist mit Erreichen der Grenzwerte der Wärmeflussdichte an einem bestimmten Abstand von der unbelichteten Seiten der Konstruktion.

Dämmvermögen zum Erwärmen (I) ist die Fähigkeit ein Temperaturanstieg des unbelichteten Fläche des Glases zu beschränken. Im Durchschnitt sollen die Temperaturen zwischens 140°C und 180°C in einem der Kontrollstellen liegen, im Vergleich zu der Temperatur des Glases zum Anfangszeitpunkt der Tests.

In diesem Artikel betrachten wir nur das Brandschutzglas, die einer Gewährleistung der vollständigen Isolierung der drei Kriterien (EIW) anbieten.

Fire resistant glass with alkali silicate based intumescent heat insulation layers.

Das erste Unternehmen, die ein solches Glas produziert haben, war die Firma Pilkington, die in 70er Jahren 20. Jahrhundert ein Produkt Pyrostop auf der Markt gebracht haben. Es war ein Verbundglas, bestehend aus Folien aus dünnem Glas mit Schichten aus Natrium- oder Kaliumsilikat, noch bekannt als lösliche oder Wasserglas. Silikat von Alkalimetall war ein „Arbeitsmaterial“, bei der Erhitzung ein fester Schaum gebildet hat. So war eine Feuerbeständigkeit von Glas realisiert. Die von Pilkington entwickelte Technologie wird Natriumsilikat -Lösung aufgebracht und gleichmäßig auf der horizontalen Oberfläche einer Glasplatte verteilt und unter kontrollierten Bedingungen getrocknet, um eine dünne Schicht auf dem Glas zu bilden Die zweite Platte wird oben an bereits getrockneten

Schicht platziert. Im nächsten Schritt wird auf die zweite Platte auch Silikat-Lösung eingetragen und so wird immer wieder wiederholt bis Struktur die gewünschte Feuerfestigkeit besitzt.

Der technologische Prozess war ziemlich schwierig, erfordert eine große saubere Räume und vernünftige Ausstattung. Der Anteil von Fehlproduktion erreichte 40%. Außer Pilkington wurde diese Technologie von belgische Unternehmen Glaverbel und der Schweizer Glas Trösh. Japanische Unternehmung AGC nach der Übernahme Glaverbel hatten die Produktion erweitert und eine neue Fabrik in Tschechien eröffnet und somit eine führende Position auf der Markt erreicht. Das Glas wird in Platten mit einer festen Größe hergestellt werden, beispielsweise liefert eine tschechische Fabrik die AGC Glas mit den Abmessungen 3150 x 2250 mm.

In lokalen Verarbeitungsbetrieben wird das Glas mit der Hilfe von Diamantsäge in angegebenen Abmessungen gesägt, deshalb die Lieferungszeiten ziemlich gering sind, was letztendlich ein Vorteil für diese Art von Glas ist. Silikat Schicht wird unter dem Einfluss des ultravioletten Teils des Sonnenspektrums immer undurchsichtlicher, deshalb in der Außenverglasung des Gebäudes wird eine spezielle Modifikation verwendet, die noch eine UV-absorbierenden Schicht besitzt.

Natriumsilicat, der in Schichten des Glases sich befindet, ist gut auflösbar in der Wasser. Deshalb abgesägte Teile des Glases (Kanten) benötigen eine Isolierung mit Hilfe von speziellen Isolierungsfolie notwendig, ansonsten kann Hohlraum in Schichten gebildet werden (Bild 1)



Fig 1. Air cavities in Pyrobel glass, resulted in breakage of peripheral insulation and penetration of water.

Der Hauptnachteil von Technologie Pilkington -AGC- Glass Trösh hergestellte Glas ist der hohe Preis.

Das zweite Verfahren zur Herstellung einer flammhemmenden Verglasung besteht im sogenannten Blockverfahren, bei dem die Silicatlösung in den Raum zwischen den zwei gegenüberliegenden Platten gegossen wird. Nach der Trocknung wird ein optisch klares Gel gebildet. Die Komplexität dieser Methode ist die optimale Viskosität der Lösung, die von einer Seite sich problemlos und gleichmäßig zwischen den Platten verteilt soll, also eine relativ niedrige Viskosität. Seite sollte die Lösung eine ausreichend hohe Viskosität aufweisen, so dass beim Erstarren und die Lebensdauer des Strukturfeuer nicht zu fließen.

Wasserglas (löslichen Natrium- und Kaliumsilikate) sind Stoffe im amorphen glasartigen Zustand, gekennzeichnet durch einen bestimmten Oxiden M_2O и SiO_2 , wobei M steht für NA oder K.

Das molare Verhältnis SiO_2 / M_2O bildet $2,6 \div 3,5$ bei einem SiO_2 Inhalt von $69 \div 76$ Gewichtsprozent des Natriumglas und $65 \div 69$ Gewichtsprozent - für Kalium.

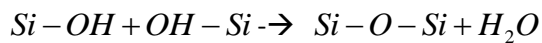
Die Lösung des Problems wurde in dem Verfahren gefunden indem der Raum zwischen den Glasscheiben mit einer Lösung gefüllt. Die Lösung beinhaltet ein Wasserglas mit einer niedrigen Viskosität mit der Zugabe von feinem Siliciumdioxidpulver (Aerosil). Nach dem Füllen und Abdichten Glas wird in einem Schrank, wo erhöhter Temperatur Aushärtung erfolgt anorganisches Silikat, ein festes Gel zu bilden platziert. Dieses Verfahren erfordert viel weniger Kapitalaufwand für die Produktion, hat eine Reihe von Nachteilen

Probleme mit der Technologie bei der Herstellung von Glas mit Alkali Silicate

Synärese

Während der Alterung Kieselgel, kann die Dichtung der Raumgitterstruktur der bildenden Moleküle vorkommen.

Synärese beginnt mit einer Reaktion:



Als Ergebnis wird das Gel in der Größe reduziert und die Flüssigkeit ausgeschieden. Wenn die Dichtheit des Glases immer noch besteht und die Flüssigkeit nicht abgelassen ist, kann der Synärese des Gels nicht optisch gesehen werden, aber trotzdem verliert das Brandschutzglas vollständig die Brandschutzfähigkeiten. Wenn ein Brandschutzglas gedimmt ist, aber am Rande immer noch transparent ist, ist es auch ein Zeichen von Synärese. Solche Gläser ersetzt werden unbedingt müssen.

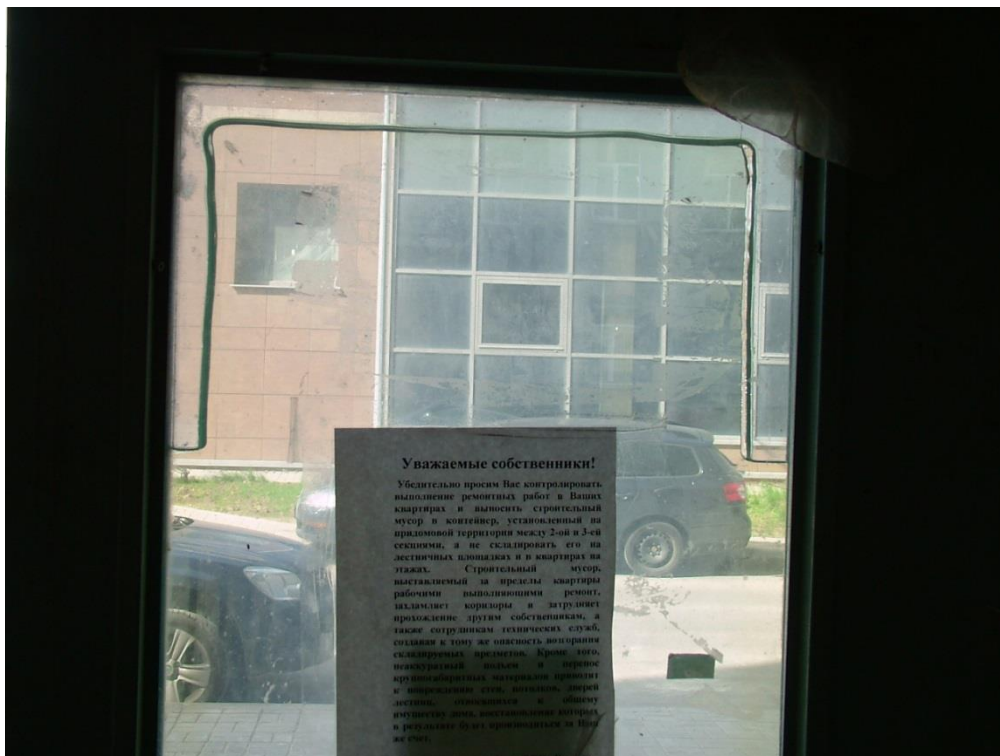


Fig 2. A sample of Syneresis in fire resistant glass with silicate based gel. Silicate based gel shrinks, reduces in size but preserve its initial rectangular shape. Separated liquid are moved into periphery of glass and partly leaks off. The glass completely lost its fire resistant properties.

Einfrieren

Einfrierungstemperatur des Wasserglases beträgt zwischen -2°C und -11°C . Wenn die Temperatur fällt unter der Einfrierungsgrenze wird zunächst Viskosität des Wasserglases sich stark erhöhen und dann kommen Eiskristallen und Eisflocken.



Fig 3. The aftermath of freezing of laminated glass with silicate based gel.

Die Trübung des Kieselgels

Um Kieselgel hart zu machen wird eine anorganische Polymerisation des Wasserglases verwendet. In Entwicklung der Polymerisation wird das Glas durch folgende Schritte passieren:

Flüssige Lösung \rightarrow Polysilikat \rightarrow kolloidales Silicium Dioxid

In dem Brandschutzglas befindet sich das Kieselgel in Zustand **Polysilikat (полисиликата)**, der sich farblos und transparent kennzeichnet. Unter bestimmten Bedingungen kann die Polymerisation weiter ablaufen, es werden **частицы кремнезема** gebildet und das Glas wird nicht mehr transparent. Das Glas wird auch unscharf wenn Temperatur sich erhöht. Lösliches Glas absorbiert UV, was zu einer weiteren Polymerisation führt.

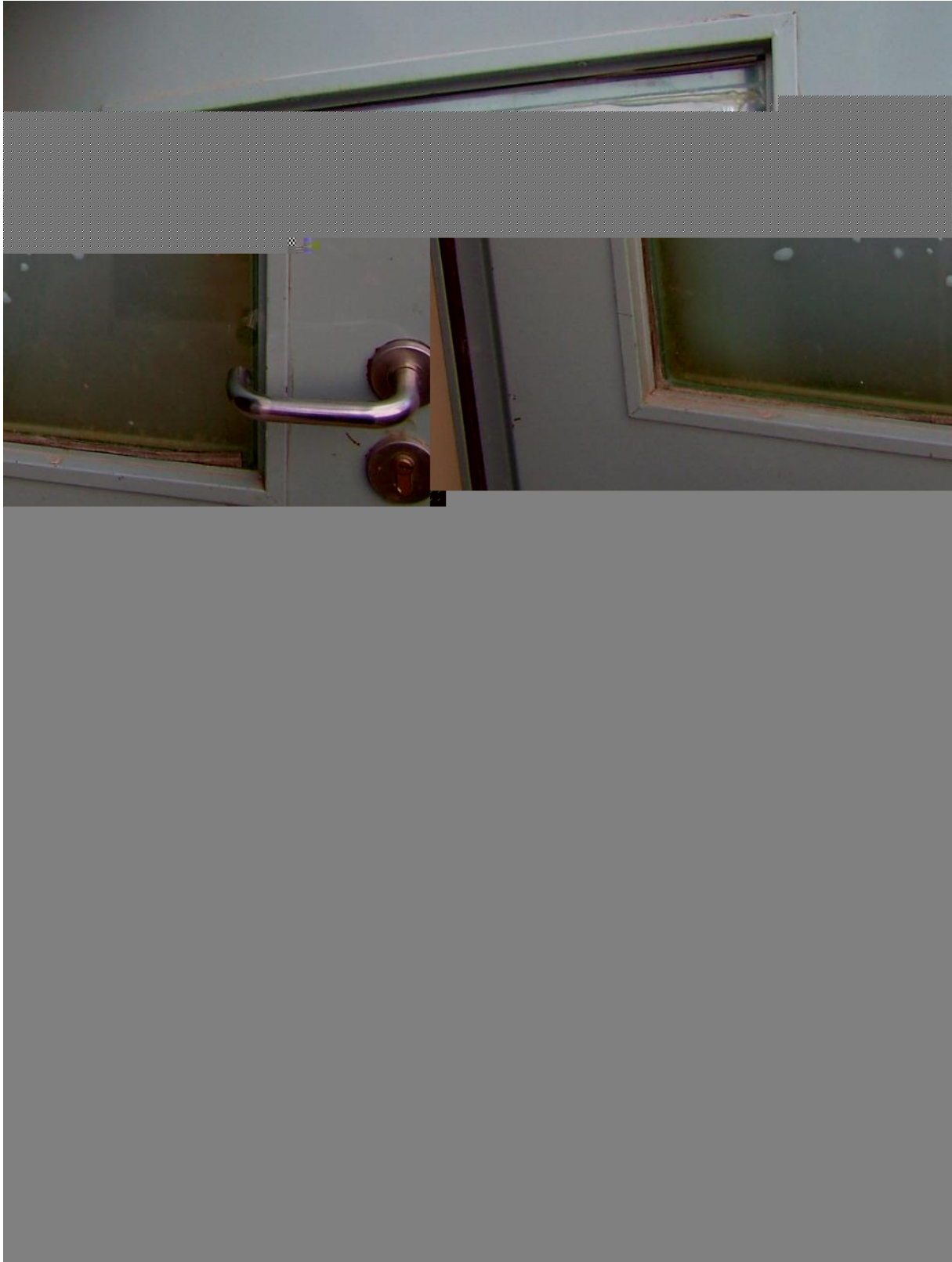


Fig 4. Haze formation in silicate based laminated glass.

Eine Möglichkeit um das Problem mit gefühltem Kieselgel

Vor wenigen Jahren hat sich das Unternehmen Evonik Industries aus Deutschland ein neues Rezept für die Erstellung von mit Gel gefüllten Brandschutzglas mit Kieselgel vorgeschlagen. Die Grundlage des Rezepts aus speziellen **Aerosil**, der aus Silicium Dioxid-Feinteilchen zusammen mit stabilisierenden Zusätzen. In gekühlten Reaktor mit Ankerrührer wird eine konzentrierte Lösung und

Aerosol geladen. Gemischte Lösung wird in vorgeformte Rahmen gehärtetem Glas gegossen, verdichtet und ins Ofen mit Temperatur von 75°C bis eine Transparenz des Glases gewährleistet wird.

Um Brandwiderstand EIW-30 zu gewährleisten, reicht auch Gel in 6mm Dichte (zwischen zwei gehärtetem Glas), für EIW-45 – 8mm. Mit dieser Technologie produziert Brandschutzglas Schweizer Unternehmen Interfer und Vetrotech.

Der Vorteil der von Evonik vorgeschlagenen Technologie ist, dass das Kaliumsilikat wird in bereits gefühltem Glas gebildet wird kann anfänglich hohe Viskosität bei einer niedrigen Polymerisationsgrad haben. Niedriger Polymerisationsgrad macht das Glas beständig gegen UV. Allerdings stellt dieser Vorteil auch folgende Probleme.

Formstabilität

In der Tat in der Technologie von Evonik bleibt das Silikagel eine sehr viskose Flüssigkeit. Die Dichte des Silicagels ist 1,5 Fache der Wasserdichte. Mit der Zeit wird das Gel sich an untere Seite des Glases zu sammeln und so eine Verdichtung unten und Verdünnung oben zu bilden. Außer optischen Verzerrung kann das Glas auch Schutzeigenschaften verlieren.

Zusammenwirkung des Glases und Beschichtung auf dem Glas

Bei der Trocknung nach der Technologie von Firma Pilkington bilden Glas und Silikat eine monolithische Struktur. Wenn Silikagel sich in halbflüssigen Zustand bleibt, wie ist in der Technologie von mit Evonik der Fall ist, kann man eher über Benetzung sprechen als Haftung. Die Haftung sollte zum Zeitpunkt der Verfestigung des Gels in ein Brand oder Feuer test des Glases. In der Tests in einigen Fällen auf einem kalten Glas kommt die Haftung nicht und dann kann die Gelschicht in Ofen zusammen mit zerstörtem Glas runterfallen. Technologische Verfahren für die Haftung sind Geschäftsgeheimnisse der Hersteller.

Vorteile von Paraflam- Brandschutzglas

- Der symmetrische Aufbau, unabhängig von welcher Seite eingebaut ist
- Möglichkeit größere Gläser zu installieren
- Bei der Herstellung werden keine gefährlichen Stoffe verwendet
- Glas ist Wasserstabil
- UV-Fest
- Hohe mechanische Festigkeit, weil Sicherheitsglas verwendet ist
- Weniger Gewicht

Nachteil: jedes Glas wird individuell Produziert, passiert durch mehrere technologische Schritte was an Dauer der Herstellung bewirkt.

Erkenntnisse

Brandschutz von Gebäuden unterliegen innerstaatlichen Rechtsvorschriften. Mit Entwicklung der Gesellschaft ist auch Bedarf nach Schutz des Gebäudes und Sicherheit für Menschen. In Russland ist das Hauptdokument 123 FZ "Technischen Regeln für Brandschutzanforderungen". Das Gesetz für die Anwendung erforderlich ist. Seit dem Einführen des Gesetzes im Jahr 2008, hatte er bereits eine Reihe von Änderungen und Ergänzungen. Gesetz regelt Brandfestigkeit des Brandschutzes in 15, 30, 45 und 60 Minuten. Gleiche Europäische Standards bieten auch 90 und 120 Minuten.

Egal, wie detailliert und perfekt das Gesetz ist, können nicht alle Anwendungsbeispiele abgedeckt werden. Bei der Planung sollen Vor- Und Nachteile der einzelnen Arten von Glas betrachten, auch auf die Nutzungsbedingungen der Konstruktion sollen geachtet werden. Brandschutzglas kann zusätzlich Schallabsorptionseigenschaften haben, auch selektive Lichtdurchlässigkeit, oder Farbe und Form. In der Innenarchitektur müssen auch UV-Beständigkeit es kann als die Strahlen der Sonne und moderne Leuchtstofflampen und LED-Beleuchtung sein). Bei Transport und Lagerung sind Temperaturen sehr wichtig. Alle Brandschutzglas erfordern eine sorgfältige und vorsichtige Handhabung sowohl bei Installation und Betrieb

Preis sollte das einzige Kriterium bei der Auswahl eines Lieferanten nicht sein. Wahrscheinlich ist es nicht notwendig, ein Glas mit einer Wahrscheinlichkeit für einen Totalverlust der schützenden Eigenschaften des Alterungsprozesses zu verwenden.