

Einfluss des Bubblings mit Knallgas auf die Restquarzlösung, Läuterung und Schaumdestabilisierung beim Glasschmelzprozess

Auszug aus dem Abschlussbericht

Einleitung

Bei Alkali-Erdalkali-Silikatgläsern werden 80% bis 90% der eingesetzten SiO₂-Menge bei den silikatbildenden Reaktionen verbraucht. Die Restquarzlösung hat die größte Bedeutung beim Schmelzprozess, weil sie in den überwiegend hergestellten Silikatgläsern den Zeitbedarf (ca. 50 %) für den Schmelzprozess bestimmt. Der Auflösungsprozess des nicht verbrauchten Quarzes (10 bis 20% in der silikatischen Schmelze) ist ein Prozess des Stoffübergangs (Diffusion). Zur Auflösung der SiO₂-Körner sind eine höhere Temperatur und mehr Zeit erforderlich. Der Anstieg der SiO₂-Konzentration in der Schmelze während der Restquarzlösung verlangsamt die Restquarzlösung. Sie wird durch die erzwungenen Konvektionsströmungen, die durch das Bubbling oder durch elektrische Zusatzheizung entstehen, beschleunigt. Auch durch die Anwendung von Schall kann man Wellen in der Schmelze entwickeln, um eine bessere Durchmischung der Glasschmelze zu erreichen. Von dem Bubbling der Glasschmelze mit O₂/H₂ bei stöchiometrischem Mischungsverhältnis (Knallgas oder Mischgas) wird nicht nur die Erzeugung von erzwungenen Konvektionsströmungen durch die zusätzliche Erwärmung erwartet, sondern auch die Entstehung von Druckunterschieden in der Glasschmelze durch Schallwellen (erzeugt durch die Explosionen). Durch die Druckwellen in der Schmelze würden sowohl Gasblasen, Restquarz als auch die umgebene Schmelze unterschiedlich angeregt werden und sich anschließend an unterschiedlichen Ortskoordinaten wieder finden. Damit sollten aber hohe Konzentrationsunterschiede aufrechterhalten bleiben und mit einer Beschleunigung der Läuterprozesse und der Restquarzlösung gerechnet werden. Also durch das Bubbling mit Knallgas (Mischgas) sollte nicht nur die Restquarzlösezeit gekürzt werden, sondern die Glasschmelze besser geläutert, homogenisiert und der eventuell gebildete Schaum destabilisiert werden. Die Destabilisierung des Schaums durch Bubbling mit Knallgas sollte durch zwei Effekte erzeugt werden: Eine mechanische Zerstörung der Schaumschicht und eine chemisch induzierte. Die chemisch induzierte könnte dadurch entstehen, dass sich das Reaktionsprodukt der Blase und des Wasserdampfes schnell aus der umgebenden Schmelze unter Bildung von NaOH verändert. In Kontakt mit der entalkalisierten Lamelle würde ein Alkalirücktransport mit einer deutlichen Lebensdauerreduzierung der Blase möglich sein, die von der Viskosität der Lamelle abhängt.

Untersuchungen zur Destabilisierung des Schaums

Im halbindustriellen Schmelzaggregat wurden 20 kg Scherben/Versuch bei möglichst konstanter Oberofentemperatur und Schmelzbadtemperatur geschmolzen.

Die Einhaltung der Temperaturen (Solltemperatur) war aus technischen Gründen nicht möglich. Nach der Einschmelzphase der Scherben entwickelte sich eine Schaumschicht von durchschnittlich 7 cm Höhe auf der Schmelzoberfläche, die genaue Höhe der jeweiligen Schaumschicht konnte aber nur abgeschätzt werden. Die Zufuhr von O₂ und H₂ erfolgte über die Bubblingsdüsen der Anlage. Während bei zwei Versuchen mit Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnis (40:80 l/h) gebubbelt wurde, wurde im Vergleichsversuch mit O₂ und N₂ im Verhältnis (30:60) gebubbelt. Für die kontinuierliche in-situ Überwachung des Versuchs wurde eine Sondenkamera eingesetzt. Bild 1 und 2 zeigen jeweils eine Aufnahme einer Glasschmelze bedeckt mit Schaum bzw. ohne Schaum.

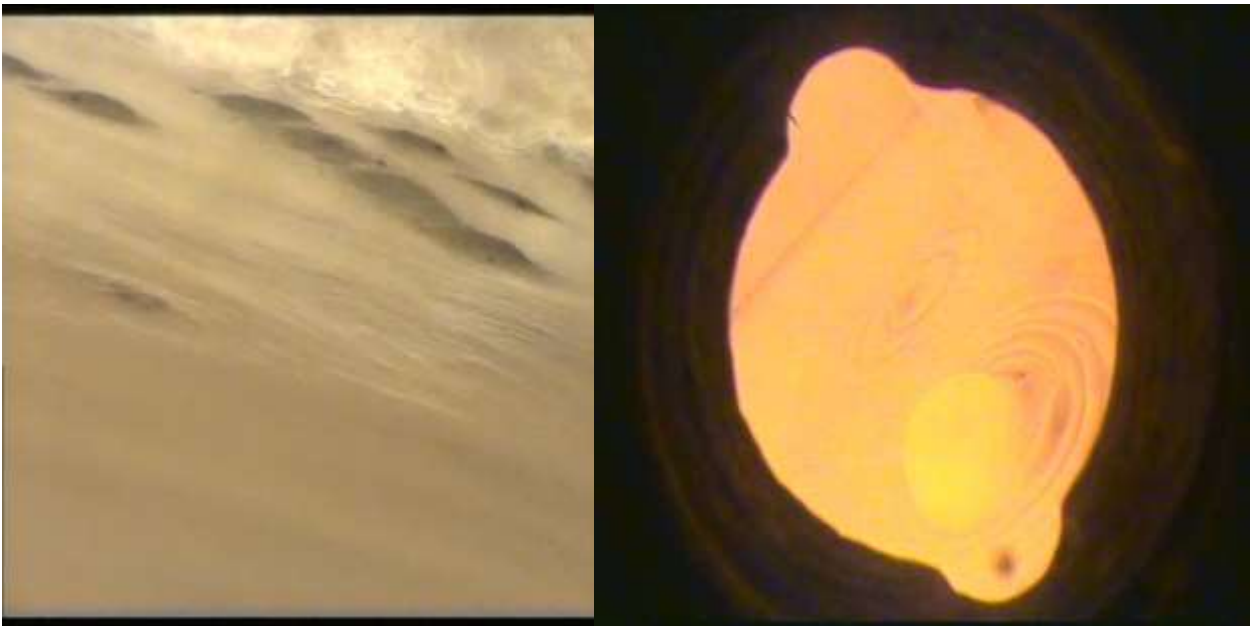


Bild 1: Aufnahme einer schaumbedeckten Oberfläche einer Industrieglasschmelze (Schmelzbereich)

Bild 2: Aufnahme einer schaumfreien Oberfläche einer Laborglasschmelze (Bubblingdüse)

Die Ergebnisse der einzelnen Versuche der Schaumdestabilisierung im halbindustriellen Schmelzaggregat sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Lebensdauer des Schaums

Bezeichnung	Lebensdauer des Schaums in Minuten	Verringerung der Lebensdauer des Schaums %	Bemerkungen
Vergleichsversuch	35 Minuten		Bubbling mit 30:60 O ₂ /N ₂ l/h
Knallgas1 (Mischgas)	20 Minuten	43	Bubbling mit 40:80 O ₂ /H ₂ l/h
Knallgas2 (Mischgas)	18 Minuten	49	Bubbling mit 40:80 O ₂ /H ₂ l/h

Schlussfolgerung

Trotz der Schwankungen der technologischen Parameter aufgrund der diskontinuierlichen Betriebsweise der kleinen Schmelzwanne bei der Durchführung der Versuche, kann folgendes Ergebnis formuliert werden:

1. Das Bubbling mit Knallgas (Mischgas) ermöglicht die Destabilisierung des Schaums.
2. Das Bubbling mit Knallgas führt zur Reduzierung der Restquarzlösezeit bzw. Steigerung der Schmelzleistung an der Schmelzwanne ohne erkennbare Verschiebung des Redoxzustandes.
3. Das Bubbling mit Knallgas hat unter den angegebenen Bedingungen keinen signifikanten Einfluss auf die Läuterung gezeigt.
4. Für die Weiterbearbeitung des Themas sind Praxisversuche an einer kontinuierlichen Schmelzwanne erforderlich.

TU Bergakademie Freiberg
 IKGB, Lehrstuhl Glas- und Emailtechnik
 Leipziger St. 28
 09599 Freiberg

08.04.2005

Diese Technologie wird unter dem Markennamen „HYFINE“ von der Linde AG in den Markt umgesetzt.