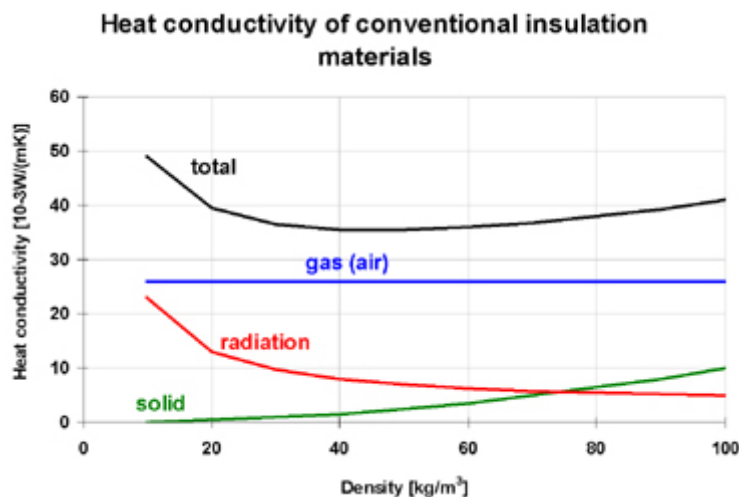


VIP – Physik

Quelle: www.vip-bau.ch, 2006

Heutige Vakuumisolations-Paneele (VIP) sind flache Elemente. Sie bestehen aus einem porösen Kernmaterial und einer gasdichten Hülle. Das Kernmaterial ist offenporig, damit es evakuiert werden kann. Zudem muss es in der Lage sein, dem atmosphärischen Druck von $10'000 \text{ kg/m}^2$ zu widerstehen. Die Wärmeleitung in Vakuumisolations-Paneelen ist etwa fünf- bis zehnmals geringer als in konventionellen Dämmmaterialien wie Glasfasern oder organische Schäume. Die Gaswärmeleitung in VIP ist eliminiert.

In konventionellen Dämmmaterialien wie Mineralwolle, Glaswolle oder organischen Schäumen wird der totale Wärmeübergang dominiert von der (nicht-konvektiven) Wärmeleitung im Gas in Zwischenräumen und Poren.



Die Wärmeleitfähigkeit von konventionellem Dämmstoff (Fasern und Schäume) wird von der Gasleitfähigkeit dominiert.

Somit können die Dämmeigenschaften durch die Reduktion der Gaswärmeleitung massgeblich verbessert werden. Die Gaswärmeleitung wird in einem porösen Medium durch die Anzahl Gasmoleküle (Transfermedium) sowie durch die Anzahl 'Wände' auf dem Weg von der warmen zur kalten Seite der Isolation bestimmt. Bei hohem Druck, wenn die durchschnittliche Weglänge der Gasmoleküle viel kleiner ist als die Porengrösse, sind Kollisionen der Gasmoleküle limitierend für einen effizienten Wärmeübergang. In diesem Fall ist ein Anstieg des Gasdrucks und ein Anstieg der Anzahl Gasmoleküle korreliert mit einer Verringerung der durchschnittlichen Weglänge. Da sich die beiden Effekte - Anzahl Gasmoleküle und Kollisionshäufigkeit - gegenseitig kompensieren, ist die Wärmeleitfähigkeit von Gasen bei höheren Drücken nahezu unabhängig vom Gasdruck.

Oben beschriebenes Verhalten gilt bei Atmosphärendruck für die meisten konventionellen Dämmmaterialien. Ebenso ist die Gaswärmeleitung durch die thermische Leitfähigkeit des nicht-konvektiven Gases bestimmt. Durch die Reduktion des Gasdruckes durch "Evakuierung"

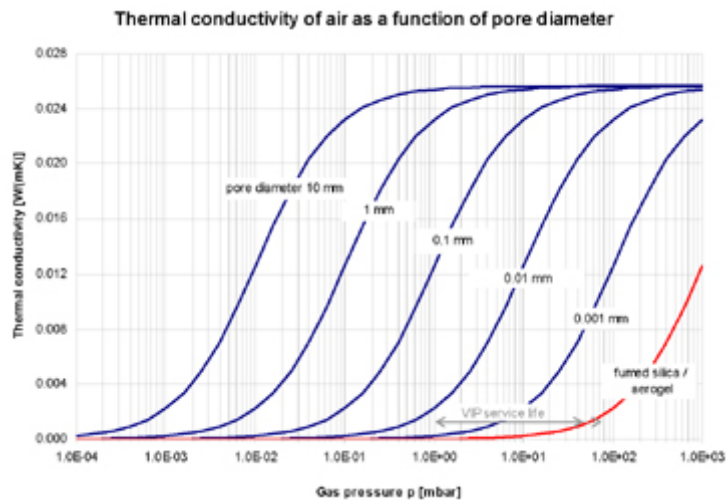
bleibt die Gaswärmeleitung solange nahezu unverändert, bis die durchschnittliche freie Weglänge ähnliche oder grössere Werte erreicht wie der Durchmesser der (grössten) Poren. Ein aussergewöhnliches Material diesbezüglich sind gepresste Pulverplatten aus pyrogener Kieselsäure mit maximalen Poren in der gleichen Grössenordnung wie die durchschnittliche freie Weglänge der Luftmoleküle bei Atmosphärendruck (rund 70 nm). Bei diesem Material wird die Gaswärmeleitung bereits bei Atmosphärendruck von der Feinstruktur beeinflusst. Es kann als "teilweise evakuiert" betrachtet werden und scheint somit ein prädestiniertes Material für "evakuierte" Isolationen zu sein.



Komponenten eines VIP. Der Kernbeutel (core-bag) sorgt für mechanische Stabilität und schützt die Schweissnähte vor Verschmutzung durch Pulver des Kernmaterials.

(Foto: va-Q-tec)

Die aktuelle VIP-Technologie verwendet dieses Material mit den geringsten Ansprüchen an die Qualität des Vakuums, welches mit speziell undurchlässigen Folien erreicht und langfristig gewährleistet wird und somit die Anforderungen bei Anwendungen in Gebäuden erfüllt. Pyrogene Kieselsäure reduziert die Gaswärmeleitung sogar bei Umgebungsdruck.



Die kleinen Poren von pyrogener Kieselsäure oder Aerogel reduzieren die Gaswärmeleitung bereits bei Atmosphärendruck. Heutige VIP (pyrogener Kieselsäure-Kern) haben fabrikneu einen Innendruck im Bereich von 1 bis 3 mbar. Das Lebensende des VIP ist erreicht, wenn die Gaswärmeleitung anzusteigen beginnt (50 bis 100 mbar).