

HVG-Mitteilung Nr. 2019

FKS-Platin: Ein Konstruktionswerkstoff für Schlüsselkomponenten zur Homogenisierung von Gläsern

M. Oechsle, H. Gölitzer OMG AG & Co. KG, Hanau

Vortrag auf der DGG-Jahrestagung am 28. Mai 2002 in Bad Soden

1. Einleitung

Schlüsselkomponenten aus FKS-Platin der OMG werden seit Jahren erfolgreich bei der Verarbeitung hochwertiger Glasschmelzen eingesetzt. Bereits in den Entwicklungsprozess integriert OMG nicht nur die Kenntnis des Hochtemperaturverhaltens der Platinwerkstoffe, sondern berücksichtigt auch die der Platinlegierung angepassten Fertigungsverfahren sowie das dynamische Verhalten der Bauteile in den Glaswannen und Feedern. Ein störungsfreier Betrieb von hochwertigen FKS-Platin Komponenten kann durch diese integrierte Produktentwicklung über mehrere Jahre hinweg sichergestellt werden.

2. Platin - Konstruktionswerkstoffe

Die Verarbeitungstemperatur der Glasschmelzen in Verbindung mit dem dynamischen Betriebsverhalten der Schlüsselkomponenten zeigt dem Hochtemperatur-Konstruktionswerkstoff die Grenzen: Höchste mechanische Festigkeit bei geringster plastischer Verformung.

Nicht von ungefähr gewinnt die Verfestigung von Platinwerkstoffen seit vielen Jahren kontinuierlich an Bedeutung. Neben der Mischkristallhärtung durch Legierungsbildung, diese wird für metallische Werkstoffe bis zu mittleren Temperaturen ($\approx 0,6 T_G$) eingesetzt, hat sich zur Festigkeitssteigerung die Dispersionshärtung etabliert. Die Kombination von im Platin feinverteilten, harten, nichtmetallischen, kleinen Teilchen und einer sehr hohen Versetzungsdichte ermöglicht eine beträchtliche Steigerung der Hochtemperaturfestigkeit der FKS-Platinwerkstoffe (**FeinKornStabilisiert**)(Abb. 1).

Dieser grundsätzliche Unterschied im Härtemechanismus des Werkstoffes überzeugt: Bereits eine geringe Beimengung von fein verteilten Dispersoiden steigert die temperaturabhängige Festigkeit – Zeitstandfestigkeit – deutlich besser, als die Zugabe von mischkristall-bildenden Elementen wie Rhodium (Abb. 2). Auch die Neigung zur plastischen Verformung – Kriechverhalten - ist über diesen festigkeitssteigernden Mechanismus beeinflussbar. Vor allem bei der Auslegung von dynamisch belasteten Bauteilen, wie zum Beispiel Rührwerken, ist ein geringes Kriechverhalten zur Aufrechterhaltung der Funktion von größter Wichtigkeit.

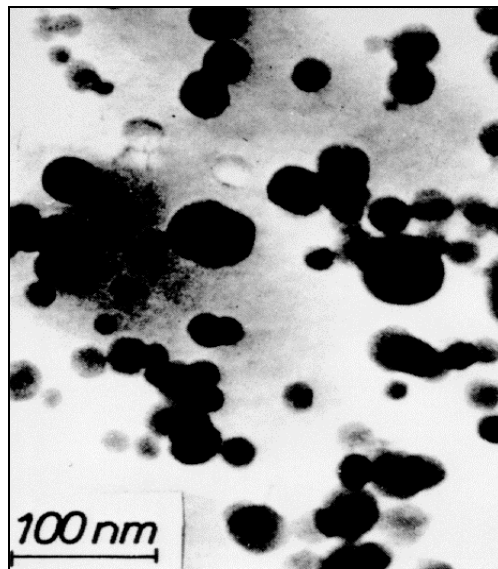


Abbildung 1: Verteilung von Zirkonoxidpartikeln in FKS 16Pt.

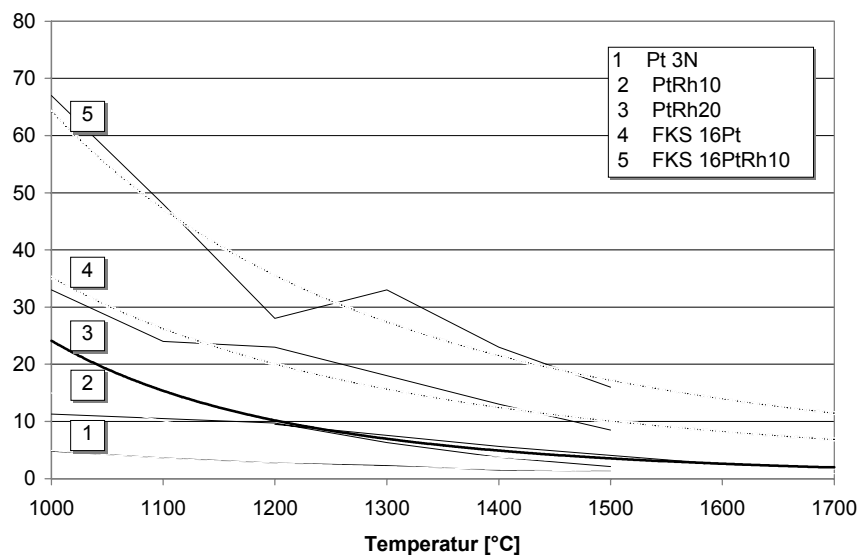


Abbildung 2: Zeitstandfestigkeit (100 h) verschiedener Platin-Konstruktionswerkstoffe als Funktion der Temperatur.

3. Fertigungsverfahren

Schlüsselkomponenten aus FKS-Platin sind aus Einzelsegmenten, meist Bändern, Blechen und Profilen, aufgebaut. Zwei Verarbeitungsstufen der Fertigungstechnik – Umformen und Fügen – prägen die Umsetzung der ausgearbeiteten Entwürfe in ein funktionsfähiges Bauteil (Abb. 3).

Dank der intelligenten Verbindung standardisierter Umformverfahren sowie von speziell auf die Eigenschaften der Platinwerkstoffe abgestimmter Umformprozesse können komplexe Designs realisiert werden. Mit diesen speziell von OMG entwickelten Fertigungstechnologien erweitern sich die Gestaltungsmöglichkeiten für Bauteile, eine individuelle Anpassung zur Verbesserung der Funktionalität der Bauteile ist dadurch realisierbar.



Abbildung 3: Schraubenplunger.

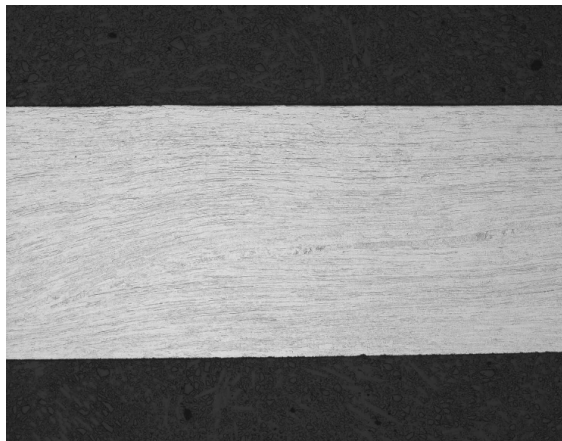


Abbildung 4: Hammerschweißung von FKS 16Pt.

Die richtige Fügetechnik führt bei der Produktentwicklung die Bereiche Werkstoff Fertigung und Konstruktion zusammen (Abb. 4). Nicht nur aus diesem Grund ist die Bedeutung, die dem Schweißen beigemessen werden muss, offensichtlich. Je nach Art und Höhe der mechanischen Belastung – Zug Druck, Biegung, Scherung, etc. - sowie der Beheizungsart des Platinwerkstoffs - direkt elektrisch oder indirekt beheizt – beeinflusst die Wahl des Schweißverfahrens entscheidend die Funktionalität sowie die Lebensdauer. Für FKS-Werkstoffe ist zudem zu berücksichtigen, dass im schmelzflüssigen Zustand die Dispersoide koagulieren und ausgeschwemmt werden können, somit eine Schwächung der mechanischen Festigkeit des Basiswerkstoffs durch Gefügeveränderung vorliegt.

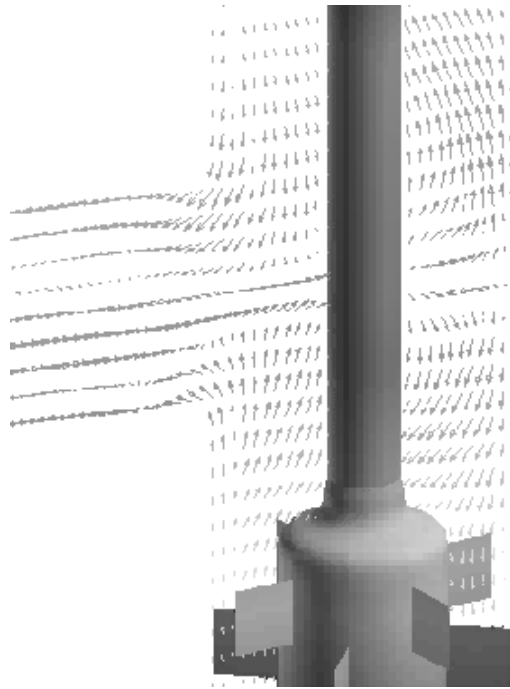


Abbildung 5: Strömungsverhältnisse Feederzelle.

4. Dynamisches Bauteilverhalten

Eine innovative Methode zur Beurteilung des anwendungsnahen Bauteilverhaltens in der Produktentwicklung stellt die Simulation dar. Gegenüber den traditionellen, auf Erfahrungswissen basierenden Auslegungsmethoden von Schlüsselkomponenten steht dem Konstrukteur damit ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe er detailliert den Einfluss äußerer Größen auf Schlüsselkomponenten bewerten kann. So ist es ihm möglich bereits in der Projektierungsphase Rückschlüsse auf das spätere struktur-mechanische Verhalten zu erhalten.

OMG verfolgt bei der Bestimmung des dynamischen Bauteilverhaltens das Ziel einer übergreifenden Betrachtung, zumal sich die isolierte Analyse von Einzelprozesse für den Entwicklungsprozess von FKS-Platin Bauteilen zum Einsatz in Glaswannen als ineffizient erwiesen hat. Die Betrachtung der Strömungsverhältnisse innerhalb glasführender Systeme erlaubt zum einen Rückschlüsse auf die zeitabhängige, mechanische Belastung der Platinkomponenten (Abb. 5).

Zum anderen können die ermittelten mathematischen Daten zur Beantwortung unterschiedlichster Fragestellungen, die das viskose Glas betreffen, weiterverwendet werden.

Für den Entwicklungsprozess von FKS-Platin Komponenten ist jedoch vor allem die Übertragung der Ergebnisse aus der Strömungssimulation in eine FEM-Simulation von Bedeutung. Diese strukturmechanische Betrachtung der Bauteile stellt ein geeignetes Verfahren dar, um das physikalische Verhalten von Körpern unter Lasteinbringung eingehend untersuchen zu können.

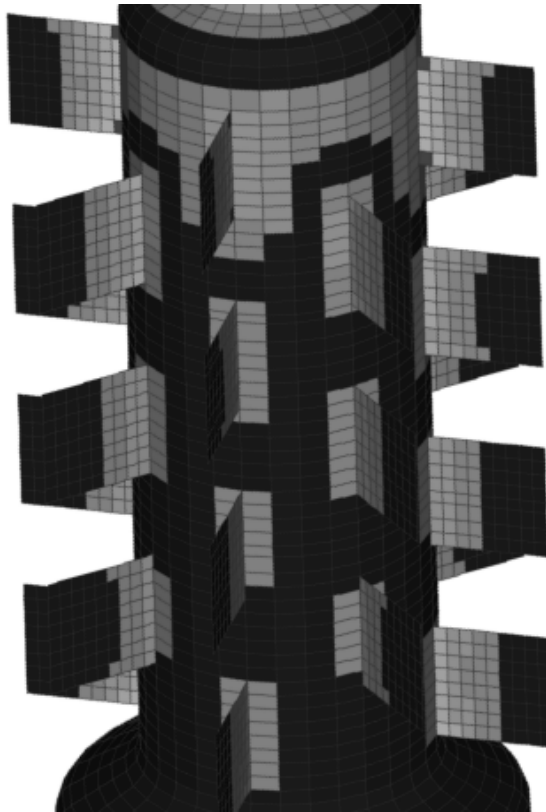


Abbildung 6: Spannungsverteilung Keulenplunger.

Durch die Möglichkeit der Visualisierung auftretender Belastungen ist es OMG mit konstruktiven Maßnahmen möglich, Schwachstellen aus kritischen Bereiche in weniger kritische Bereiche zu verlagern (Abb. 6).

Dank dieser modernen Entwicklungswerkzeuge lässt sich zudem der Einfluss von Änderungen des Design auf das Gesamtsystem zeitnah bestimmen. Kostspielige betriebliche Fehlschläge und nicht zielführende zeitaufwendige Modellversuche werden somit vermieden.

5. Zusammenfassung

Die integrierte Produktentwicklung wird von OMG erfolgreich umgesetzt. Bereits im Verlauf der Konzeptphase wird das breite Know-How der Werkstoffe und Verarbeitungstechnologien mit modernen Engineering Werkzeugen gepaart.

Diese Vorgehensweise erlaubt es der OMG ihre hochwertigen FKS-Platin-Schlüsselkomponenten bedarfsorientiert den Rand- und Einbaubedingungen unterschiedlicher Systeme anzupassen.

Der langjährige redundante industrielle Einsatz derartig konzipierter Systeme erlaubt es den Betreibern von Glaswannen und Feedern die Anzahl der Wartungsintervalle zu minimieren und Standzeiten von bis zu sieben Jahren, die einer Ofenreisezeit entsprechen können, zu realisieren.

