

УДК 546.284; 546.06

## СОСТАВ ГУСЕВСКОГО ХРУСТАЛЬНОГО СТЕКЛА СЕРЕДИНЫ XIX В.

А.А. Дроздов<sup>1\*</sup>, М.Н. Андреев<sup>1</sup>, А.В. Чуканова<sup>2</sup>, В.К. Карандашев<sup>3</sup>, В.А. Хвостиков<sup>3</sup><sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;<sup>2</sup>Государственный Владимиро-Суздальский музей-заповедник;<sup>3</sup>Институт проблем технологии микроэлектроники

и особо чистых материалов РАН; e-mail: camertus@mail.ru)

Впервые изучен состав гусевского хрустального стекла середины XIX в., а также его термические и спектральные (рамановские спектры, флуоресценция) свойства. Показано, что стекло принадлежит к группе поташно-известковых силикатных стекол с низким содержанием свинца. Данная рецептура была впервые разработана в центральной Европе во второй половине XVII в. и усовершенствована в начале XVIII в. Продемонстрированы возможности использования портативного рентгено-флуоресцентного анализатора для анализа силикатных стекол.

Abb. 2018-1/36-01; [www.chem.msu.ru/rus/vmgu/](http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/) ... 2018 ... No. 3

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 2. ХИМИЯ. 2018. Т. 59. № 3 / Bulletin der Universität Moskau. Reihe Chemie, 2018. Vol. 59. No. 3

A. A. Drozdov [1], M. N. Andreyev [1], A. V. Chukanova [2], V. K. Karandashev [3], V. A. Khvostikov [3], S. 217

A. A. Дроздов [1], М. Н. Андреев [1], А. В. Чуканова [2], В. К. Карандашев [3], В. А. Хвостиков [3], S. 217

### Die Zusammensetzung von Kristallglas der Fabrik Gus-Khrustalny von der Mitte des 19. Jahrhunderts

[Состав гусевского хрустального стекла середины XIX века]

[Übersetzung aus dem Russischen SG]

**SG:** zum Abdruck:

Es ist weltweit die 1. Untersuchung von Kristallglas aus Russland aus der Mitte des 19. Jhdts.! Sie ist sehr wichtig für den Vergleich mit England, Frankreich, Belgien und Böhmen: Gläser aus geblasenem und gepresstem Bleikristall aus Vonêche, Baccarat, St. Louis ... Harrach! ... und für die Lumineszenz / Fluoreszenz von Bleikristall ...

**Abstract**

Die Zusammensetzung von **Kristallglas** der **Fabrik Gus-Khrustalny** aus der Mitte des 19. Jahrhunderts sowie seine thermischen und spektralen Eigenschaften (Raman-Spektren, Fluoreszenz) wurden erstmals untersucht. Es zeigt sich, dass dieses Glas zur Gruppe der **Kali-Kalk-Silikatgläser mit niedrigem Bleigehalt** gehört. Dieses Rezept wurde zuerst in Mitteleuropa in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts entwickelt und im frühen 18. Jahrhundert verbessert. Die Möglichkeiten der Verwendung eines tragbaren **Röntgenfluoreszenz-analysators** für die Analyse von Silikatgläsern werden demonstriert.

**Schlüsselwörter:**

Silikatglas, Geschichte der Glasherstellung, Röntgenfluoreszenzanalyse (RFSA), Raman-Spektroskopie

Впервые изучен состав **гусевского хрустального стекла** середины XIX века, а также его термические и спектральные (рамановские спектры, флуоресценция) свойства. Показано, что стекло принадлежит к группе **поташно-известковых силикатных стекол с низким содержанием свинца**. Данная рецептура впервые разработана в центральной Европе во второй половине XVII в. и усовершенствована в начале XVIII в. Продемонстрированы возможности **использования портативного рентгено-флуоресцентного анализатора** для анализа силикатных стекол.

**ключевые слова:**

силикатное стекло, история стеклоделия, рентгенофлуоресцентный анализ (РФСА), рамановская спектроскопия



For the first time the composition of the **crystal glass** produced by **Gus-Khrustalny factory** in the middle of the 19th century has been characterized. A sample studied is shown to be **potassium-calcium glass with a low lead content**. The receipt of such composition has been firstly developed in Middle Europe in the second half of the 17th century and then improved in the beginning of 18th. A possibility to use a **portable XRF spectrometer** for express analysis of historical glass is demonstrated.

**Key words:** silicate glass, history of glassmaking, XRF analysis, Raman spectroscopy

УДК 546.284; 546.06 / UDC 546.284; 546.06

- [1] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Staatliche Universität Moskau  
benannt nach M. V. Lomonosov  
Lomonosov Moscow State University
- [2] Государственный Владимиро-Суздальский музей-заповедник  
Staatliches Vladimir-Suzdal Museum-Schutzgebiet  
The Vladimir-Suzdal History, Architecture and Art Museum and Reserve
- [3] Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН, г. Черноголовка  
Institut für Mikroelektronik-Technologie und hochreine Materialien RAN  
The Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials of the Russian Academy of Sciences  
www.ipmt-hpm.ac.ru/index.ru.html  
Mail: camertus@mail.ru

**Russisches Künstlerisches Glas des 18. - 19. Jahrhunderts** leistet einen wesentlichen Beitrag zur Geschichte der Glasherstellung. Historiker und Kunsthistoriker haben die Formen der Produkte, ihre Verarbeitungs- und Dekorationsmethoden genau studiert. Die **Zusammensetzungen der russischen Gläser dieser Periode** wurden **nicht praktisch untersucht**. Dafür gibt es mehrere Gründe. Der erste ist die Komplexität der **Zuschreibung von Glasprodukten**, die im Unterschied zu Porzellan und Steingut erst Ende des 19. Jahrhunderts akzeptiert wurde. So ist es nur auf der Grundlage **schriftlicher Quellen** und Kunstkritik möglich, ein Objekt mit einem bestimmten **Unternehmen** zu verbinden. Viele wichtige Produkte, zum Beispiel Gegenstände aus den Tafelservicen des Palasts, wurden zu einem späteren Zeitpunkt reproduziert und manchmal in **anderen Glasfabriken** reproduziert [SG: z.B. **Maltsov, Bachmetev**]. Perfekt ausgeführt, unterscheiden sie sich optisch kaum von früheren Originalen. Nur die **chemische und technologische Untersuchung** kann die Frage nach dem **Zeitpunkt ihrer Entstehung** beantworten, aber bis jetzt ist ihre Verwendung durch die Tatsache beschränkt, dass die Zusammensetzungen von Gläsern dieser Zeit nicht praktisch untersucht worden sind. Ihre Untersuchung - so die Autoren - ist eine **Hauptaufgabe**.

Um sie durchzuführen, benötigt man **Objekte mit einem genau bekannten Ort und Zeitpunkt der Herstellung**, die in **Museen** aufbewahrt sind. Der zweite Grund ist die Schwierigkeit, Objekte aus Sammlungen von Museen zu untersuchen. Das liegt an der Tatsache, dass eine vollständige physikalisch-chemische Studie Methoden beinhaltet, die die **Probe zerstören**.

Für diese Studie haben wir ein Fragment der **Aufhängung** für einen **Kandelaber** ausgewählt (**Abbildung 1**), die sich in der Sammlung im Museum **Gus-Khrustalny** befindet. Nach Form, Größe, Farbe und Art der Behandlung der Oberflächen entspricht sie vollständig den Aufhängungen für einen der Kandelaber im Kristallmuseum in Gus-Khrustalny, benannt nach den **Maltsovs** (**Abbildung 2**), und stellt eine der Ersatz-Aufhängungen zu diesen oder ähnlichen Kandelabern dar. Das Produkt stammt aus der **Mitte des 19. Jahrhunderts** und wurde hergestellt in der **Gusevsky Kristallfabrik** [Гусевской хрустальной фабрик] [1].

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse einer umfassenden Untersuchung dieses Fragments.

Abb. 1. Foto des untersuchten Fragments

Рис. 1. Фото изученного фрагмента



Рис. 1. Фото изученного фрагмента

### Der experimentelle Teil

Die Photolumineszenz- und Anregungsspektren der Probe wurden bei Raumtemperatur an einem **Perkin-Elmer LS-55-Fluoreszenzspektrometer** unter Verwendung einer Xenonlampe gemessen, die mit einem Monochromator als Anregungsquelle ausgestattet war. Bei der Arbeit wurden Anregungsspektren verwendet, die bei einer Wellenlänge von  $\lambda_{ex}=252$  nm erhalten wurden.

Die Zusammensetzung der Elemente der Probe wurde bestimmt durch induktiv gekoppelte **Plasma-Massenspektrometrie** in Kombination mit **Laserabtastung** (JIA-ИСП-МС / LA-ISP-MS). Verwendet wurden ein „X-7“ Spektrometer („Thermo Scientific“) und ein Laser „UP266 MACRO“ („New Wave Research“). Die parallele **zerstörungsfreie Bestimmung der Zusammensetzung der Elemente der Probe** wurde durchgeführt mittels **Röntgenspektralfluoreszenzanalyse**

(РСФА / RSFA) unter Verwendung eines **tragbaren Analysators X-Met7500**, Oxford Instruments. Zusätzlich wurde ein **Fragment** der Probe mit einem Gewicht von ~6 mg analysiert durch **Massenspektrometrie** (X-7, Thermo Scientific) und Atomemission mit induktiv gekoppeltem Plasma („CAP-6500 Duo“, „Thermo Scientific“) nach seiner sauren Auflösung im Autoklaven (MC/АЭС-ИСП / MS/AES-ISP).

Abb. 2. Foto des Kandelabers  
Рис. 2. Фото канделябра



Das Analyseverfahren ist analog zu der Technik, die zum Analysieren von **Granitproben** verwendet wird und ist detailliert beschrieben in [2]. Die thermischen Eigenschaften wurden an einem Dilatometer „Netzsch DIL 402 C“ im Temperaturbereich von 40 bis 1000 °C in Luft mit einer Heizrate von 5 Grad/min untersucht.

**Raman-Spektren** wurden erhalten mit einem Spektrometer „Renishaw InVia“ mit Laseranregung mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 532$  nm mit einer Auflösung von 1-2  $\text{cm}^{-1}$  im Bereich von 300 - 1400  $\text{cm}^{-1}$ .

### Diskussion der Ergebnisse

Das **Testmuster** ist ein gut poliertes dreieckiges Prisma von 6 cm Länge mit den Abmessungen 15, 16 und 20 mm. Äußerlich sieht das Glas **homogen** aus ohne Verdrehungen, Steine und Blasen [без свилей, камней и пузырьков]. Die Glasübergangstemperatur, bestimmt dilatometrisch, beträgt 582 °C und der Erweichungspunkt beträgt - 646 °C.

Die **Ergebnisse** der Elementaranalyse des Fragments der Aufhängung unter Verwendung der Methoden LA-ICP-MS und MS/AES-ICP sowie RSFA sind angegeben in **Tabelle 1**.

Diese Methoden wurden in der letzten Zeit in der Elementaranalyse verschiedener Objekte weit verbreitet, einschließlich solcher, die auf **historische Gläser** angewendet wurden [3].

Die **Ergebnisse** der Analyse dieses Fragments durch die Verfahren LA-ICP-MS und MS/AES-ICP sind in guter Übereinstimmung miteinander und **Tabelle 1** zeigt die Mittelwerte der Grundelemente außer **Si** und **B**, deren Bestimmung nur mit LA-ICP-MS möglich ist. Im Fall von MS/AES-ICP fliehen diese beiden Elemente in Form von flüchtigen Fluoriden bei der Auflösung.

Zusätzlich sind in der gleichen Tabelle mehrere andere **Verunreinigungselemente** mit einem Gehalt von mehr als 0,02 % angegeben.

Zusätzlich zu den in Tabelle 1 aufgelisteten Elementen erlauben die Verfahren LA-ISP-MS und MC/AES-ISP die Bestimmung von sogar mehr als **30 Verunreinigungselementen**, der Gehalt liegt im Bereich von  $10^{-3}$  % bis  $10^{-6}$  % des Gewichts.

Der **Fehler** bei der Bestimmung des Verfahrens MS/AES-ISP betrug 5 bis 15 %, abhängig von dem Element und der Höhe seines Anteils, und für LA-ISP-MS von 15 bis 30 % [4].

**Diese Daten können beim Vergleich verschiedener Proben von Gussevsky-Glas für weitere Arbeiten nützlich sein.**

Eines der Ziele dieser Arbeit war, die Fähigkeiten des **tragbaren Analysegeräts X-Met7500** zur **Analyse von Glasproben zu bewerten**. Wegen der Absorption des langwelligen Bereichs des Röntgenspektrums durch Luft ist die Verwendung dieser Vorrichtung beschränkt auf Elemente, die im Periodensystem nach **Natrium** (Na) stehen.



Der Gehalt der Elemente im Glas wird berechnet aus den fundamentalen Parametern mit dem **Standard-Mining-Programm**, das entwickelt wurde für die **Analyse von Mineralien und Gesteinen. 5 parallele Messungen** der Aufhängung wurden durchgeführt. **Tabelle 1** zeigt die Daten für den kleinsten und größten Gehalt an Elementen im Glas sowie den Durchschnittswert. Wie aus den Daten in Tabelle 1 ersichtlich ist, beträgt die **Streuung** dieser Werte nicht mehr als 1 %.

Für **Si, K, As, Pb, Mn** [Silizium, Kalium, Arsen, Blei, Mangan] wird eine gute **Übereinstimmung der Mittelwerte** mit den Daten von LA-ICP-MS und MC/AES-ISP beobachtet. Gleichzeitig wurden für **Ca** [Kalzium] erhebliche **Abweichungen** festgestellt, was auf die Notwendigkeit hindeutet, das **Mining-Programm für Glasproben zu verfeinern**. Daher kann nach unserer Meinung ein **tragbarer Röntgenfluoreszenzanalysator verwendet** werden, um den Inhalt von **Elementen im Glas** zu bewerten, beginnend mit **Silizium**. Um die **Genauigkeit** der Bestimmung zu verbessern, ist eine spezielle **Kalibrierung** des Instruments erforderlich.

**Tabelle 1.**  
**Die wichtigsten Elemente, die im Glas der Aufhängung von Gussevsy gefunden wurden, nach den Daten von IMP-MS und RSFA [ИМП-МС и РСФА].**

Element	S, % Gewicht										
	Si	Al	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Mn	B	Fe
LA-ISP MS & MS/ASE-ISP [ЛА-ИСП МС и МС/АСЭ-ИСП]	34,66	0,062	0,285	13,48	6,37	0,03	0,37	0,314	0,026	0,005	0,041
РФС миним / minimum	34,6	-	-	11,3	3,0	-	0,3	0,3	0,01	-	0,00
РФС максим / maximum	35,3	-	-	12,0	3,1	-	0,3	0,3	0,02	-	0,03
РФС среднее / durchschnittlich	35,0	-	-	11,6	3,0	-	0,3	0,3	0,02	-	0,02

**Tabelle 2.**  
**Zusammensetzung der Hauptbestandteile des Glases (% Gewicht) der Aufhängung (1) im Vergleich zu europäischen Gläsern (2 - Naliboki Becher, ca. 1790, Nationalmuseum Warschau, Inv.Nr. 34066/3, 3 - Deckel des böhmischen Bechers, 1. Hälfte 18. Jhdt., Nationalmuseum Posen, Inv.Nr. Rz 1245/2)**

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	MnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fußnote
1	74,27	0,12	0,38	16,24	8,92	0,11	0,48	0,34	0,03	0,02	0,06	
2	67,49	0,94	0,99	18,11	9,34	0,24	0,86	0,44	0,48	<0,4	0,13	[6]
3	73,15	0,31	0,55	14,17	9,48	<0,17	1,21	0,36	0,05	<0,4	0,04	[6]

Aus den Daten in **Tabelle 1** folgt, dass die Aufhängung aus **Kali-Kalk-Glas mit einem sehr geringen Bleigehalt** besteht [поташно-известкового стекла с очень низким содержанием свинца]. Dieses Glas entspricht dem **mitteleuropäischen Rezept des 18. Jahrhunderts** und findet die engsten Analogien in **böhmischen und polnischen Mischungen**. Dies kann als Ergebnis einer konsistenten Verbesserung der Formulierung in Richtung einer **Verringerung des Bleigehalts** und einer **Erhöhung der Menge von Kalzium / Ca** angesehen werden. Aus der Anzahl der untersuchten mitteleuropäischen Gläser ist die Zusammensetzung des Glases der Aufhängung näher am **Naliboki-Becher um 1790** und am **Deckel des böhmischen Bechers der 1. Hälfte des 18. Jahrhunderts** [5-7].

Im Unterschied zu den Produkten der **sächsischen (Dresden, Altmünden)** und **brandenburgischen (Potsdam, Zechlin) Fabriken**, die in der Regel **mehr als 5 % PbO** enthalten, war das Glas von **Böhmen und Ostpolen gering bleihaltig oder gar bleifrei**. Bei der bewussten Einführung geringer Bleimengen in der Mischung wird indirekt das Vorhandensein von **Arsen**

in der Mischung angezeigt, obwohl es in kleineren Mengen zugesetzt wurde, als dies beim Schmelzen von Gläsern mit höherem Bleigehalt der Fall war.

[SG:  
Königlich-Polnische Kurfürstlich Sächsische Glasfabrique Dresden 1698-1706 / 1709-1712, Tschirmhaus Fürstliche Glashütte zu Altmünden 1594-1818, Hessen-Kassel]

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-sachsen-glasindustrie-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-sachsen-glasindustrie-1900.pdf)

Wenden wir uns der Analyse anderer **Komponenten der Verunreinigung** des Glases zu. **Natrium** ist anscheinend in Form einer Beimischung in **Kalium** in das Glas gelangt. **Aluminium** kam in die Glasmasse beim Schmelzen in Tonhafen [варки из глиняных горшков]. Der Gehalt von **Magnesium** entspricht seiner Verunreinigung in Kalkstein [примеси в известняке].

Die **hohe Reinheit der schlesischen Sande** [гжельских? песков] [SG: Hohenbocka?] wird durch den geringen Gehalt an **Eisen** darin und als Folge die

Einführung einer kleinen Menge **Pyrolusit** für die optische und chemische Verfärbung angezeigt. Zum Vergleich stellen wir fest, dass das Glas des **Naliboki-Bechers** fast **doppelt so viel Eisen** enthält, was zu einer signifikanten Erhöhung der Menge an eingeführtem Pyrolusit führte. Eine kleine Menge **Boroxid** ist auch ein unveränderliches Merkmal der **mitteleuropäischen Rezeptur**, die in der **2. Hälfte des 17. Jahrhunderts** geschaffen wurde. Die ursprünglichen Zusammensetzungen der Gläser waren **instabil** - sie haben sich bei längerer Lagerung in feuchter Luft leicht eingetrübt und sind an der Oberfläche gerissen. Dies lag an einem niedrigen Gehalt an **Kalcium**. In der **späten Hälfte des 18. Jahrhunderts** begann die Menge an **Kalziumoxid** im Glas zu steigen. Im Glas der Aufhängung (Glas 1) beträgt das **Massenverhältnis von K<sub>2</sub>O / CaO 1,82** (in Glas 2 - 1,9, in Glas 3 - 1,5). Es ist davon auszugehen, dass das verwendete **Rezept im 18. Jahrhundert in Russland** entwickelt wurde und praktisch unverändert die **2. Hälfte des 19. Jahrhunderts** erreichte.

Auf der Ausstellung **russischer Manufakturprodukte 1849 in St. Petersburg** nahmen **Gussevsky-Produkte** einen würdigen Platz ein. Die Revue der Ausstellung von **A. Maksimovic** wies darauf hin, dass der Fabrik von **Maltsov** „die Ehre gebührt, in unseren gewöhnlichen Zusammensetzungen von Glas einen **Ersatz bei Kristallglas** einzuführen ..., mit ordnungsgemäß **gereinigten Substanzen** in der Glaszusammensetzung ist es möglich, in **Russland Produkte vorzubereiten, die den Produkten böhmischer Glasfabriken nicht unterlegen sind.**“ [8]

Die Zusammensetzung des Glases der **Gussevsky Kristallfabrik von Maltsov** entsteht aus dem Rohmaterial, das nach einem Bericht von **1870** in die Kristallfabrik geliefert wurde. Darin heißt es, „die Fabrik verwendet als Material: **Kali / Pottasche, Nitrat / Salpeter, Mangan, Mennige, Azurblau** [lazorku], **Antimon, Brennholz, Ton und Sand** [поташ, селитра, марганец, сурик, лазорьку, антимоний, дрова, глину и песок]. Sie erwirbt diese in **St. Petersburg, Moskau, Kasan, Tula, Penza und lokalen Provinzen**. Die Produkte werden hauptsächlich auf den Messen in **Moskau, St. Petersburg, Nizhny Novgorod und Irbit verkauft.**“ [9]

Das **Ausmaß der Produktion** wird belegt durch die Anwesenheit von **2 Dampfmühlen** in der Fabrik zum **Mahlen von Material**, eine von 24 PS und eine weitere mit 12 PS, die 90 und 50 Schleifscheiben mit Diamantscheiben antreiben. Die Fabrik beschäftigte **350 Personen**, darunter 220 Zivilisten, 50 Empfänger [приемщиков / Akzeptoren], 80 Personen waren in einfachen Jobs beschäftigt.

Auf dem Gelände der Fabrik gab es „**Steingebäude**: eine Guta [?], eine Figurine [?], eine Schleiferei, eine Töpferei, eine Zusammensetzung [?], ein Magazin für Lebensmittel, zwei Lager für Materialien und Vorräte, eine Schmiede, eine Feuerwache, eine Mühle, ein Krankenhaus, eine Scheune für Kalk und ein Büro für die schriftliche Produktion; und Holz: eine Schleiferei, ein Magazin zum Falten [?] von Materialien und zwei Lager für Akten“ [10].

[На территории фабрики находились «строения каменные: одна гута, одна рисовня, одна шлифовальня, одна гончарня, одна составная, один магазин для складки готовых изделий, два магазина для складки материалов и припасов, одна кузня, одно пожарное депо, одна мельница, одна больница, один амбар для известки и одна контора для письменного производства; и деревянные: одна шлифовальня, один магазин для складки материалов и два для хранения запасов».]

Die „**Beschreibung und Bewertung der Gussevsky Kristallfabrik**, zusammengestellt vom Wahren Geheimrat [действительного тайного советника] Igor S. Maltsov in der Grafschaft Melenkovsky“ vom „Datum des **11. Februar 1878**“ gibt Auskunft über Menge und Kosten verarbeiteter Rohstoffe:

„Sand [песку] 30.000 Pud [пудов] für 6.100 Rubel,  
Ton [глины] 20.600 Pud für 3.200 Rubel,  
Pottasche [поташа] 9.600 Pud für 22.600 Rubel,  
Soda [сода] 1.000 Pud für 2.200 Rubel  
Podzol [подзола] (ausgelagte Asche, die das teurere Kali ersetzt während des Schmelzens von minderwertigem Glas) 4.000 Pud für 440 Rubel.“

Die Fabrik produzierte mehr als **1200 Pud** [пудов] **Kristallglas** im Wert von mehr als **250 Tausend Rubel**. In diesem Inventar erscheint im Vergleich zum vorherigen erstmals die Erwähnung von **Soda**, das den Beginn der Produktion von **Natriumglas** anzeigt. Soda war zu dieser Zeit teuer und wurde von Maltsov aus dem **Ausland** erworben [11].

Die Fabrik arbeitete vollständig mit **Holz als Brennstoff, Schleifmaschinen** wurden von einer **englischen Dampfmaschine** angetrieben. Die Fabrik wurde von **Nachtlichtern** beleuchtet, es gab **keine Gasbeleuchtung**. Glas wurde geschmolzen in Häfen [в горшках] in **3 russischen Öfen** [в трех русских печах], **4 Öfen** wurden zum Glühen verwendet [для отжига / Кühlen?]. **2 weitere Holzöfen** dienten zum Trocknen von Holz und 2 zum Trocknen von Hafem [для сушки горшков].

In den obigen Beschreibungen besteht **kein Unterschied zwischen bleifreiem und praktisch bleifreiem Kali-Glas**. Die Herstellung von **Bleikristall** [свинцового хрустала] wird belegt durch die Erwähnung von Mennige [сурике] in der Liste der verwendeten Materialien. Das Fehlen von Mennige [сурика] im **Inventar von 1878**, in dem nur die Hauptrohstoffe aufgeführt sind, zeigt jedoch ein **kleines Volumen von Bleikristall**, das zur Herstellung von **einzigartigen Produkten** führte [SG: Lieferung von Tafelservicen für den Hof in St. Petersburg?] und **keine Massenproduktion** war. Ganz farbloses Glas wurde üblicherweise unabhängig vom Gehalt an Blei **Kristallglas** genannt.

Die Untersuchung der **Lumineszenz von historischen Gläsern** ist mit dem Gehalt von **Blei und Mangan** in ihnen verbunden. In Studien polnischer Wissenschaftler wurde für die **blaue Fluoreszenz des mitteleuropäischen Barockglases des 18. Jahrhunderts** zuverlässig nachgewiesen, dass sie durch den Gehalt an **Blei** darin verursacht wird [12; 13]. Blei (II) gehört zu der Anzahl von Ionen mit vollständiger d-Schale, einem

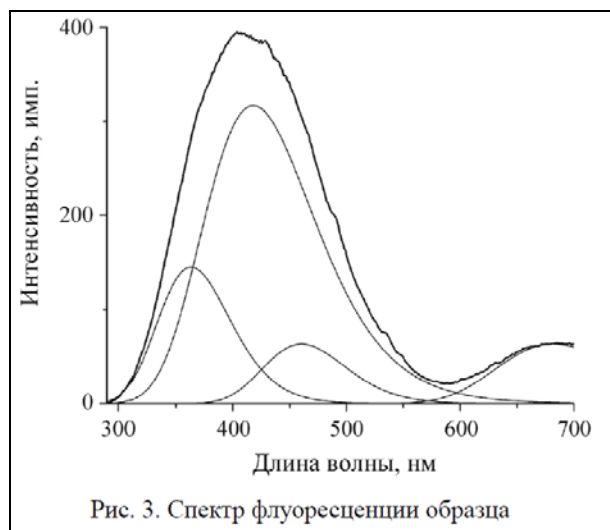
isoelektronischen Quecksilberatom. [Свинец (+2) принадлежит к числу ионов с заполненной d-оболочкой, изоэлектронной атому ртути.]

Die Spektralpegel der angeregten Zustände der Energie sind in aufsteigender Reihenfolge angeordnet in der Reihe

$${}^3P_0 < {}^3P_1 < {}^3P_2 < {}^1P_1$$

Übergänge in die 1. und 3. Ebene sind im Bereich der kubischen Symmetrie unmöglich. Die **Fluoreszenz** ist sogar bei einem **geringen Bleigehalt** im Glas bemerkbar (weniger als 0,2 % PbO).

Abb. 3. Spektrum der Probenfluoreszenz  
Рис. 3. Спектр флуоресценции образца



In der untersuchten Probe (**Abbildung 3**) wurde bei Bestrahlung durch einen Laser mit einer Wellenlänge von 252 nm eine asymmetrische Spitze beobachtet, die in 3 Gaußsche Komponenten mit Spitzen 362 nm, 417 nm und 460 nm zerlegt werden können. Die stärkste Spitze entspricht einer Wellenlänge von 417 nm ( ${}^3P_0 - {}^1S_0$ ), 2 andere liegen bei ( ${}^3P_1 - {}^1S_0$ ) und ( ${}^1P_0 - {}^1S_0$ ).

Aus der Literatur ist bekannt, dass die Positionen der Maxima stark von der **Bleikonzentration** im Glas abhängen. Je höher die Konzentration von Blei, desto stärker ist die Verschiebung der Spitzen in den **violetten** Teil des Spektrums ausgeprägt [14].

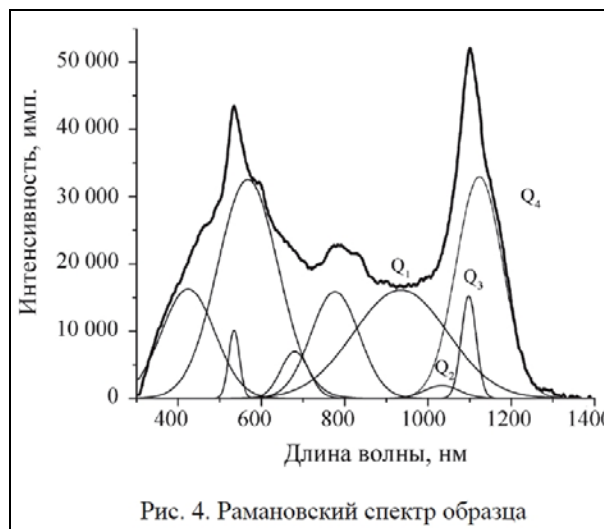
Die schwache Intensität der Spitzen und ihre starke Verschiebung in den roten Bereich des Spektrums kann nicht nur durch den **geringen Gehalt an Blei** in der Probe verursacht werden, sondern auch durch die Schächung der Konzentration, die durch die Anwesenheit von **Mangan-Ionen** im Glas verursacht wird [15].

Eine schwach wahrnehmbare Schulter bei 525 nm ist auf die **grüne Lumineszenz** ( ${}^4T_1 - {}^6A_1$ ) von **Mangan (II)-Ionen** zurückzuführen, die im Glas enthalten sind [16].

Im **Raman-Spektrum** der Probe (**Abbildung 4**) werden Spitzen beobachtet, die den Valenz- und Deformations-schwingungen von Si-O-Bindungen des Siliciumoxid-Sauerstoff-Silicatglas-Gerüsts entsprechen. Spitzen im

Bereich von 500-600  $cm^{-1}$  entsprechen Deformations-schwingungen im Gerüst. Eine breite asymmetrische Spitze im Bereich von 900-1200  $cm^{-1}$  kann in 4 Gauß-Komponenten unterteilt werden, die den Vibrationen  $Q_1$  (931  $cm^{-1}$ ),  $Q_2$  (1030  $cm^{-1}$ ),  $Q_3$  (1099  $cm^{-1}$ ),  $Q_4$  (1122  $cm^{-1}$ ), die 3 Silicium-Atomen entsprechen, 2, 1 und 0 Sauerstoff-Atomen. [17; 18]

Abb. 4. Raman-Spektrum der Probe  
Рис. 4. Рамановский спектр образца



Der Grad der Bindungsfähigkeit des Gerüsts ist durch den Polymerisationsindex  $I_p$  gekennzeichnet. Letzterer wird berechnet als das Verhältnis von Spitzen im Bereich von 500 und 1000  $cm^{-1}$ , entsprechend der Deformation und Valenzschwingungen. In stark polymerisierten Strukturen ist die Amplitude der Bewegung der Brücke Sauerstoff in der Ebene senkrecht zur Bindung O-Si-O stärker, desto stärker ist die Änderung der Polarisierung und die Bindung bei 500  $cm^{-1}$ . In weniger polymerisierten Strukturen sind die Valenz-schwingungen des terminalen Sauerstoffs ausgeprägter, die Intensität der Streck-schwingungen nimmt zu bei 1000  $cm^{-1}$  und senkt deshalb  $I_p$  [19].

Das Vorhandensein einer signifikanten Menge an Kalium- und Calcium-Kationen im Glas wirkt in der Rolle eines Modifikators und Stabilisators und führt zu einer signifikanten Schwächung des Gerüsts, diese drückt sich in einer Abnahme der Intensität des Schwingungsbandes der Deformation von Si-O-Si aus im Bereich von 500  $cm^{-1}$  [20].

Der berechnete Wert von  $I_p$  im untersuchten Glas der **Kristallfabrik Gussevsky ist 1,26**, das ist typisch für **Kali-Kalk-Gläser** mit der Schmelztemperatur über 1000 °C.

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-chukanova-drozdov-galle-glas-russland-1890.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-chukanova-drozdov-galle-glas-russland-1890.pdf) ... Kristallfabrik Gussevsky ... Maltsov



## Schlussfolgerungen

**Diese Studie erlaubt es, trotz ihrer punktuellen Natur, die Zusammensetzung und die Eigenschaften von Glas zu charakterisieren, das in der größten privaten Fabrik des Russischen Reichs in der Mitte des 19. Jahrhunderts hergestellt wurde. Wir betrachten es als den Beginn einer großen Arbeit über die Zusammensetzung, Eigenschaften und Technologie der russischen Produktion von Künstlichem Glas des 18. - 19. Jahrhunderts.**

## Danksagung

Die Autoren danken **A. A. Eliseev** [A. A. Елисеев] für die Vermessung der Raman-Spektren und die Teilnahme an ihrer Diskussion, **P. V. Evdokimov** [П. В. Евдокимов] für die Messung der dilatometrischen Eigenschaften der Probe und **A. Yu. Grishko** [А. Ю. Гришко] für die Aufzeichnung der Lumineszenzspektren.

## Informationen über die Autoren

Andrei A. Drozdov, Ph.D., Associate Professor, Staatliche Universität Moskau  
benannt nach M. V. Lomonosov  
Lomonosov Moscow State University,  
Fakultät für Chemie, Abteilung für Anorganische Chemie; camertus@mail.ru

Andreev Maxim Nikolaevich, Ingenieur,  
Staatliche Universität Moskau,  
benannt nach M. V. Lomonosov  
Lomonosov Moscow State University,  
Fakultät für Chemie, Abteilung für Anorganische Chemie; maksandreev@inbox.ru

Chukanova Alla Vitalevna,  
Kuratorin der Museumsgegenstände,  
verantwortliche Verwahrerin der Glassammlung  
Staatliches Vladimir-Susdal Museum-Schutzgebiet,  
Zweig Gus-Crystal; gusalla68@mail.ru

Karandash Vasilii Konstantinovich, Ph.D.,  
Leiter des Laboratoriums für Kernphysik und Massenspektralanalyse Methoden  
Institut für Mikroelektronik-Technologie und hochreine Materialien der Russischen Akademie der Wissenschaften; karan@iptm.ru

Khvostikov Vladimir Anatolyevich, Ph.D.,  
Senior Research Scientist  
Institut für Mikroelektronik-Technologie und hochreine Materialien der Russischen Akademie der Wissenschaften; khvos@ipmt.ru

## Сведения об авторах

Дроздов Андрей Анатольевич, к.х.н., доцент,  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра неорганической химии; camertus@mail.ru

Андреев Максим Николаевич, инженер,  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра неорганической химии; maksandreev@inbox.ru

Чуканова Алла Витальевна,  
Государственный Владимиро-Суздальский музей-заповедник, Гусь-Хрустальный филиал, хранитель музейных предметов, ответственный хранитель коллекции стекла; gusalla68@mail.ru

Карандашев Василий Константинович, к.х.н.,  
заведующий лабораторией ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа, Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук; karan@iptm.ru

Хвостиков Владимир Анатольевич, к.ф.-м.н., ст.н.с.,  
Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук; khvos@ipmt.ru

## Information about the authors

Drozdov Andrey Anatolyevich, candidat of science, associate professor,  
Lomonosov Moscow State University,  
Department of Chemistry, Inorganic Chemistry Division; camertus@mail.ru

Andreev Maksim Nikolaevich, engineer,  
Lomonosov Moscow State University,  
Department of Chemistry, Inorganic Chemistry Division; maksandreev@inbox.ru

Chukanova Alla Vitalevna,  
The Vladimir-Suzdal History, Architecture and Art Museum and Reserve, responsible keeper of the collection of glass; gusalla68@mail.ru

Karandashev Vasilii Konstantinovich, candidat of science, head of laboratory of nuclear physics and mass spectral methods of analysis, The Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials of the Russian Academy of Sciences; karan@iptm.ru

Khvostikov Vladimir Anatolyevich, candidat of science, senior scientist, The Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials of the Russian Academy of Sciences; khvos@ipmt.ru



## Referenzliste

## Список литературы

- [1] Чуканова А. В., Осветительные приборы XIX-XX веков в коллекции стекла ГВСМЗ // В сборнике «Гимн стеклу». К 30-летию Музея Хрустала имени Мальцовых. Материалы научно-исследовательских работ. ГВСМЗ. 2013. С. 202-203.
- [2] Карандашев В. К., В. А. Хвостиков, С. В. Носенко, Ж. П. Бурмий., Использование высокообогащенных стабильных изотопов в массовом анализе образцов горных пород, грунтов, почв и донных отложений методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016, Т. 82, № 7, сс. 6-15.
- [3] Wagner B., Nowak A., Bulska E., Kunicki-Goldfinger J., Schalm O., Janssens K., Complementary analysis of historical glass by scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray spectroscopy and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry // Microchim Acta 2008, V. 162, pp. 415-424.
- [4] Хвостиков В. А., Карандашев В. К., Бурмий Ж.П. Анализ образцов  $\alpha$ -оксида алюминия методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2014, Т. 80, № 9, сс. 14-18.
- [5] Kunicki-Goldfinger J. J., Kierzek J., Kasprzak A. J., Dzierzanowsky P., Malozewska-Bucko B., Misiak A., Lead in central European 18th century colourless vessel glass // Archäometrie und Denkmalpflege - Kurzberichte 2003, Berlin 2003, 56-58.
- [6] Kunicki-Goldfinger J., Kierzek J., Dzierzanowski P., and Kasprzak A. J., Central European crystal glass of the first half of the eighteenth century // In: Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre (London 2003). AIHV, Nottingham, 258-262.
- [7] Kunicki-Goldfinger J., Kierzek J., Kasprzak A. J., and Małozewska-Bućko B., The 18th century glassware from Naliboki and Urzecze glasshouses // Physico-chemical studies. In: Annual Report 1998, INCT, Warsaw, 130-132. [SG: Nalibaki - Waldgebiet in Weißrussland, Glashütte **Naliboki** 1722-1862, Spiegelglashütte Urzecze 1737-1846 [https://kolekcja.zamek-krolewski.pl/en/obiekt/kolekcja/Glass/rodzaj/bowl/id/ZKW-dep.FC\\_1034](https://kolekcja.zamek-krolewski.pl/en/obiekt/kolekcja/Glass/rodzaj/bowl/id/ZKW-dep.FC_1034)]
- [8] **Максимович А., Обзорные выставки российских мануфактурных изделий в Санкт-Петербурге в 1849 году, СПб, 1850, с. 361.**
- [9] **Ведомость Гусевской стеклянной фабрики, состоящей Владимирской губернии в Меленковском уезде, принадлежащей действительному тайному советнику кавалеру И. С. Мальцову за 1870 г., ГВСМЗ, Фонд 14, оп. 3, д. 327, л.253.**
- [10] **«Дело об имуществе гусевского хрустального завода, принадлежащего действительному тайному советнику И. С. Мальцову в Меленковском уезде», ГВСМЗ, Фонд 379, оп. 107, д.779.**
- [11] Вестник промышленности, май 1885, С. 13.
- [12] Kunicki-Goldfinger J., Kierzek J., Kasprzak A., and Małozewska-Bućko B., A study of 18th century glass vessels from central Europe by X-ray fluorescence analysis // X-Ray Spectrometry 2000, T 29 (N 4) 310-316.
- [13] Kunicki-Goldfinger J., Kierzek J., and Dzierzanowski P., Ultraviolet blue fluorescence of central European Baroque glass (further results) // In: 17e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre, 4-8 September 2006, Antwerp. Book of Abstracts. 197.
- [14] Bettinali C., Ferraresco G., Luminescence centers in lead silicate glasses // Journal of Non-Crystalline Solids, 1968, 1, 91-101.
- [15] Bettinali C., Gottardi V., Locardi B., Luminescence and structure in lead silicate glasses // Journal of Non-Crystalline Solids, 1969, N 1, 360-370.
- [16] Sanada T., Yamamoto K., Wada N., Kojima K., Green luminescence from Mn ions in ZnO-GeO<sub>2</sub> glasses prepared by sol-gel method and their glass ceramics // Thin Solid Films, 2006, V. 496, p. 169-173.
- [17] Wang M., Cheng, J. Li M., He F., Raman spectra of soda-lime-silicate glass doped with rare earth // Physica B, 2011, V. 406, pp. 3865-3869.
- [18] Umesaki N., Takahashi M., Tatsumisago M., Minami T., Raman spectroscopic study of alkali silicate glasses and melts // Journal of Non-Crystalline Solids, 1996, V. 205-207, pp. 225-230.
- [19] Colomban P., Tournie A., Bellot-Gurlet L., Raman identification of glassy silicates used in ceramics, glass and jewellery: a tentative differentiation guide // Journal Raman Spectrosc., 2006, V. 37, pp. 841-852.
- [20] Feller S., Lodden G., Riley A. et al., A multispectroscopic structural study of lead silicate glasses over an extended range of compositions // Journal of Non-Crystalline Solids, 2010, V. 356, pp. 304-313.





A. A. Дроздов [1], М. Н. Андреев [1], А. В. Чуканова [2], В. К. Карандашев [3], В. А. Хвостиков [3], S. 217  
A. A. Drozdov [1], M. N. Andreyev [1], A. V. Chukanova [2], V. K. Karandashev [3], V. A. Khvostikov [3], S. 217

## Состав гусевского хрустального стекла середины XIX века [Die Zusammensetzung von Kristallglas der Fabrik Gus-Khrustalny von der Mitte des 19. Jahrhunderts]

Русское художественное стекло XVIII - XIX вв вносит заметный вклад в историю стеклоделия. Историки и искусствоведы подробно изучили формы изделий, способы их обработки и декорирования. В то же время, составы русских стекол этого периода до сих пор практически не исследованы. Это объясняется несколькими причинами. Первая из них - сложность атрибуции изделий из стекла, которые, в отличие от фарфора и фаянса не было принято маркировать вплоть до конца XIX века. Таким образом, связывать тот или иной предмет с конкретным предприятием можно лишь на основании изучения письменных источников и искусствоведческого анализа. Многие важные изделия, например, предметы из дворцовых сервизов, неоднократно повторялись в более позднее время, причем иногда - на других стекольных заводах. Безупречно выполненные, они по внешнему виду практически неотличимы от более ранних оригиналов. Ответить на вопрос о времени их создания может лишь химико-технологическая экспертиза, но пока ее использование ограничивается тем, что составы стекол данного времени практически не исследованы. Их изучение, по мнению авторов, представляет собой первоочередную задачу. Для ее реализации необходимы предметы с точно известным местом и временем изготовления, которые хранятся в музеях. Вторая причина заключается в трудности исследования предметов из музейных собраний. Это связано с тем, что полное физико-химическое исследование включает методы, разрушающие образец.

Рис. 1. Фото изученного фрагмента  
Abb. 1. Foto des untersuchten Fragments

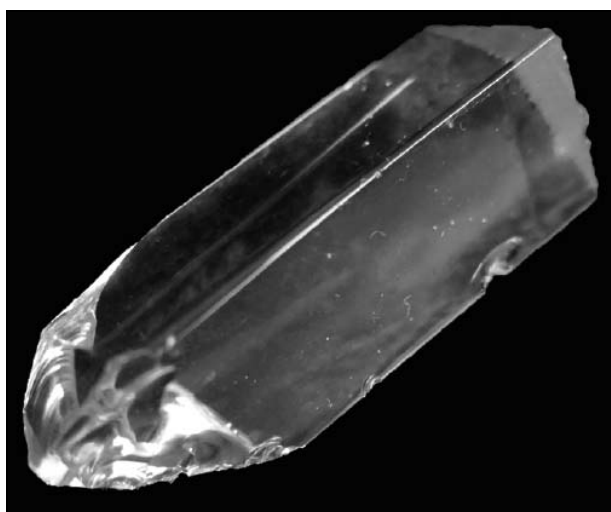


Рис. 1. Фото изученного фрагмента

Для настоящего исследования нами выбран фрагмент подвеса для канделябра (рис. 1), находящийся в частном собрании в Гусь-Хрустальном. По форме, размерам, цвету и характеру обработки поверхности он полностью соответствует подвесам к одному из канделябров, находящихся в Музее Хрусталя имени Мальцовых в Гусь-Хрустальном (рис. 2) и представляет собой один из запасных подвесов к этим или аналогичным канделябрам. Изделие датировано серединой XIX века и выполнено на Гусевской хрустальной фабрике [1].

Рис. 2. Фото канделябра / Abb. 2. Foto des Kandelabers



В настоящей статье представлены результаты комплексного исследования данного фрагмента.

## Экспериментальная часть

Спектры фотолюминесценции и возбуждения образца измеряли при комнатной температуре на люминесцентном спектрометре Perkin-Elmer LS-55 с использованием ксеноновой лампы, снабжённой монохроматором, в качестве источника возбуждения. В работе использовались спектры возбуждения, полученные при длине  $\lambda_{\text{ex}}=252$  нм.

Элементный состав образца определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в сочетании с лазерным пробоотбором (ЛА-ИСП-МС). Использовали спектрометр X-7 (Thermo Scientific) и лазер (UP266 MACRO, New Wave Research). Параллельное неразрушающее определение элементного состава образца проведено методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (РСФА) с использованием портативного анализатора X-Met7500, Oxford Instruments. Кроме того, фрагмент образца массой  $\approx 6$  мг был проанализирован методами масс-спектрометрии (X-7, Thermo Scientific) и атомной эмиссии с индуктивно связанной плазмой (iCAP-6500 Duo, Thermo Scientific) после его кислотного автоклавного растворения (МС/АЭС-ИСП). Методика анализа аналогична методике, использованной для анализа образцов гранитов и подробно описана в [2]. Исследование термических свойств проводили на dilatометре Netzsch DIL 402 C в интервале температур от 40°C до 1000°C на воздухе, со скоростью нагрева 5 град/мин.

Рамановские спектры получены на спектрометре Renishaw InVia с возбуждением лазером с длиной волны 532 нм с разрешением 1-2  $\text{cm}^{-1}$  в интервале 300 - 1400  $\text{cm}^{-1}$ .

## Обсуждение результатов

Исследуемый образец представляет собой хорошо полированную треугольную призму длиной 6 см с размерами сторон 15, 16 и 20 мм. Внешне стекло выглядит однородным без свилей, камней и пузырьков. Температура стеклования, определенная dilatометрически, равна 582°C, а температура размягчения 646°C.

Результаты элементного анализа фрагмента подвеса методами ЛА-ИСП-МС и МС/АЭС-ИСП и РСФА, приведены в таблице 1. Данные методы в последнее время широко используются в элементном анализе различных объектов, в том числе применительно к

историческим стеклам [3]. Результаты анализа этого фрагмента методами ЛА-ИСП-МС и МС/АЭС-ИСП хорошо согласуются между собой и в таблице 1 приведены средние значения основных элементов кроме Si и В, определение которых возможно только ЛА-ИСП-МС. В случае МС/АЭС-ИСП эти два элемента при растворении улетают в виде летучих фторидов. Кроме того в этой же таблице приведены еще несколько примесных элементов с содержанием выше 0,02%. Кроме приведенных в таблице 1 элементов, методы ЛА-ИСП-МС и МС/АЭС-ИСП позволили определить еще более 30 примесных элементов, содержание которых находится в диапазоне от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$ % масс. Погрешность определения метода МС/АЭС-ИСП составляла от 5 до 15 % в зависимости от элемента и уровня его содержания, а для ЛА-ИСП-МС - от 15 до 30 % отн. [4]. Эти данные возможно будут полезны в дальнейшей работе при сравнении различных образцов гусевского стекла.

Одной из целей данной работы была оценка возможностей портативного анализатора X-Met7500 применительно к анализу образцов стекол. Из-за поглощения длинноволновой области рентгеновского спектра воздухом использование данного прибора ограничено элементами стоящими в Периодической таблице после натрия. Содержание элементов в стекле рассчитывается по фундаментальным параметрам при помощи стандартной программы Mining, разработанной для анализа минералов и горных пород. Проводилось пять параллельных измерений подвески. В таблице 1 приведены данные по наименьшему, наибольшему содержанию элементов в стекле, а также среднее значение. Как видно из данных таблицы 1, разброс этих значений составляет не более 1%. Для Si, K, As, Pb, Mn наблюдается хорошее согласие средних значений с данными ЛА-ИСП-МС и МС/АЭС-ИСП. В то же время для Ca получены существенные расхождения, что показывает необходимость доработки программы Mining для образцов стекла. Таким образом, на наш взгляд, портативный рентгенофлуоресцентный анализатор возможно использовать для оценочного измерения содержания в стекле элементов, начиная с кремния. Для повышения точности определения требуется специальная калибровка прибора.

Таблица 1

Важнейшие элементы, обнаруженные в стекле гусевского подвеса по данным ИСП-МС и РСФА

Метод / Элемент	С, мас. %										
	Si	Al	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Mn	B	Fe
ЛА-ИСП МС и МС/АЭС-ИСП	34,66	0,062	0,285	13,48	6,37	0,03	0,37	0,314	0,026	0,005	0,041
РСФ миним	34,6	-	-	11,3	3,0	-	0,3	0,3	0,01	-	0,00
РСФ максим	35,3	-	-	12,0	3,1	-	0,3	0,3	0,02	-	0,03
РСФ среднее	35,0	-	-	11,6	3,0	-	0,3	0,3	0,02	-	0,02

Таблица 2.

Содержание основных компонентов стекла (мас. %) подвеса (1) в сравнении с европейскими стеклами (2 - кубок Налибоки, ок. 1790 г, Национальный музей, Варшава, инв. 34066/3; 3 - крышка богемского кубка первой половины XVIII века, Национальный музей, Познань, инв. Rz 1245/2)

Номер	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	MnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ссылка
1	74,27	0,12	0,38	16,24	8,92	0,11	0,48	0,34	0,03	0,02	0,06	
2	67,49	0,94	0,99	18,11	9,34	0,24	0,86	0,44	0,48	<0,4	0,13	[6]
3	73,15	0,31	0,55	14,17	9,48	<0,17	1,21	0,36	0,05	<0,4	0,04	[6]

Из данных таблицы 1 следует, что подвес выполнен из поташно-известкового стекла с очень низким содержанием свинца. Такое стекло соответствует средне-европейскому рецепту XVIII века и находит ближайшие аналогии в богемских и польских составах. Его можно рассматривать как результат последовательного усовершенствования рецептуры в сторону уменьшения содержания свинца и увеличения количества кальция. Из числа исследованных средне-европейских стекол состав стекла подвеса оказывается ближе кубку около 1790 г завода Налибоки и крышке богемского кубка первой половины XVIII века [5-7].

В отличие от продукции саксонских (Дрезден, Альтмюнден) и бранденбургских (Потсдам, Цехлин) заводов, обычно содержащей более 5% PbO, стекло Богемии и Восточной Польши было низкосвинцовым или вообще не содержало свинец. На сознательное введение в шихту небольших количеств свинцового сурика косвенно указывает наличие в составе свинца мышьяка, хотя вводимого и в меньших количествах, чем это было принято при варке более высокосвинцовых стекол.

Обратимся к анализу других примесных компонентов стекла. Натрий, по-видимому, попал в стекло в виде примеси в поташе, алюминий вошел в стекломассу в процессе варки из глиняных горшков. Содержание магния соответствует его примеси в известняке. О высокой чистоте гжельских песков свидетельствует низкое содержание в них железа и, как следствие, введение небольшого количества пиrolюзита для оптического и химического обесцвечивания. Для сравнения заметим, что стекло кубка из Налибоки содержит почти вдвое больше железа, что привело к значительному увеличению количества вводимого пиrolюзита. Небольшое количество оксида бора также является неизменной чертой средне-европейского рецепта, созданного во второй половине XVII века. Первоначальные составы стекол были неустойчивы - они легко мутнели и растрескивались с поверхности при длительном хранении на влажном воздухе. Это было следствием низкого содержания кальция. В конце XVII - первой половине XVIII века количество оксида кальция в стекле стало возрастать. В стекла подвеса массовое отношение K<sub>2</sub>O/CaO составляет 1,82 (в стекле 2 - 1,9; в стекле 3 - 1,5). Можно предположить, что используемая рецептура сложилась еще в XVIII веке в России и практически без изменений дошла до второй половины XIX века.

На выставке российских мануфактурных изделий 1849 г в Санкт-Петербурге гусевские изделия занимали достойное место. В обозрении выставки А. Максимович указывал, что мальцовским заводам "принадлежит честь введения у нас обыкновенных стеклянных составов, в замен настоящего хрустального... употребив надлежащим образом очищенные вещества, входящие в состав стекла, можно и в России готовить вещи, неуступающие изделиям богемских стеклянных заводов" [8].

Описанный нами состав гусевского стекла соответствует сырью, поступающему на Гусевскую хрустальную фабрику Мальцова согласно ведомости за 1870 г. В ней указывается, что «фабрика употребляет материалы: поташ, селитру, марганец, сурик, лазорьку, антимоний, дрова, глину и песок. Приобретает оные в Санкт-Петербурге, Москве, Казанской, Тульской, Пензенской и здешних губерниях. Изделия продаются внутри государства преимущественно в Москве, Санкт-Петербурге, Нижегородской и Ирбитской ярмарках» [9].

О масштабах производства свидетельствует наличие на фабрике двух паровых мельниц для шлифовки посуды, одна в 24, другая в 12 лошадиных сил, приводящих в движение 90 шлифовальных и 50 гранильных колес. На фабрике работало 350 человек, из них 220 вольнонаемных, 50 приемщиков, 80 человек было занято в простых работах. На территории фабрики находились «строения каменные: одна гута, одна рисовня, одна шлифовальня, одна гончарня, одна составная, один магазин для складки готовых изделий, два магазина для складки материалов и припасов, одна кузня, одно пожарное депо, одна мельница, одна больница, один амбар для известки и одна контора для письменного производства; и деревянные: одна шлифовальня, один магазин для складки материалов и два для хранения запасов» [10].

В «Описании и оценке Гусевского хрустального завода действительного тайного советника И. С. Мальцева в Меленковском уезде», составленном «февраля 11 дня 1878 г» приводятся сведения о количестве и стоимости перерабатываемого сырья: «песку 30 тысяч пудов на 6100 руб, глины 20,6 тысяч пудов на 3200 руб, поташа 9,6 тыс пудов на 22600 руб, соды 1 тыс пудов на 2200 руб, подзола (выщелаченной золы, которая заменяла более дорогой поташ при варке стекла низкого качества) 4 тыс пудов на 440 руб». Фабрика вырабатывала более

1200 пудов хрустали на сумму более 250 тыс рублей. В этой описи по сравнению с предыдущей впервые появляется упоминание о соде, что свидетельствует о начале производства натриевого стекла. Сода в то время была дорогой и приобреталась Мальцовым из-за границы [11]. Фабрика полностью работала на дровяном топливе, шлифовальные станки приводились в действие английской паровой машиной. Фабрика освещалась ночниками, газового освещения не было. Стекло варили в горшках в трех русских печах, для отжига использовали четыре калильные печи. Еще две дровяные печи служили для сушки дров и две - для сушки горшков.

В приведенных описях не проводится разницы между высокосвинцовым и практически бессвинцовым поташным стеклом. Об изготовлении свинцового хрустали свидетельствует упоминание о сурике в списке употребляемых материалов. Однако отсутствие сурика в описи 1878 г, где перечислено лишь основное сырье, указывает на небольшой объем производимого свинцового хрустали, который, по-видимому, шел на уникальные изделия, а не был массовой продукцией. Все бесцветное стекло, независимо от содержания в нем свинца, было принято называть хрустальным.

Abb. 3. Spektrum der Probenfluoreszenz  
Рис. 3. Спектр флуоресценции образца

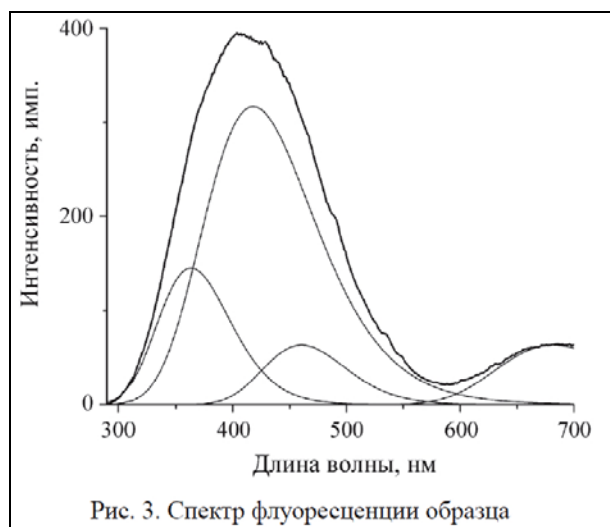


Рис. 3. Спектр флуоресценции образца

Исследование люминесценции исторических стекол связано с содержанием в них свинца и марганца. В исследованиях польских ученых надежно доказано, что синяя флуоресценция средне-европейского барочного стекла XVIII в. вызвана содержанием в нем свинца [12; 13]. Свинец (II) принадлежит к числу ионов с заполненной d-оболочкой, изоэлектронной атому ртути. Спектральные уровни возбужденных состояний располагаются в порядке возрастания энергии в ряд  ${}^3P_0 < {}^3P_1 < {}^3P_2 < {}^1P_1$ , переходы на первый и третий из которых запрещены в поле кубической симметрии. Флуоресценция заметна даже при низком содержании свинца в стекле, менее 0,2% PbO.

В исследуемом образце (Рис. 3.) при облучении его лазером с длиной волны 252 нм наблюдается

несимметричный пик, который может быть разложен на три гауссовых составляющих с максимумами 362 нм, 417 нм и 460 нм. Наиболее сильный максимум отвечает длине волны 417 нм ( ${}^3P_0-{}^1S_0$ ), два других находятся при ( ${}^3P_1-{}^1S_0$ ) и ( ${}^1P_0-{}^1S_0$ ). Из литературы известно, что положения максимумов сильно зависят от концентрации свинца в стекле. Чем выше концентрация свинца, тем сильнее смещение пиков в фиолетовую часть спектра [14]. Слабая интенсивность пиков и сильное их смещение в красную область спектра может быть вызвано не только низким содержанием свинца в образце, но и концентрационным тушением, вызванным присутствием в стекле ионов марганца [15]. Слабо заметное плечо в области 525 нм обусловлено зеленой люминесценцией ( ${}^4T_1 - {}^6A_1$ ) содержащихся в стекле ионов марганца(+2) [16].

Abb. 4. Raman-Spektrum der Probe  
Рис. 4. Рамановский спектр образца

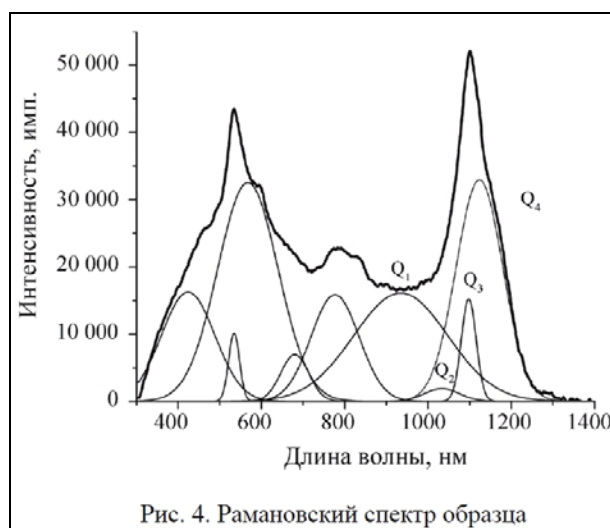


Рис. 4. Рамановский спектр образца

В рамановском спектре образца (Рис. 4.) наблюдаются пики, отвечающие валентным и деформационным колебаниям связей Si-O кремнекислородного каркаса силикатного стекла. Пики в области 500 - 600  $\text{см}^{-1}$  соответствуют деформационным колебаниям в каркасе. Широкий асимметричный пик в области 900 - 1200  $\text{см}^{-1}$  может быть разделен на четыре гауссовы составляющие, отвечающие колебаниям  $Q_1$  (931  $\text{см}^{-1}$ ),  $Q_2$  (1030  $\text{см}^{-1}$ ),  $Q_3$  (1099  $\text{см}^{-1}$ ),  $Q_4$  (1122  $\text{см}^{-1}$ ), которые соответствуют атомам кремния с тремя, двумя, одним и нулевым числом концевых атомов кислорода [17; 18].

Степень связанности каркаса, характеризуемая через индекс полимеризации  $I_p$ , который рассчитывают как отношение площадей пиков в области 500 и 1000  $\text{см}^{-1}$ , отвечающих деформационным и валентным колебаниям. В сильно полимеризованных структурах чем сильнее амплитуда движения мостикового кислорода в плоскости, перпендикулярна связи O-Si-O, тем сильнее изменение поляризации связи и тем сильнее полоса при 500  $\text{см}^{-1}$ . В менее полимеризованных структурах сильнее проявляются валентные колебания концевых кислорода, возрастает

интенсивность валентных колебаний при  $1000\text{ см}^{-1}$ , поэтому  $I_p$  понижается [19].

Присутствие в стекле значительного количества катионов калия и кальция, выступающих в роли модификатора и стабилизатора, приводит к значительному ослаблению каркаса, что выражается в уменьшении интенсивности полосы деформационных колебаний Si-O-Si в области  $500\text{ см}^{-1}$  [20]. Рассчитанная величина  $I_p$  в изученном гусевском стекле равна 1,26, что типично для щелочно-известковых стекол с температурой варки выше  $1000^\circ\text{C}$ .

### Выводы

Данное исследование, несмотря на свой точечный характер, позволяет охарактеризовать состав и свойства стекла, производимого на крупнейшем частном заводе Российской империи в середине XIX века. Мы рассматриваем его как начало большой работы по изучению составов, свойств и технологии производства русского художественного стекла XVIII - XIX вв.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность А. А. Елисееву за съемку рамановских спектров и участие в их обсуждении, П. В. Евдокимову за измерение дилатометрических характеристик образца, А. Ю. Гришко за регистрацию спектров люминесценции.

Abb. 2018-1/36-02

## COMPOSITION OF CRYSTAL GLASS MADE IN THE MIDDLE OF SIXTH CENTURY AT GUS-KHRUSTALNYI FACTORY

A.A. Drozdov<sup>1\*</sup>, M.N. Andreev<sup>1</sup>, A.V. Chukanova<sup>2</sup>, V.K. Karandashev<sup>3</sup>,  
V.A. Khvostikov<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry Division; <sup>2</sup> Vladimir-Suzdal History, Architecture and Art Museum and Reserve; <sup>3</sup> Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials of the Russian Academy of Sciences; \*e-mail: camertus@mail.ru)

This is the first study of crystal glass composition made on a sample produced at Gus-Khrustalnyi factory in the middle of the XIXth century. A sample studied is a potassium-calcium glass with a low lead content. The receipt of such composition has been firstly developed in the middle Europe in the second half of the XVIIth century and then improved in the beginning of XVIIIth. A possibility to use a portable XRF spectrometer for express analysis of historical glasses is demonstrated.

**Key words:** silicate glass, history of glassmaking, XRF analysis, Raman spectroscopy, luminescence spectroscopy.

Siehe unter anderem auch:

[www.chem.msu.ru/rus/vmgu/](http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/)

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 2. ХИМИЯ. 2018. Т. 59. № 3, Страница 217-222

Bulletin der Universität Moskau. Reihe Chemie, 2018. Vol. 59. No. 3, S. 217-222

Drozdov A. A., Andreev M. N., Chukanova A. V., Karandashev V. K., Khvostikov V. A.

Composition of Crystal Glass Made in the Middle of XIX<sup>th</sup> Century at Gus-Khrustalnyi Factory



Siehe unter anderem auch:

- PK 2002-1 Stopfer, Opak-schwarze Pressgläser aus Russland?  
 PK 2002-2 SG, Opak-schwarze Pressgläser aus Russland? Nachtrag zu PK 2002-1  
 PK 2003-3 Stopfer, Neu erworbene, interessante Gläser in der Sammlung Stopfer  
 PK 2003-4 Peltonen, Gläser aus meiner Sammlung, die ich mit PK 2003-3 einordnen konnte
- 
- PK 2005-2 Peterson, SG, Weinkelch und Teller „Écussons“ aus uran-grünem Pressglas mit Marke Russischer Adler, Gläser für Zar Nikolaus I. von Russland?
- 
- PK 2005-3 Allen, Peterson, SG, Russian Vaseline Flint Glass Goblet or Tea Glass, circa 1850  
 PK 2005-3 SG, eBay, Vaseline Flint Glass Goblet, Russian circa 1850s  
 PK 2005-3 SG, Stopfer, Schale mit eingepresster kyrillischer Inschrift und „1905“, Herst. unbekannt  
 PK 2006-1 Eichler, SG, Auch ein Pressglas: ein Isolator aus grünem Pressglas mit dem Staatswappen Russlands „Russischer Adler“, Maltsovskoje, vor 1917  
 PK 2006-1 Eichler, SG, Akim V. Maltsov und die Kristallmanufaktur Gus-Khrustalny in der Region Wladimir, Pressglas mit dem Staatswappen Russlands  
 PK 2006-3 SG, Cavalot, Peterson, Eichler, Set of 8 Russian Enamelled Vaseline Uranium Glass Goblets, ca. 1850 [Glaswerke Maltsov, mit eingepresstem doppel-köpfigem Adler; Fedorvsk Brothers / Maltsovskoje]  
 PK 2006-3 SG, Eichler, Überblick zur Geschichte der Glasherstellung in Russland; Kaiserliche Kristall-Manufaktur in St. Petersburg 1777-1917  
 PK 2006-3 SG, Eichler, Kristallglasfabrik Dyatkovo Khrustal OJSC [Дятьковский Хрусталь] Zur Geschichte der Glasunternehmen der Familie Maltsov in Russland, Teil 1  
 PK 2006-3 SG, Eichler, Kristallglasfabrik Gusevskoy Khrustalny zavod™ [Гусевской Хрустальный] Zur Geschichte der Glasunternehmen der Familie Maltsov in Russland, Teil 2  
 PK 2006-3 SG, Bücher zur Lomonossow Porzellan-Manufaktur St. Petersburg 1744-1994 Wurde dort Kristallglas hergestellt?
- 
- PK 2006-4 Stopfer, SG, Gerstner, Peltonen, Opak-schwarze Pressgläser nicht aus Russland: Zabkowice, Schlesien, vor 1918 (Zuckerkasten Palast und Schlittenfahrt ...) ●
- 
- PK 2007-1 Eichler, SG, Inhalt des Buches: Mikhail Alekseevich Besborodov, Steklodelie v drevnej Ruci [Die Glasmacherei in der alten Rus], Minsk 1956  
 PK 2007-1 Kurinsky, David Bezborodko, The Odyssey of a Jewish Glassmaker  
 PK 2007-1 SG, Stopfer, Zuckerkasten mit russischem Palast, Zabkowice, um 1930, mit Marke ●
- 
- PK 2007-2 Matthäi, Die Industrie Russlands in ihrer bisherigen Entwicklung und in ihrem gegenwärtigen Zustande ... mit besonderer Berücksichtigung der Allgemeinen russischen Manufaktur-Ausstellung in St. Petersburg 1870
- 
- PK 2007-2 Shelkovnikov, Russisches Glas vom 11. bis zum 17. Jahrhundert  
 PK 2007-2 Shelkovnikov, Russisches Glas des achtzehnten Jahrhunderts  
 PK 2007-2 Shelkovnikov, Russisches Glas der 1. Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts  
 PK 2007-2 Shelkovnikov, Russisches Glas der 2. Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts
- 
- PK 2007-2 Weihs, SG, Rosa Teekasten - russisch-kyrillische Inschrift „Vasili Perlov & Cie. ... 1787“, und russisch-kaiserlicher Adler, Zabkowice, um 1903 ●
- 
- PK 2007-2 SG, Das Tee-Importhaus Vassily Perlov & Söhne in Moskau, 1787 - ... 2007  
 PK 2007-2 SG, Glaswerke Zabkowice, J. Schreiber & Neffen, und Zawiercie, S. Reich & Co.: bis 1918/1920 in „Russisch Polen“, danach Polen
- 
- PK 2007-4 SG, Rosa Zuckerdose mit Pressstempel „1900“: Zabkowice, Russisch Polen, ab 1900 sehr ähnlich aber auch Josef Schreiber & Neffen, sicher vor 1900 bis 1915! ●
- 
- PK 2008-1 SG, Pressgläser von Heinrich Hoffmann und Henry G. Schlevogt auf Auktionen von Auktionshaus Wendl, Rudolstadt, 2005 - 2007  
 PK 2008-1 Anhang 06, SG, Adressbuch Rousset, Annuaire de la Verrerie et de la Céramique 1898 (Auszug; Fedorovskij, Maltsov)  
 PK 2008-2 Vogt, SG, Der schwarze Hund aus Zabkowice - ein zahmer Briefbeschwerer!  
 PK 2008-2 Peltonen, SG, Teller mit Rosetten und Mäander „ЗАВОД „ВОССТАНИЕ“, Hersteller unbekannt, Russland oder Russisch Polen, ca. 1900, Gebr. von Streit? Henkelbecher „ОТЪМ.Ф. 1903 на10лъть“, Zabkowice, Russisch Polen, ab 1903
- 
- [...]
- 
- PK 2012-4 Höpp, SG, Opak-schwarzer Zuckerkasten mit Blütenranken und Schaumwellengrund, Zabkowice, um 1900, gemarkt „ОТЪ М.Ф. 1900 на 10 лъть“ ●
- 
- PK 2013-3 Tschukanowa, SG, Teller „ЮБИЛЕЙ КРЕЩЕНИЯ РУСИ 988 -1888г“ [Jubiläum Taufe der Rus], wohl S. Reich & Co., Krásno - Wien, Mähren, 1888 ●
- 
- [...]



Siehe unter anderem auch WEB PK - in allen Web-Artikeln gibt es umfangreiche Hinweise auf weitere Artikel zum Thema: suchen auf [www.pressglas-korrespondenz.de](http://www.pressglas-korrespondenz.de) mit GOOGLE Lokal →

#### Pressglas Russland:

- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-1999-6w-bacc-pokal-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-1999-6w-bacc-pokal-gruen.pdf) (Russland?)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-ddr.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-ddr.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-cssr.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-cssr.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-polen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2001-2w-form+zweck-polen.pdf) (Zabkowice)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/stopfer-pressglas-russisch.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/stopfer-pressglas-russisch.pdf)..... PK 2002-1 (Zabkowice)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-1w-stopfer-opak-schwarz-russland.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-1w-stopfer-opak-schwarz-russland.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-1w-stopfer-russ-schwarzes-pressglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-1w-stopfer-russ-schwarzes-pressglas.pdf) (Zabkowice)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-2w-sg-zabkowice-dose-schlitten-palast.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-2w-sg-zabkowice-dose-schlitten-palast.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-2w-peterson-kelch-zar-nikolaus.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-2w-peterson-kelch-zar-nikolaus.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-3w-sg-schale-russ.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-3w-sg-schale-russ.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-4w-stewart-davidson.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2005-4w-stewart-davidson.pdf) (Chippendale)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-1w-eichler-maltsov.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-1w-eichler-maltsov.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-2w-stopfer-bacc-louis-farben.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-2w-stopfer-bacc-louis-farben.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-peterson-russ-pokale-uran.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-peterson-russ-pokale-uran.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-russ-maltsov-dyatkovo-gus-khrustal.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-russ-maltsov-dyatkovo-gus-khrustal.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-tronnerova-schreiber.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-tronnerova-schreiber.pdf) (Zabkowice)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-newhall-drost-hanus.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-newhall-drost-hanus.pdf) (Zabkowice)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-sg-reich-muster-1907.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-sg-reich-muster-1907.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-schreiber-wellen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-schreiber-wellen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-zabkowice-eichenblaetter.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-zabkowice-eichenblaetter.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-zabkowice-zuckerkasten.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-4w-stopfer-zabkowice-zuckerkasten.pdf) (Palast & Schlitten)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-tronnerova-schreiber.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-tronnerova-schreiber.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-tronnerova-schreiber-fabriken.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-tronnerova-schreiber-fabriken.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-gaebel-schreiber.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-gaebel-schreiber.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-gaebel-schreiber-stammbaum.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-gaebel-schreiber-stammbaum.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-gaebel-schreiber.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-gaebel-schreiber.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-sg-zabkowice-dose-palast.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-sg-zabkowice-dose-palast.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-thistle-zabkowice-carnival.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-1w-thistle-zabkowice-carnival.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-weihs-zabkowice-zucker-perlov.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-weihs-zabkowice-zucker-perlov.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-1.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-1.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-2.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-2.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-3.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-3.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-4.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-shelkovnikov-russ-glas-4.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-haanstra-dyatkovo-becher.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-haanstra-dyatkovo-becher.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-hodgson-zabkowice.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-hodgson-zabkowice.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-sg-fuchs-zabkowice.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-sg-fuchs-zabkowice.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-sg-wildschwein-zabkowice.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-sg-wildschwein-zabkowice.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-allegro-polen-glaeser.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-allegro-polen-glaeser.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-dose-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-dose-1900.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-ascher-1914.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-ascher-1914.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-dose-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-dose-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-schale-juno.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-zabko-schale-juno.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-bacc-louis-farben.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-sg-bacc-louis-farben.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-stopfer-schreiber-dosen-1915.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-stopfer-schreiber-dosen-1915.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-stopfer-zabko-schale-frauen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-4w-stopfer-zabko-schale-frauen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-1w-sg-fedorowskij-1898.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-1w-sg-fedorowskij-1898.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-1w-vogt-bacc-becher-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-1w-vogt-bacc-becher-gruen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-billek-teller-russ.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-billek-teller-russ.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-peltonen-teller-russ.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-peltonen-teller-russ.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-peltonen-schwan-russ.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-peltonen-schwan-russ.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-zabkowice-zuckerkaesten.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-zabkowice-zuckerkaesten.pdf)



- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-vogt-zabkowice-paperw-hund-1905.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-vogt-zabkowice-paperw-hund-1905.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-sg-zabko-zuckerkasten-1904.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-sg-zabko-zuckerkasten-1904.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-vogt-zabkowice-paperw-hund-1905.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-vogt-zabkowice-paperw-hund-1905.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-sg-zabko-zuckerkasten-1904.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-sg-zabko-zuckerkasten-1904.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-smith-zabko-xxx-hennen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-3w-smith-zabko-xxx-hennen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-jakob-zabko-zuckerkasten-1903.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-jakob-zabko-zuckerkasten-1903.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-sg-zabko-platte-1902.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-sg-zabko-platte-1902.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-sg-zabko-schale-schaumwellen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-4w-sg-zabko-schale-schaumwellen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2009-1w-sg-schmetterling-schreiber-zabko.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2009-1w-sg-schmetterling-schreiber-zabko.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-sg-maltsov.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-sg-maltsov.pdf)  
(Die Suche nach Glasfabriken in Russland - von PK 2001-1 bis PK 2008-2)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-jargstorf-maltsov.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-jargstorf-maltsov.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-jargstorf-millefiori.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-1w-jargstorf-millefiori.pdf) (Maltsov)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-japan-uranium-glass.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-japan-uranium-glass.pdf)  
(Set of 8 Russian Enamelled Vaseline Uranium Glass Goblets, ca. 1850)  
(SG: Die Pressglas-Korrespondenz ist endlich auch in Japan angekommen!!!)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-3w-friedrich-mb-dyatkovo-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-3w-friedrich-mb-dyatkovo-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-peltonen-dyatkovo-1900-ostglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-peltonen-dyatkovo-1900-ostglas.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-sg-pokal-bacc-1841-dyatkovo-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-sg-pokal-bacc-1841-dyatkovo-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-pokal-louis-1840.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-pokal-louis-1840.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-dyatkovo-dose-masken-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-dyatkovo-dose-masken-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-braun-pressglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-braun-pressglas.pdf) (kobalt-blauer P.)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-braun-pressglas-2010-10.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-braun-pressglas-2010-10.pdf) (grüner P.)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-dyatkovo-dose-masken-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-dyatkovo-dose-masken-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-louis-dose-masken-1887.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-4w-vogt-louis-dose-masken-1887.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-vejrostova-reich-schreiber.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-vejrostova-reich-schreiber.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-vejrostova-reich-schreiber-ak.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-vejrostova-reich-schreiber-ak.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-yoshioka-uranglas-museum.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-2w-yoshioka-uranglas-museum.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-3w-yoshioka-uranglas-japan-tv.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-3w-yoshioka-uranglas-japan-tv.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-4w-fedorowski-pokale-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-4w-fedorowski-pokale-gruen.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkowice-1884.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkowice-1884.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-2w-tschukanowa-meisenthal-dose-loewe-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-2w-tschukanowa-meisenthal-dose-loewe-1900.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-2w-tschukanowa-radeberg-dose-zwerg-1890.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-2w-tschukanowa-radeberg-dose-zwerg-1890.pdf) (SG: Die PK ist endlich auch in Russland angekommen!!!)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-peltonen-gus-kristall-fussschale.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-peltonen-gus-kristall-fussschale.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-tschukanowa-pressmarke-bucharin.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-tschukanowa-pressmarke-bucharin.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-tschukanowa-riedel-bacc-chinese.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-tschukanowa-riedel-bacc-chinese.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-kristallmuseum-gus-chrustalny.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-kristallmuseum-gus-chrustalny.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-kuban-riedel-dackel-schwarz.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-kuban-riedel-dackel-schwarz.pdf) (Zabko)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-michl-dyatkovo-leuchter-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-michl-dyatkovo-leuchter-gruen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkovic-1884.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkovic-1884.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkovic-1884.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-sadler-schreiber-zabkovic-1884.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-michl-dyatkovo-leuchter-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-michl-dyatkovo-leuchter-gruen.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-03-mb-urshelski-1914.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-03-mb-urshelski-1914.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-04-mb-bachmetevski-1911.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-3w-04-mb-bachmetevski-1911.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-01-mb-dyatkovo-1903.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-01-mb-dyatkovo-1903.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-02-mb-gussevski-1914.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-02-mb-gussevski-1914.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-hoepf-zabko-1920-dose-schwarz.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2012-4w-hoepf-zabko-1920-dose-schwarz.pdf) ●
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-marke-patent-russland.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-marke-patent-russland.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-sg-marke-patent-russland.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-sg-marke-patent-russland.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-artantik-davidson-maltsov-fussschale.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-artantik-davidson-maltsov-fussschale.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-jeschke-teedose-russisch-blau.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-jeschke-teedose-russisch-blau.pdf)
- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-artantik-davidson-maltsov-fussschale.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-tschukanowa-artantik-davidson-maltsov-fussschale.pdf)





- [www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-mueller-fussbecher-russisch-gruen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-mueller-fussbecher-russisch-gruen.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-mueller-zabko-teedose-schwarz.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-mueller-zabko-teedose-schwarz.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-vogt-fussbecher-blau-gruen-blau.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-1w-vogt-fussbecher-blau-gruen-blau.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-reith-dyatkovo-teller-schlingen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-reith-dyatkovo-teller-schlingen.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-tschukanowa-gus-dyat-nummern-pressglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-tschukanowa-gus-dyat-nummern-pressglas.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-jeschke-iittala-dyatkovo-teller.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-jeschke-iittala-dyatkovo-teller.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-peltonen-iittala-1922-teller-peacock.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-peltonen-iittala-1922-teller-peacock.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-fischer-dyatkovo-becher-alexander.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-fischer-dyatkovo-becher-alexander.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-peltonen-russ-brotplatte-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-peltonen-russ-brotplatte-1900.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-kosterev-flaschen.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-kosterev-flaschen.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-teller-reich-taufe-rus-1888.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-teller-reich-taufe-rus-1888.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-4w-yoshioka-uranglas-japan-tv-2013.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-4w-yoshioka-uranglas-japan-tv-2013.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-1w-stopfer-vase-karaffe-jugendstil.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-1w-stopfer-vase-karaffe-jugendstil.pdf)  
 (Zabkowiec)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-1w-sg-moskau-kreml-pw.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-1w-sg-moskau-kreml-pw.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-2w-tschukanowa-auto-moskwitsch-1978.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-2w-tschukanowa-auto-moskwitsch-1978.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-2w-tschukanowa-urshelski-marke-1950.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-2w-tschukanowa-urshelski-marke-1950.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-baccarat-maltsov.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-baccarat-maltsov.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-perlbandbecher-russland-1850.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-perlbandbecher-russland-1850.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-zabkowiec-palast-1911.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-3w-tschukanowa-zabkowiec-palast-1911.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-4w-tschukanowa-marke-patent-russland.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-4w-tschukanowa-marke-patent-russland.pdf)  
 (PW Zabkowiec Löwe und Hunde)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-4w-tschukanowa-walther-gaenseliesel-1936.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2014-4w-tschukanowa-walther-gaenseliesel-1936.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-gus-kristall-museum-fuehrer-2014.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-gus-kristall-museum-fuehrer-2014.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-bachmetev-paste-zarin-elisabeth.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-bachmetev-paste-zarin-elisabeth.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-fedorowskij-dose-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-fedorowskij-dose-1900.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-flakons-russland-1917.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-flakons-russland-1917.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-kosterev-fisch-baer-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-kosterev-fisch-baer-1900.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-fedorowskij-vorovskogo.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-fedorowskij-vorovskogo.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-kosterev-glasfabriken-russland-1835-1917.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-sg-kosterev-glasfabriken-russland-1835-1917.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-parfuem-1917-museum.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-1w-tschukanowa-parfuem-1917-museum.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-peltonen-fusschale-lotos-russland-1925.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-peltonen-fusschale-lotos-russland-1925.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-fischer-243-518-tolstoi-bueste-1960.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-fischer-243-518-tolstoi-bueste-1960.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-lobmeyr-glasindustrie-1874-russland.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-lobmeyr-glasindustrie-1874-russland.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-wendl-auktion-2016-84-fussbecher-fedorovskij.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-wendl-auktion-2016-84-fussbecher-fedorovskij.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-kuban-loewe-zabko-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-kuban-loewe-zabko-1900.pdf) (+ Hund)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-zbieracz-polen-pressglas-2015-12.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-zbieracz-polen-pressglas-2015-12.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-sg-zabko-loewe-probe-1905.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-sg-zabko-loewe-probe-1905.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-sg-zabko-zuckerschale-rubin-1910-deu.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-sg-zabko-zuckerschale-rubin-1910-deu.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-akcia-zabko-teedose-perlov-1903.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-akcia-zabko-teedose-perlov-1903.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-akcia-teller-ranken-1850.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-3w-akcia-teller-ranken-1850.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-sg-gus-khrustalny-museum-2015-07.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-sg-gus-khrustalny-museum-2015-07.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-sg-gus-khrustalny-museum-2015-07-russ.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2015-2w-sg-gus-khrustalny-museum-2015-07-russ.pdf)  
[www.vladmuseum.ru/rus/news/index.php?id=64843](http://www.vladmuseum.ru/rus/news/index.php?id=64843) (Stand 2015-12)  
[www.vladmuseum.ru/rus/news/index.php?id=66023](http://www.vladmuseum.ru/rus/news/index.php?id=66023) (Stand 2015-12)



[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2016-1w-sg-fischer-zabkowice-palast-1911.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2016-1w-sg-fischer-zabkowice-palast-1911.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-chukanova-zabkovic-teekasten-popov-1904.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-chukanova-zabkovic-teekasten-popov-1904.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-chukanova-teehandel-popov-1842-1917.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-chukanova-teehandel-popov-1842-1917.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-peltonen-zuckerdosen-estland-zabkowice-1910.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-peltonen-zuckerdosen-estland-zabkowice-1910.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-zabkowice-markierung-1900-1914.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2017-1w-sg-zabkowice-markierung-1900-1914.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-peltonen-schnapsglas-russland-1917.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-peltonen-schnapsglas-russland-1917.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-dose-ananas-reich-1902.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-dose-ananas-reich-1902.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-teedose-rotermund-chk-332-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-teedose-rotermund-chk-332-1900.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-korb-blau-1900.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-chukanova-korb-blau-1900.pdf) ●

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-galle-linien-moskau-2013.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-2w-galle-linien-moskau-2013.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-smirnova-russ-glas-2011.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-smirnova-russ-glas-2011.pdf) ●

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-kristall-pressglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-kristall-pressglas.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-curtis-baccarat-1992-geschichte.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-curtis-baccarat-1992-geschichte.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-drozdov-kristall-russ-1849-de.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2018-1w-drozdov-kristall-russ-1849-de.pdf) ●

PK 2008-2 SG, Schema der Herstellung von Bleikristallglas bzw. Demi-Kristallglas - Kreideglas  
 PK 2008-2 SG, Схема производства свинцовый хрусталь или полукристаллического стекла - меловой стекло

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-kristall-pressglas.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2008-2w-sg-kristall-pressglas.pdf)

#### Zawiercie (Russisch Polen)

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2003-4w-kwasnik-zawiercie-pressglas-2003.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2003-4w-kwasnik-zawiercie-pressglas-2003.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-sg-zabkowice-zawiercie.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-2w-sg-zabkowice-zawiercie.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-peltonen-lampe-reich-zawiercie.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2007-3w-peltonen-lampe-reich-zawiercie.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-stopfer-reich-dose-rose.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2010-2w-stopfer-reich-dose-rose.pdf) ●  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-reich-lampen-zyylinder.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2013-3w-tschukanowa-reich-lampen-zyylinder.pdf) ●

PK 2004-2 Vulpius, Anhang 16, Die Glassande von Hohenbocka - seit 150 Jahren ein Grundstoff für die Lausitzer Glasindustrie  
 PK 2006-3 Vulpius, Zu den Anfängen des Braunkohlen- und Glassandabbaus im Zentralteil der Hohenbockaer Hochfläche und zur Existenz der Glashütte Johannisthal bei Leipzig - ein Beitrag zur Geologie und Industriegeschichte

[www.pressglas-korrespondenz.de/archiv/pdf/pk-2004-2w-16-vulpius-hohenbocka-glassande.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/archiv/pdf/pk-2004-2w-16-vulpius-hohenbocka-glassande.pdf)  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-vulpius-johannisthal.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2006-3w-vulpius-johannisthal.pdf)

SG: es ist umstritten, wann und ob Glasmeister Michael Müller auf der Hütte Helmbach / Michlova Hut' in Böhmen, das „Böhmische Kristallglas“ erfunden / entwickelt / verwendet hat:

[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-1999-5w-sg-farben-neuwirth.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-1999-5w-sg-farben-neuwirth.pdf)  
 [1683 d'Ossimont in Gratzen / Helmbach]  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-4w-sg-buquoy-glashuetten.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2002-4w-sg-buquoy-glashuetten.pdf)  
 [1693 Michael Müller, Glashütte Helmbach, fertigt Kristallglas;  
 Drahotová, Das Buquouysche Glas im 2. u. 3. Viertel des 17. Jhdts. und die europäische Glasproduktion, in: Sonderausstellung Passauer Glasmuseum 2002, S. 17]  
[www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-3w-lnenickova-glaskunst-boehmerwald-1996.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/aktuelles/pdf/pk-2011-3w-lnenickova-glaskunst-boehmerwald-1996.pdf) [1677 - 1683 - 1687 - in den 1890-er Jahren - 1691 in Frauenau - 1694]  
[www.pressglas-korrespondenz.de/archiv/pdf/pk-2011-3w-02-hirsch-boehm-kristallglas-1936.pdf](http://www.pressglas-korrespondenz.de/archiv/pdf/pk-2011-3w-02-hirsch-boehm-kristallglas-1936.pdf)  
 [1673-1680 d'Ossimont in Gratzen - 1683 - 1687 - in den 1890-er Jahren - 1694  
 Hirsch beweist die Datierung 1673 nach Dokumenten der Herrschaft Gratzen]

