

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH

PRACE
INSTYTUTU MASZYN
PRZEPLYWOWYCH

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

62-63

WARSZAWA—POZNAN 1973

P A Ń S T W O W E W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH

poświęcone są publikacjom naukowym z zakresu teorii i badań doświadczalnych w dziedzinie mechaniki i termodynamiki przepływów, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki maszyn przepływowych

*

THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

exist for the publication of theoretical and experimental investigations of all aspects of the mechanics and thermodynamics of fluid-flow with special reference to fluid-flow machinery

KOMITET REDAKCYJNY - EXECUTIVE EDITORS
KAZIMIERZ STELLER - REDAKTOR - EDITOR
JERZY KOŁODKO · JÓZEF ŚMIGIELSKI
ANDRZEJ ŻABICKI

REDAKCJA - EDITORIAL OFFICE
Instytut Maszyn Przepływowych PAN, 80-952 Gdańsk,
skr. pocztowa 621, Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Gen. Józefa Fiszer 14, tel. 41-12-71

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1973

Printed in Poland

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE - ODDZIAŁ W POZNANIU

Nakład 410+90 egz.	Oddano do składania 19 XII 1972 r.
Ark. wyd. 19,5. Ark. druk. 15,375+2 wkl.	Podpisano do druku 29 IX 1973 r.
Pap. druk. sat. kl. V, 70 g	Druk ukończono w październiku 1973 r.
Nr zam. 814/155	D-15/787 Cena zł 58,-

DRUKARNIA UNIwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

Czwarte Seminarium poświęcone zagadnieniom
MAGNETOHYDRODYNAMIKI STOSOWANEJ
I GAZODYNAMIKI WYSOKICH TEMPERATUR

Jena, maj 1972

Čtvrtý Seminář o
APLIKOVANÉ MAGNETOHYDRODYNAMICE
A DYNAMICE PLYNU ZA VYSOKÝCH TEPLOT

Jena, květen 1972

Viertes Arbeitsseminar über Fragen
DER ANGEWANDTEN MAGNETOHYDRODYNAMIK
UND HOCHTEMPERATUR-GASDYNAMIK

Jena, Mai 1972

Fourth Seminar on
APPLIED MAGNETOHYDRODYNAMICS
AND HIGH TEMPERATURE GASDYNAMICS

Jena, May 1972

Четвертый Семинар по
ПРИКЛАДНОЙ МАГНИТОГИДРОДИНАМИКЕ
И ГАЗОДИНАМИКЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Ена, май 1972 г.

LUDWIG ROTHHARDT, GÜNTER JAHN

Jena*

Erste experimentelle Erfahrungen mit einem koaxialen Plasmabeschleuniger, dessen Anfangsbedingungen durch frontseitig einströmendes Plasma bestimmt werden

Durch Modifikation unserer Apparatur, mit der wir die im vorangehenden Arbeitsseminar in Gdańsk 1970 vorgetragenen Untersuchungen in einem magnetoplasmadynamischen Überschallringkanal durchgeführt haben [1], konnten wir schnell eine erste Apparatur realisieren, in der ein koaxialer Plasmabeschleuniger durch frontseitig einströmendes Plasma gefüllt wird, so daß definierte Anfangsbedingungen geschaffen werden.

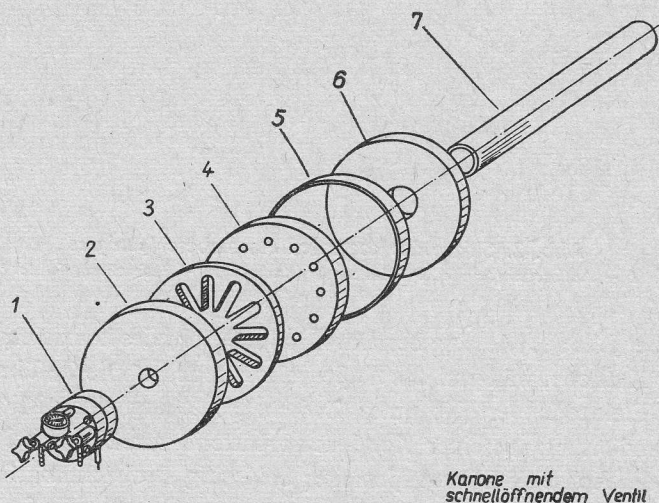


Abb. 1. Explosionszeichnung der Plasmaquelle [1]

1 - Ventil, 2 - hintere Deckplatte, 3 - Gasverteilungskanäle, 4, 5, 6 - flache Dose, 7 - Laufrohr

Als Plasmaquelle dient unsere bekannte Anordnung [1], die in Abb. 1 wiedergegeben ist.

* Zentralinstitut für Elektronenphysik der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institutsteil VI - Magnetoplasmadynamik, Jena.

Die Experimente mit dem coaxialen Plasmabeschleuniger schließen an gemeinsame Untersuchungen mit unserem sowjetischen Partner der Moskauer Staatlichen Lomonosow-Universität an, in denen die Dynamik von Skinschichten in einem linearen Schienenbeschleuniger untersucht wurde [2].

Abbildung 2 zeigt eine Skizze des coaxialen Plasmabeschleunigers, der an Stelle des Laufrohres (7 in Abb. 1) trat. Er besteht aus einem Messingrohr von 50 mm Innendurchmesser und 28 cm Länge (1) und einem an dem der Plasmaquelle zugewandten Ende angeschrägten Innenrohr (Einzelheit in Abb. 2) von 25 mm Außendurchmesser und 21 cm

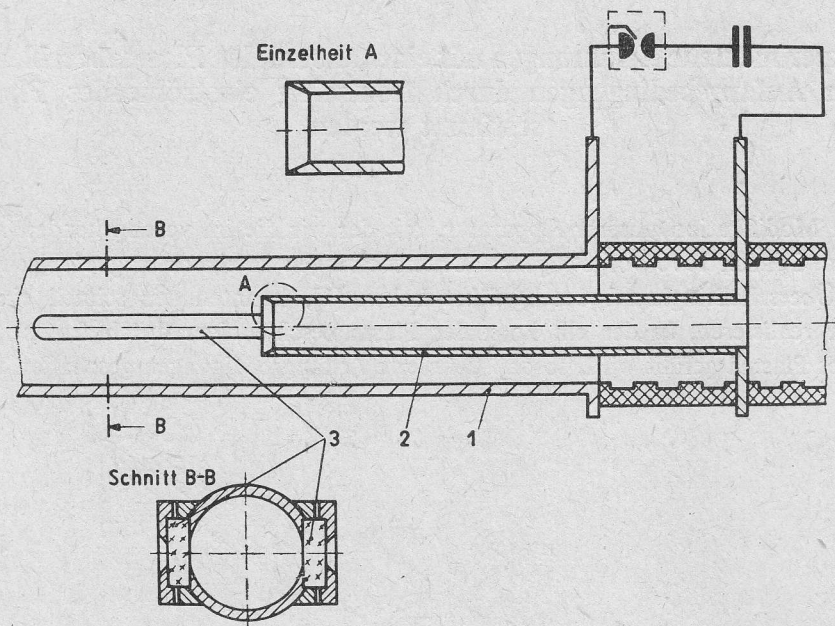


Abb. 2. Skizze des coaxialen Plasmabeschleunigers
1 – Außenrohr (Anode), 2 – Innenrohr (Kathode), 3 – Beobachtungsfenster

Länge (2), das ebenfalls aus Messing besteht. Das Innenrohr des coaxialen Plasmabeschleunigers bildet die Kathode, während das Außenrohr Anode ist. Die Zuführung des Stromes zu den beiden Elektroden erfolgt unter Zwischenschaltung eines Mitteldruckschalters [3] über eine Bandleitung aus einer Kondensatorbatterie von $27 \mu\text{F}$ bei Spannungen bis zu 4 kV. Längs der Achse sind im Außenleiter beidseitig Beobachtungsfenster von 20 cm Länge angeordnet (3), die optische Qualität besitzen und die fotografische Registrierung sowie Interferometrie und ähnliches zulassen.

Abbildung 3 zeigt eine Gesamtansicht der Anlage. Die Plasmaquelle befindet sich im Bild auf der linken Seite. An sie schließt sich der coaxiale Plasmabeschleuniger an, der über die Bandleitung rechts oben gespeist wird.

Mittels der Plasmaquelle wird der Plasmabeschleuniger gefüllt, wobei das Plasma mit ebener Front in die zylindersymmetrische Beschleunigeranordnung einströmt. Die Ebenheit dieser Front wurde mit Hilfe mehrerer über den Azimut verteilter Plasmaschlucker ver-

messen. Die Abweichungen waren $<0,5$ cm, d.h. kleiner als die Höhe des Beschleunigerkanals.

Durch elektronische Verzögerung kann der Einsatz des Schienenbeschleunigerstromes so gewählt werden, daß die Umlenkung der Plasmafront bei gleichzeitiger Bildung einer Skinschicht an der gewünschten axialen Position im koaxialen Beschleuniger erfolgt.

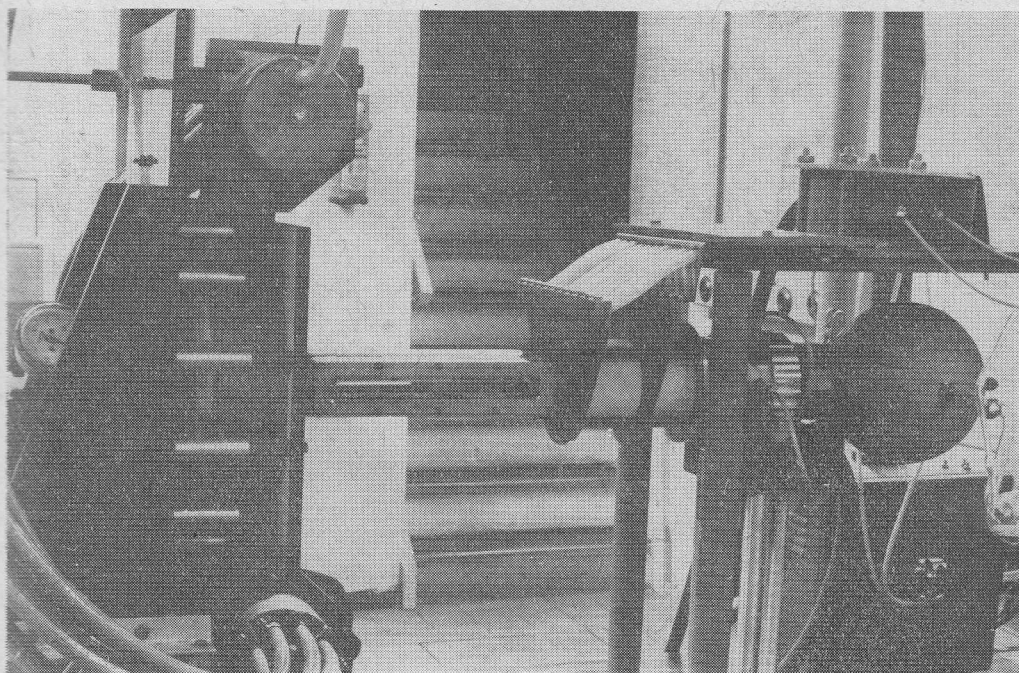


Abb. 3. Ansicht der Anlage

Abbildung 4a zeigt ein typisches Beispiel einer Trommelkameraaufnahme, die bei einer Verzögerung zwischen Quellentriggerung und Zündung des Koaxialbeschleunigers von $25 \mu\text{s}$ aufgenommen wurde. Wie aus dem dI/dt -Oszillogramm der Abb. 4b zu entnehmen ist, liegt die Frequenz des Beschleunigerstromkreises mit 60 kHz relativ hoch, so daß an die Triggergenauigkeit und an die Zündverzögerung der Schalter hohe Anforderungen gestellt werden müssen, um eine gute Reproduzierbarkeit der Experimente zu gewährleisten. Durch geeignete Wahl der Trigger-Verzögerungszeit ist es möglich, die stromstarke Skinschicht beim Austritt aus dem koaxialen Plasmabeschleuniger zur Kumulation zu bringen, wie es in typischen Plasmafokus-Experimenten geschieht [4]. Unsere Anordnung unterscheidet sich von den bisherigen Experimenten dadurch, daß saubere Anfangsbedingungen an einer ebenen Plasmafront (nicht wie bisher Durchzünden an einem Isolator) vorliegen.

Wir hoffen, in den nächsten Monaten mit der hier vorgestellten Apparatur erste Fokusuntersuchungen durchführen zu können. Hierzu sind vorwiegend noch Probleme der Diagnostik zu lösen.

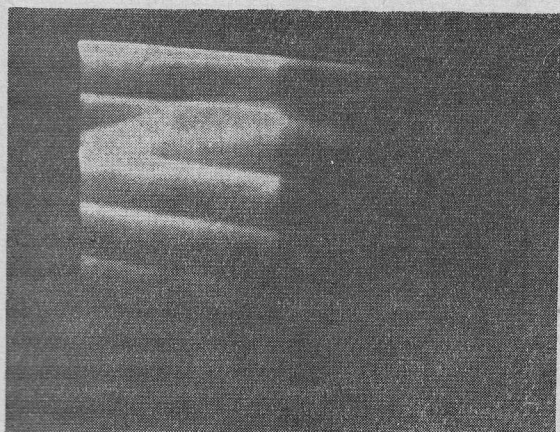


Abb. 4a. Trommelkameraaufnahme (0,3 Torr H_2 , Verzögerungszeit zwischen Triggerung von Quelle und Beschleuniger 25 μs)

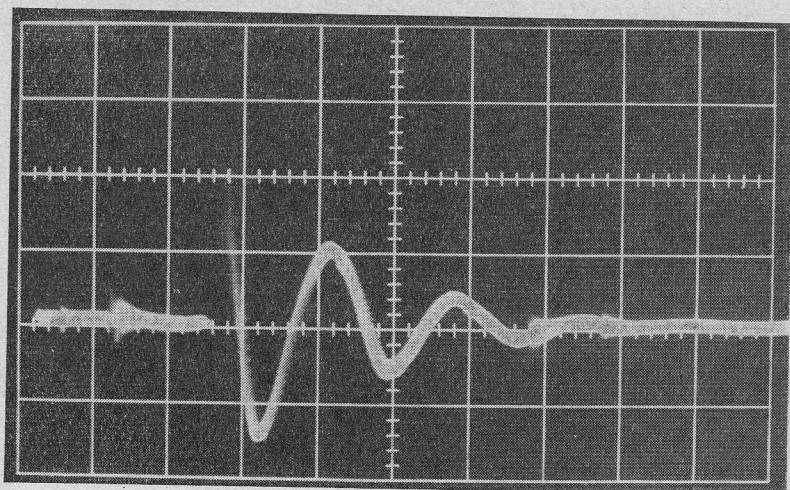


Abb. 4b. Zugehöriges dI/dt -Oszillogramm des Beschleunigerstromes (Horizontal-Ablenkung 10 $\mu s/cm$)

Literatur

- [1] L. Rothhardt, G. Jahn, Prace IMP, Nr. 54/55, 1971, s. 31.
- [2] W. Pismenni, L. Rothhardt u. Mitarb., (Publikationen in Vorber.).
- [3] G. Jahn, L. Rothhardt, Mber. Dt. Akad. Wiss. 10 (1968), 776.
- [4] J. W. Mather, Phys. Fluids 8 (1965), 366.

Wstępne, eksperymentalne rozeznania dotyczące współosiowego przyspieszacza plazmy, którego początkowe warunki pracy ustalone są przez czołowy napływ plazmy

Streszczenie

Praca zawiera informacje o wstępnych badaniach zastosowania współosiowego przyspieszacza plazmy, którego początkowe warunki pracy zależą od czołowo napływającego strumienia plazmy.

Zapewniona była płaskość czoła napływającej plazmy. Za pomocą posiadanej aparatury udało się zrealizować takie warunki czasowe, w których można oczekiwać ogniskowania wiązki plazmy.

Preliminary Experiments on Coaxial Plasma Accelerator with Initial Working Conditions Determined by Plasma Inflow

Summary

Information is given about preliminary experiments on the application of a coaxial plasma accelerator wherein the initial working conditions depend on the frontal flow of the incoming plasma. The plasma front was kept flat in the experiments. With the use of the equipment available it was possible to execute such time conditions wherein the focusing of the plasma may be expected.

Предварительное экспериментальное изучение коаксиального ускорителя плазмы, начальные условия работы которого определяются торцевым притоком плазмы

Резюме

В работе дается информация о предварительных исследованиях применения коаксиального ускорителя плазмы, начальные условия работы которого зависят от торцевого притока плазмы. Был обеспечен плоский фронт притекающей плазмы. При помощи имеющейся в распоряжении аппаратуры удалось осуществить временные условия, в которых можно ожидать фокусирования пучка плазмы.