" Моделирование кодом FiDAP свободной поверхности плоской турбулентной струи, формируемой соплом SHIMA".





🖙 ЗАЧЕМ ЭТО НАДО ?

Цель расчетного исследования заключалась:

- в моделировании контурной гидродинамики литиевой петли
- в исследовании устойчивости свободной поверхности изотермической плоской струи при истечении ее из сопла 
   SHIMA в вакуум [4÷15]
- в начальном этапе оптимизации геометрии кромки сопла и выяснении причин образования аэрозолей







# 🖙 что сделано ?

С помощью лицензионного кода FiDAP v.8.7.2 [1÷3] выполнено 2D расчетное моделирование части петли литиевого стенда.

Исследован стационарный изотермический, турбулентный режим в условиях полного смачивания и отсутствия шероховатости конструкций.

С помощью лицензионного пре-процессора GAMBIT смоделированы расчетные сетки и исследованы 3 варианта угловых конфигураций кромок сопла SHIMA на четырехугольной криволинейной сетке: 22°, 62°30′ (проектное значение) и 67°30′.

Количество ячеек расчетной сетки варьировалась в пределах 108284 (для проектного варианта) до 92342(для вариантов: 22° и 67°30′). При этом количество ячеек для области струи ( по глубине) для проектного варианта составило 12 (размер ячейки 0.83 мм) и 4 (размер ячейки 2.5 мм) для остальных вариантов.



FiDA

**ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ФРАГМЕНТ ПЕТЛИ ?** 

В состав фрагмента петли вошли:

•камера -успокоитель (на входе) без решеток

модельное сопло SHIMA с габаритами:
70х97 мм сечение на входе в первую ступень
70х10 мм сечение на выходе второй ступени
177 мм –общая длина.

•прямолинейный 90 мм участок, наклоненный под углом 67°30' к горизонту.

•криволинейный участок (R=250 мм, с угловым растром в 45°)

•прямолинейный 198 мм участок на сливе

•приемный успокоительный бак на сливе.





# 🖙 РАСЧЕТНАЯ ОБЛАСТЬ





Ú



# © Я ЧТО ОЗНАЧАЕТ ТЕРМИН " FIDAP "?

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

*									7
*									7
*									7
*									*
*									7
*									*
*									*
*									*
*									7
*									7
*		<b>TTTTT</b>	DDDDD	מתמת		2.2	DDDDD.	DDDDD	
*			DDDDD		AA 888	.AA 3 3 3	DDDDD		
	FFFFFFFFFFFFF	 	DDDDL	סססססי		.AAA 	PPPPP.	DDD	
	FF	11	DD			AAA 	PP	PPP	
• +	FF	11	עע	עעע	AAA	AAA	PP	PP	_
<u>_</u>	FF	11	DD 55	עע	AAA 		PP	PPP	
*	FFFFF	11	סט	DD	AAAAAA	AAAAAA	PPPPP.	PPPPPP 	7
*	F. F. F. F. F. F.	11	DD	DD	AAAAAA	AAAAAA	PPPPP.	PPPPP	7
*	FF	II	DD	DD	AA	AA	PP		7
*	FF	II	DD	DDD	AA	AA	PP		7
*	FF	II	DD	DDD	AA	AA	PP		7
*	FF	IIIIII	DDDDD	DDDDD	AA	AA	PP		7
*	FF	IIIIII	DDDDD	DDDD	AA	AA	PP		7
*									7
*									7
*									7
*									7
*		FLUI	D DYNAMI	CS ANALYS	IS PACKA	GE			7
*		====				==			7
*									7
*									7
*			RELE	ASE ( 8.	7.2)				7
*									*
*									7
*									*
*									7
*									*
*******	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	*******	******	******	* * * * * * * * *	******	******	*******	******
									~
									E
						~			



Ú



### © ТПО СТАТИМИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ V.O.F. для FiDAP

$$\nabla \bullet \overset{\boxtimes}{u} = 0$$

$$\rho \left( \frac{\partial \overset{\boxtimes}{u}}{\partial t} + \overset{\boxtimes}{u} \bullet \nabla \overset{\boxtimes}{u} - \overset{\boxtimes}{g} \right) - \nabla \bullet \tau + \nabla p = 0$$

$$\rho c_p \left( \frac{\partial T}{\partial t} + \overset{\boxtimes}{u} \bullet \nabla T \right) - \nabla \bullet (k \nabla T) - H = 0$$

уравнение для турбулентной энергии

$$\rho \frac{\partial \kappa}{\partial t} + \rho u_j \kappa_j = \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\kappa}\kappa_j\right)_j + G + B - \rho\varepsilon$$

уравнение для диссипации турбулентной энергии:

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \rho u_j \varepsilon_j = \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\varepsilon}} \varepsilon_j \right)_j + c_1 \frac{\varepsilon}{\kappa} G + c_1 (1 - c_3) \frac{\varepsilon}{\kappa} B - c_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{\kappa}$$
  
уравнение  
метода *V.O.F.* (Volume Of Fluid) кода FIDAP ([1] стр.13-2):  
$$\frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\mathbb{N}}{u} \bullet \nabla F = 0$$

Система уравнений расчетной модели решена с помощью штатного алгоритма кода : 'SEGREGATED FREE-SURFACE ALGORITM'.



PlasmaVenture

#### **СТРУКТУРА РЕШАТЕЛЯ FIDAP**





Ú

# **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ FIDAP С ПРЕ-ПРОЦЕССОРОМ GAMBIT**





FLUENT

**PlasmaVenture** 

# GAMBIT - What does it mean ?

- Geometry ACIS-based 3-d solid modeling
- CAD import, virtual cleanup
- Image: SubMap, Cooper, TGrid,
- 🖙 **B**uilding
- Boundary layer, Hybrid meshing
- ntelligent Jo
- Levene line Merch evening tion
  - Journaling, Mesh examination,
  - oolkit Coordinate systems

www.fluent.com

UGM 2001



F

F



0

**#FLUENT** 

# 🖙 ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ





Ú



# РАСЧЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ варианта кромки сопла 62°30' (проектное значение).







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D расчетная урезанная расчетная сетка в области второй ступени сопла, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	ELEMENT MESH PLOT
HE BEENE STATELET	
THTTXXXXX	
THT I XXXX	
EFFFFFFF	
EFEFFFFF	
HHHHH	
FEFEFE	
ATT TO THE HEAT AND THE AND TH	
	SCREEN LIMITS
FFFFFFFXXXEFFFFFF	XMIN 0.122E+01 XMAX 0.126F+01
	YMIN 0.174E+00 YMAX 0.131F+00
	FIDAP 8.7.2
	12 Jun 04 08:25:18







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D расчетная урезанная расчетная сетка в области первой и второй ступеней сопла, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	ELEMENT
	TIME 0.380E-02
	SCREEN LIMITS
	XMIN 0.122E+01 XMAX 0.132E+01
	YMIN 0.215E+00 YMAX 0.983E-01
	FIDAP 8.7.2
	08:26:38





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D расчетная урезанная расчетная сетка в области действия пучка дейтронов. УВЕЛИЧЕНИЕ









Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D векторное поле скорости в области второй ступени сопла, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ





Ú











Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле вертикальной составляющей скорости в области второй ступени сопла, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	X COMP. VELOC.
	CONTOUR PLOT LEGEND 
	SCREEN LIMITS
	XMIN 0.120E+01
	XMAX 0.127E+01  YMIN 0.194E±00
	YMAX 0.111E+00
	FIDAP 8.7.2
Y	08:19:33







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле вертикальной составляющей скорости внутри сопла, кромки и прямолинейного 90 мм участка

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	X COMP. VELOC.
	LEGEND 
	MINIMUM -0.19463E+02 MAXIMUM 0.21569E+01
	TIME 0.380E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.119E+01 XMAX 0.139E+01 YMIN 0.317E+00 YMAX 0.878E-01 FIDAP 8.7.2 12 Jun 04 08:43:15





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D векторное поле в области кромки (с наложением на расчетную сетку). УВЕЛИЧЕНИЕ. (построено с помощью пост-процессора FIELDVIEW v.8.1.f [3]).







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D векторное поле в области кромки (с наложением на расчетную сетку). УВЕЛИЧЕНИЕ. (построено с помощью пост-процессора FIELDVIEW v.8.1.f [3]).



Fidap





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле турбулентного числа Рейнольдса в области второй ступени, кромки и прямолинейного участка. УВЕЛИЧЕНИЕ.

11-06-2004/Tar	get7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	CELL REYN. NO.
		LEGEND 0.8865E+03 0.2659E+04 0.4432E+04 0.6205E+04 0.7978E+04 0.1152E+05 0.1330E+05 0.1684E+05
		MINIMUM 0.0000E+00 MAXIMUM 0.17730E+05
		TIME 0.380E-02
*		SCREEN LIMITS XMIN 0.120E+01 XMAX 0.127E+01 YMIN 0.194E+00 YMAX 0.111E+00 FIDAP 8.7.2 12 Jun 04





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле сдвига в области второй ступени, кромки и прямолинейного участка. УВЕЛИЧЕНИЕ.







Бариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). 2D поле турбулентной вязкости в области второй ступени, кромки и прямолинейного участка. УВЕЛИЧЕНИЕ.

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	TURBULENT VISC
	LEGEND 0.3038E-01 0.9113E-01 0.1519E+00 0.2126E+00 0.2734E+00 0.3341E+00 0.3949E+00 0.4556E+00 0.5164E+00 0.5772E+00
	MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.60753E+00
	TIME 0.380E-02
	SCREEN LIMITS XMIN 0.120E+01 XMAX 0.127E+01 YMIN 0.194E+00 YMAX 0.111E+00
	FIDAP 8.7.2 12 Jun 04 08:14:26





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле завихренности в области второй ступени, кромки и прямолинейного участка. УВЕЛИЧЕНИЕ.

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	VORTICITY CONTOUR PLOT
	LEGEND
	2046E+05 1594E+05
	1143E+05 6912E+04
	2395E+04 0.2121E+04
	0.6637E+04 0.1115E+05
	0.1567E+05 0.2019E+05
	MINIMUM
	MAXIMUM
	0.224446+05
(in the second sec	
	TIME 0.380E-02
1755	SCREEN LIMITS XMIN 0 120F+01
	XMAX 0.127E+01 YMIN 0.194E+00
	YMAX 0.111E+00
	12 Jun 04 08:12:20







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 2D поле турбулентной кинетической энергии в области второй ступени, кромки и прямолинейного участка. УВЕЛИЧЕНИЕ.

11-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	KINETIC ENERGY
	LEGEND 0.2851E+01 0.8553E+01 0.1425E+02 0.1996E+02 0.2566E+02 0.3136E+02 0.3706E+02 0.4276E+02 0.4847E+02 0.5417E+02
	MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.57020E+02
	TIME 0.380E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.120E+01 XMAX 0.127E+01 YMIN 0.194E+00 YMAX 0.111E+00 FIDAP 8.7.2
Y- 21	12 Jun 04 08:05:19





∎ Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение).

1D распределение давления (Pa) в области сопряжения прямолинейного наклонного участка и и криволинейной части ( угол 22°30′ от оси симметрии пучка). Отсчет от свободной поверхности.

Примечание : вследствие гидродинамического прыжка с повышением уровня толщина струи в сечении составляет 11.0 мм



FiDAP

Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). 1D распределение давления (Ра) в области оси симметрии пучка ( угол 0°). Отсчет от свободной поверхности.
 Примечание : вследствие гидродинамического прыжка с повышением уровня толщина струи в сечении составляет 11.5 мм



FiDAP

Ú

**FLUENT** 

**PlasmaVenture** 





U

E



Ú



FiDAP

Ú





Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Векторное поле и функция FILLING для сечения струи лития





U





FiDAP

U





Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Векторное поле и функция FILLING для сечения струи лития





Ú





Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Векторное поле на выходе из второй ступени сопла SHIMA






Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Векторное поле на выходе из второй ступени сопла SHIMA



















Ú





Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Вертикальная компонента поля скорости.





Ú



Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Горизонтальная компонента поля скорости.





Ú









Ú



Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Поле турбулентной кинетической энергии.





Ú





Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Распределение диссипации турбулентной энергии.











Ú





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Распределение поля сдвига.





Ú





Бариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Распределение числа Рейнольдса

12-06-2004/Target7010/Lab5	4/P2036/(UNITS SI)	CELL REYN. NO.
		LEGEND 0.8074E+03 0.2422E+04 0.4037E+04 0.5652E+04 0.7267E+04 0.7267E+04 0.1050E+05 0.1211E+05 0.1373E+05 0.1373E+05 0.1534E+05 MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.16148E+05
		TIME & BORE OD
		SCREEN LIMITS XMIN 0.112E+01 XMAX 0.127E+01 YMIN 0.680E-01 YMAX 0.232E+00
Ĩ /		FIDAP 8.7.2 15 Jun 04 08:26:07



Ú



# РАСЧЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ варианта кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение).





Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D расчетная сетка в области первой – второй ступеней, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ











Ú



Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле скорости в области первой –второй ступеней, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	SPEED CONTOUR PLOT LEGEND 0.1184E+01 0.3553E+01 0.5922E+01 0.8291E+01 0.1303E+02 0.1303E+02 0.1540E+02 0.1540E+02 0.1777E+02
	0.2014E+02 0.2250E+02 MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.23689E+02
	TIME 0.137E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.122E+01 XMAX 0.133E+01 YMIN 0.229E+00 YMAX 0.104E+00 FIDAP 8.7.2 03 Jun 04





Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле давления в области первой –второй ступеней, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	PRESSURE
	LEGEND 0.5490E+04 0.2004E+05 0.3459E+05
	0.4914E+05 0.6368E+05 0.7823E+05 0.9278E+05 0.1073E+06
	0.1364E+06
	MINIMUM -0.17848E+04 MAXIMUM 0.14370E+06
	TTME 0 137E-02
	SCREEN LIMITS
	XMAX 0.136E+01 YMIN 0.241E+00
	FIDAP 8.7.2 03 Jun 04





Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле вертикальной составляющей скорости в области первой –второй ступеней, кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	X COMP. VELOC. CONTOUR PLOT
	LEGEND 2081E+02 1845E+02 1610E+02 1375E+02 1140E+02 9049E+01 6697E+01 4346E+01 1994E+01 0.3576E+00 MINIMUM
	-0.21982E+02 MAXIMUM 0.15334E+01
×	TIME 0.137E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.122E+01 XMAX 0.136E+01 YMIN 0.241E+00 YMAX 0.923E-01
	FIDAP 8.7.2 03 Jun 04 18:51:10









Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле завихренности в области кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	VORTICITY
	LEGEND 1070E+05 8357E+04 8357E+04 3667E+04 1321E+04 0.1024E+04 0.3369E+04 0.5714E+04 0.8060E+04 0.1041E+05
	MINIMUM -0.11875E+05 MAXIMUM 0.11578E+05
	TIME 0.137E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.122E+01 XMAX 0.133E+01 YMIN 0.229E+00 YMAX 0.104E+00 FIDAP 8.7.2 03 Jun 04 19:01:16





Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле турбулентной вязкости в области кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	TURBULENT VISC
	LEGEND 0.4305E-01 0.1292E+00 0.2153E+00 0.3014E+00 0.3875E+00 0.4736E+00 0.5597E+00 0.6458E+00 0.7319E+00 0.8180E+00
	MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.86106E+00
×	TIME 0.137E-02 <u>SCREEN LIMITS</u> XMIN 0.122E+01 XMAX 0.133E+01 YMIN 0.229E+00 YMAX 0.104E+00 FIDAP 8.7.2 03 Jun 04 19:02:34







\_

Fidap





Вариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле турбулентной кинетической энергии в области кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ

02-06-2004/Target7010/Lab54/P2036/(UNITS SI)	KINETIC ENERGY
	LEGEND 0.2949E+01 0.8848E+01 0.1475E+02 0.2064E+02 0.2654E+02 0.3244E+02 0.3834E+02 0.3834E+02 0.5014E+02 0.5604E+02
	MINIMUM 0.00000E+00 MAXIMUM 0.58984E+02
	TIME 0.137E-02 SCREEN LIMITS XMIN 0.122E+01 XMAX 0.133E+01 YMIN 0.229E+00 YMAX 0.104E+00
v 🛁 🔪 🔪	FIDAP 8.7.2 03 Jun 04 19:11:22



Бариант кромки сопла 22° ( НЕ проектное значение). 2D поле диссипации турбулентной энергии в област кромки и прямолинейного 90 мм участка. УВЕЛИЧЕНИЕ







# 🖙 мультипликация. Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение).





Ú









Ú



### КСЯ мультипликация. Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Грубая сетка.





Ú



### КСЯ мультипликация. Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Грубая сетка.





Ú







Ú



#### 🖙 результаты

1. Выявлена причина образования аэрозолей, которые <u>будут присутствовать в</u> <u>рабочей области пучка всегда</u> и , возможно, будут оседать на стенках конструкций и уноситься в тракт укорителя.

- 1.1. Возможно лишь снизить интенсивность их возникновения (если это позволяет технология и требования к эрозионному износу кромок).
- 1.2. В области краевого угла второй ступени образуется зона максимальной турбулентности, которая образует турбулентный след линейным размером порядка 10 мм, в котором происходит зарождений аэрозолей.
- 1.3. Прослеживается закономерность размера краевого угла □ максимума турбулентной кинетической энергии□ его расположения относительно угла □ интенсивности возникновения аэрозолей:
- 1.3.1. С уменьшением краевого угла со значения 62°30' до 22° максимальное значение кинетической турбулентной энергии (к) увеличивается со значения 54.17м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup> до 56.04 м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>.

Это сопровождается смещением максимума турбулентности от краевого угла (приблизительно с 2 мм до 8 мм) вниз по потоку и <u>снижением интенсивности возникновения аэрозолей!</u>

Однако полного устранения аэрозолей, по всей видимости, достичь невозможно из-за технологических требований к надежности конструкции сопла.

2. Получена исчерпывающая информация гидродинамики сопла SHIMA для штатного расположения 67°30' к горизонту в виде двумерных распределений полей (и компонентов) скорости, давления и турбулентности, как для внутренней части (1 и 2 ступень), так для выхода струи в вакуум на прямолинейный 90 мм участок.

## И ЧТО ДАЛЬШЕ ?

(смотри далее.....)





Γĺ

Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте.



**PlasmaVenture** 

Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте. ОБЛАСТЬ СОПРЯЖЕНИЯ.



Ú



Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте. ОБЛАСТЬ ПУЧКА. ПОВЕРНУТО.





Ú



Fidap





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . ОБЛАСТЬ ВТОРОЙ СТУПЕНИ. ПОВЕРНУТО.



International Association for Hydraulic Engineering and Research (IAHR) / Section on Energy Exchange and Fluid Phenomena Group Meeting July 5 - 10, 2004, Obninsk, Russia







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . ОБЛАСТЬ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТУПЕНЕЙ. ПОВЕРНУТО.



International Association for Hydraulic Engineering and Research (IAHR) / Section on Energy Exchange and Fluid Phenomena Group Meeting July 5 - 10, 2004, Obninsk, Russia





Ð



Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . ОБЛАСТЬ ПЕРВОЙ, ВТОРОЙ СТУПЕНЕЙ И ПОРИСТОЙ ОБЛАСТИ. ПОВЕРНУТО.






Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Пробный вариант сетки . ОБЛАСТЬ ВТОРОЙ СТУПЕНИ И ПОРИСТОЙ ОБЛАСТИ. ПОВЕРНУТО.







Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). Пробный вариант сетки . ОБЛАСТЬ ПЕРВОЙ, ВТОРОЙ СТУПЕНЕЙ И ПОРИСТОЙ ОБЛАСТИ. ПОВЕРНУТО.













Ú



Вариант кромки сопла 62°30' (проектное значение). Граничные условия в среде кода FIDAP.





Ú





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). ROBAST- вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте. ОБЛАСТЬ СОПРЯЖЕНИЯ.















Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). ROBAST- вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте. 1и 2 СТУПЕНИ СОПЛА.















Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). ROBAST- вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте.





FiDAP





Вариант кромки сопла 62°30′ (проектное значение). ROBAST- вариант сетки . 40 ячеек по глубине струи. Размер ячейки по высоте 0.25 мм. На область аэрозолей отведено дополнительно 14 ячеек с таким же размером по высоте. ОБЛАСТЬ ПУЧКА

















Fidap



 $\Theta$ 

## 🖙 Литература

1.FIDAP v. 8.7.2. Theory Manual. (1998. Fluent Inc., USA, Lebanon, NH, 03766) pp. 7-24, 10-14, 13-2+13-3,10.13+10.15

2.Gambit v.2.1 Theory Manual. (2003. Fluent Inc., USA, Lebanon, NH,03766)

3. FIELDVIEW v.8.1.f . User Gude. (2002. Intelligent Light Inc., USA, Lyndhurst, NJ,07071)

4. A.Shima, Theory of Direct and Inverse Methods to obtain Nozzle Shape, Mem.Inst.High Sp. Mech., Japan. Vol.17,№164,(1961/1962) 61-86.

5. M.Ida et al. Thermal-Hydraulic Characteristics of IFMIF Liquid Lithium Target. ISNT-6. April 8-12,2002, San Diego, USA.

- 6. ISTC Project 2036. "Lithium Circulation Loop and Lithium Neutron Target" http://www.tech-db.ru/istc/db/projects.nsf/wu/2036
- 7. Hiroo Nakamura et al. Status of Lithium Target System for International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF) Fusion Engineereing and Design 58-59 (2001) 919-923.
- 8. Hideo Nakamura et al. Water Experiment of High-speed, Free-surface, Plane Jet along Cocave wall, Proceeding of the Eighth International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal-Hydraulics (NURETH-8),Kyoto,Japan,September 30-October 4,(1997), 1268-1275.
- 9. Hiroshi Nakamura et al. Experimental Study on the Effect of Nozzle surface Finishing in High-speed water Jet, JAERI Report, JAERI-Research 2000-068, Feb.2001 (in Japanese).
- 10. M.Ida et al. Water Jet Flow Simulation Experiment and Plan of Lithium free Surface Flow Experiment for IFMIF Target, Proceeding of the 10 th International Conference on Fusion reactor Materials (ICFRM 10), Baden-baden,Germany,October,14-19, 2001.
- 11. M.Ida et al., Fluid Stability Analysis for IFMIF Target Proceeding of the International Topical Meeting on Nuclear Applications of Accelerator technolology (AccApp'98), Catlinburg, Tennessee, USA, September 22-23 (1998),546-555.
- 12. IFMIF Team (edited by A.Möslang ), IFMIF International Fusion Materials Irradiation Facility Conceptual Design Evaluation Report, A Supplement to the CDA by the IFMIF Team ,FZK Report, FZKA6199, January 1999.
- 13. M.Ida et al., "Thermal and Fluid Analysis for the IFMIF Lithium Target Jet Flow,"Proc. Of NURETH-8,Sept.30-Oct.4,1997,p.1276.Atomic Energy Society of Japan, (1997)
- 14. M.Ida et al., JAERI-Research98-0022, (1997)
- 15. S.Celovani, "Thermal Hydraulics of Liquid Metal Jets", Proc.NURETH-8, Sept. 30- Oct. 4, 1997, p. 1276, Atomic Energy Socity of Japan, (1997)



