ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

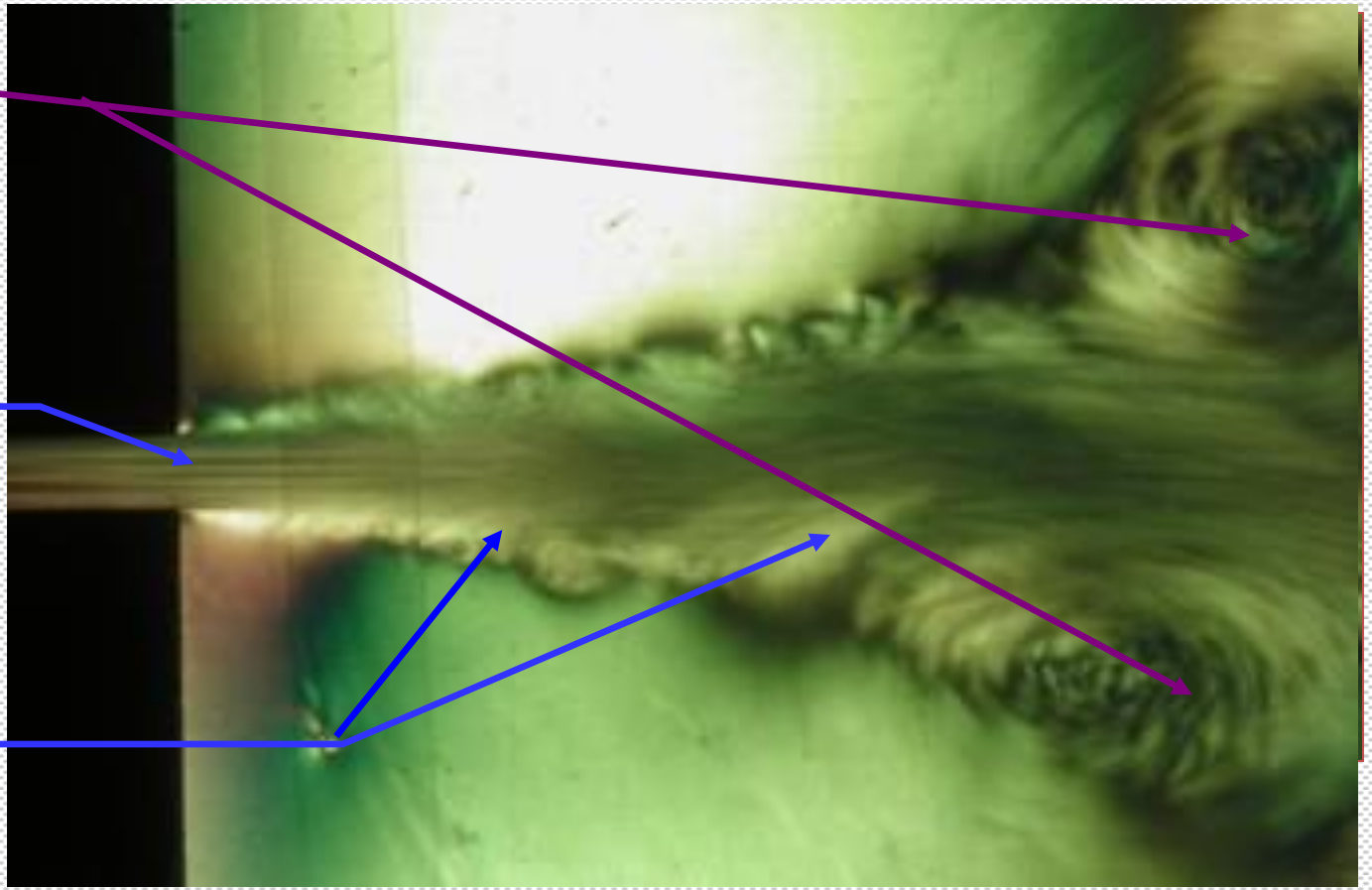
УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ и ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ 300 МВт

д.т.н. проф. АРСИРИЙ Василий Анатольевич

к.т.н. доц. БУТЕНКО Александр Григорьевич

тел. + 38 067 559 8985; + 38 050 603 4065 www.arsiry.org.ua

Структура турбулентного потока



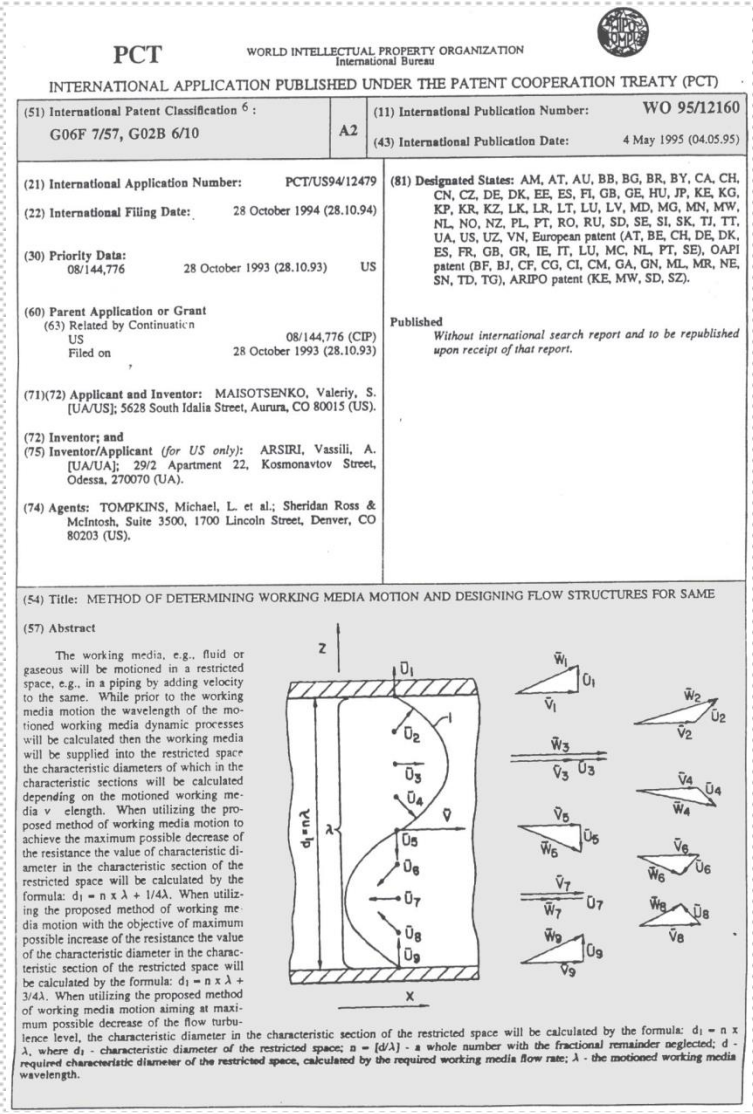
Flow Structure visualization

Корректировка проточных частей с целью совершенствования структуры потоков

Відзнака “За наукові досягнення”
Міністерства освіти України

Нагорода за найкращу наукову розробку
Міжнародної виставки «Вода – 98»

Відзнака “Почесний енергетик”
Академії енергетики України



PCT — WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 : G06F 7/57, G02B 6/10 — A2

(11) International Publication Number: WO 95/12160

(43) International Publication Date: 4 May 1995 (04.05.95)

(21) International Application Number: PCT/US94/12479

(22) International Filing Date: 28 October 1994 (28.10.94)

(30) Priority Data: 08/144,776 28 October 1993 (28.10.93) US

(60) Parent Application or Grant
(63) Related by Continuation
US 08/144,776 (CIP)
Filed on 28 October 1993 (28.10.93)

(71)(72) Applicant and Inventor: MAISOTSENKO, Valeriy, S. [UA/US]; 5628 South Idalia Street, Aurura, CO 80015 (US).

(72) Inventor; and
(75) Inventor/Applicant (*for US only*): ARSIRI, Vassili, A. [UA/UA]; 29/2 Apartment 22, Kosmonavtov Street, Odessa, 270070 (UA).

(74) Agents: TOMPKINS, Michael, L. et al.; Sheridan Ross & McIntosh, Suite 3500, 1700 Lincoln Street, Denver, CO 80203 (US).

(81) Designated States: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO patent (KE, MW, SD, SZ).

Published
Without international search report and to be republished upon receipt of that report.

(54) Title: METHOD OF DETERMINING WORKING MEDIA MOTION AND DESIGNING FLOW STRUCTURES FOR SAME

(57) Abstract

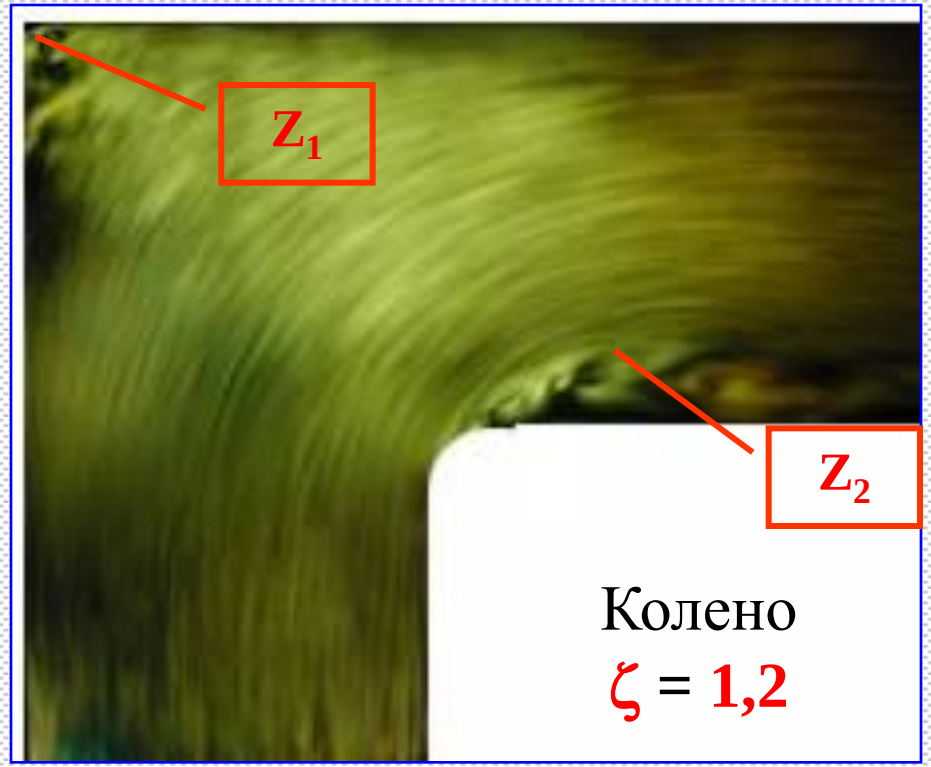
The working media, e.g., fluid or gaseous will be motioned in a restricted space, e.g., in a piping by adding velocity to the same. While prior to the working media motion the wavelength of the motioned working media dynamic processes will be calculated then the working media will be supplied into the restricted space the characteristic diameters of which in the characteristic sections will be calculated depending on the motioned working media v elength. When utilizing the proposed method of working media motion to achieve the maximum possible decrease of the resistance the value of characteristic diameter in the characteristic section of the restricted space will be calculated by the formula: $d_1 = n \times \lambda + 1/4\lambda$. When utilizing the proposed method of working media motion the objective of maximum possible increase of the resistance the value of the characteristic diameter in the characteristic section of the restricted space will be calculated by the formula: $d_1 = n \times \lambda + 3/4\lambda$. When utilizing the proposed method of working media motion aiming at maximum possible decrease of the flow turbulence level, the characteristic diameter in the characteristic section of the restricted space will be calculated by the formula: $d_1 = n \times \lambda$, where d_1 - characteristic diameter of the restricted space; $n = [d/\lambda]$ - a whole number with the fractional remainder neglected; d - required characteristic diameter of the restricted space, calculated by the required working media flow rate; λ - the motioned working media wavelength.

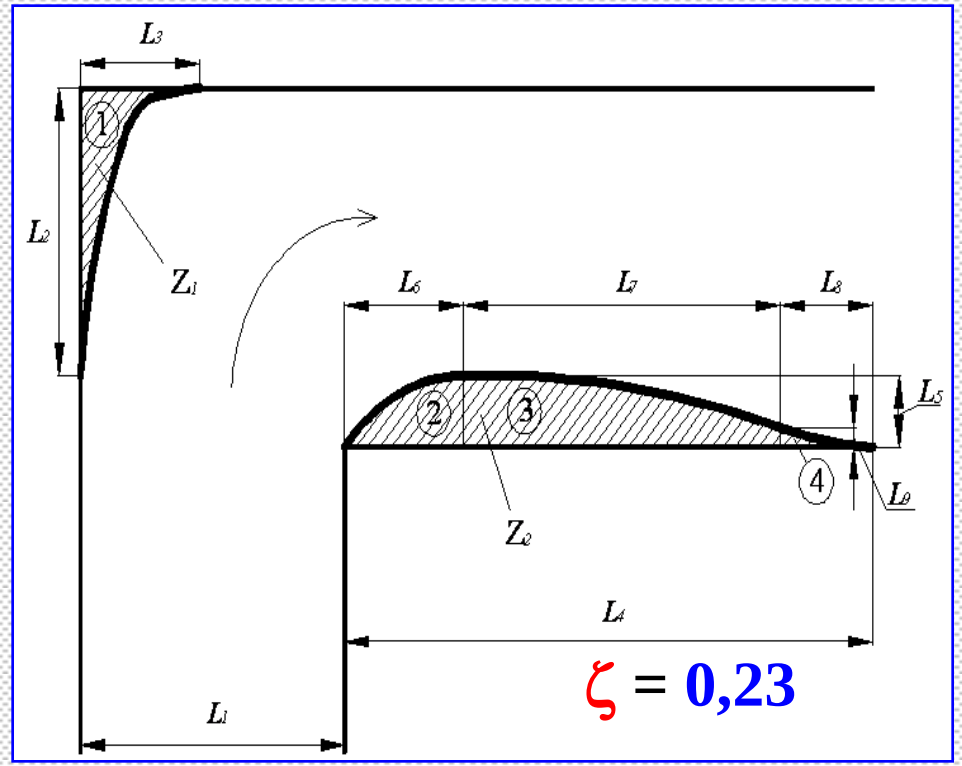
Патент ***WO 95/12160. Евр****. G06F 7/57, G02B 6/10*

Патент ***WO 95/18419. Евр****. G06G 7/57, F15D 1/02*

Flow Structure visualization

Визуальная диагностика структуры потока
с целью снижения сопротивлений

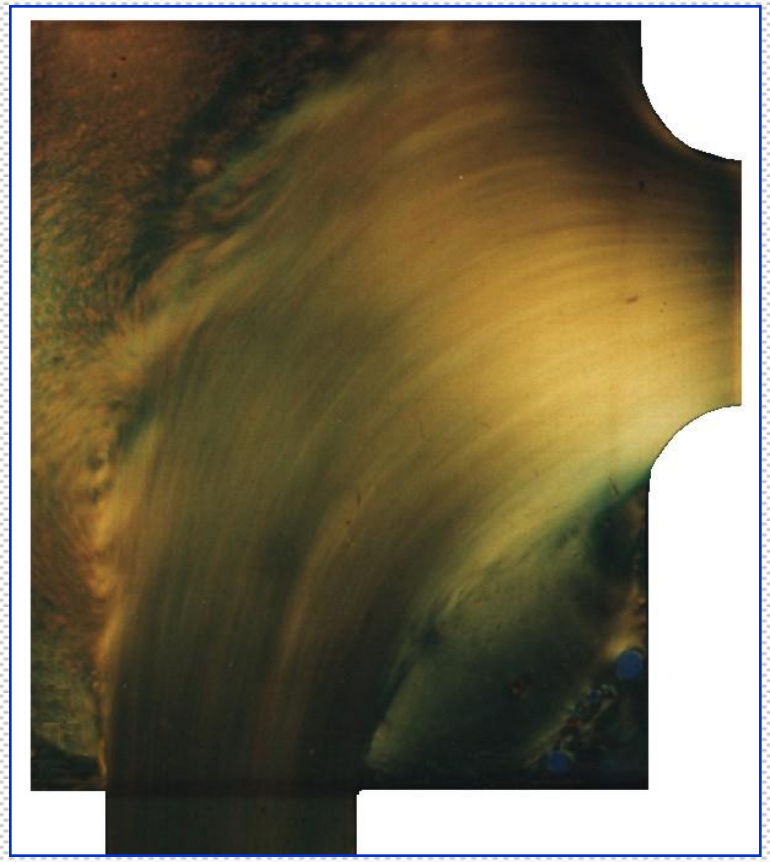




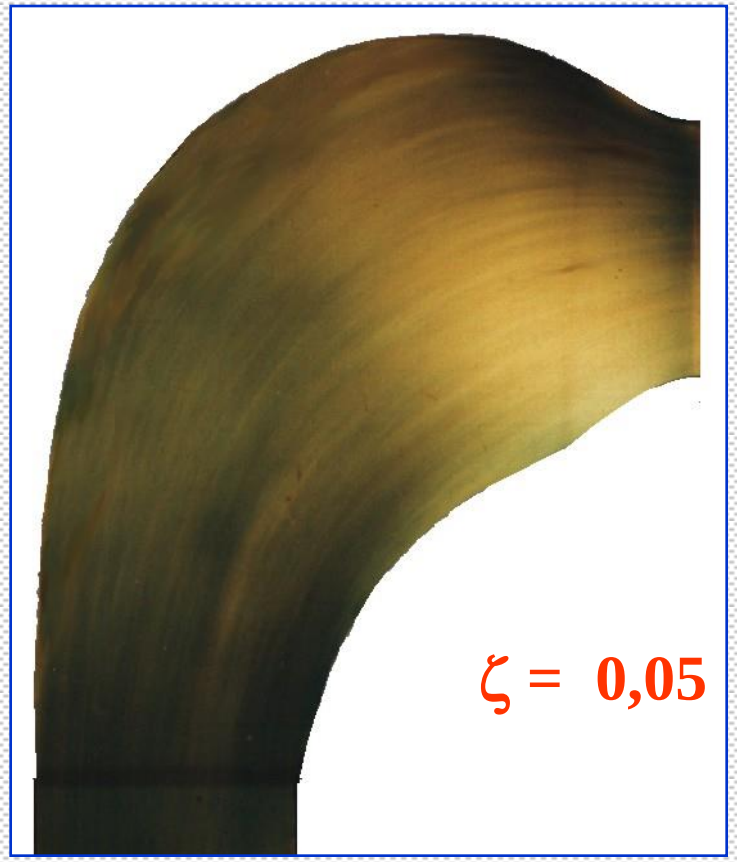
Z_i – диссипативные зоны (зоны потерь напора)

ζ – сопротивление проточной части

Корректировка геометрии проточных частей на основе совершенствования структуры потока



Моделирующее устройство



FS – поворот

Реконструкция воздушного тракта котла КВГМ-58

Цель: увеличение мощности котла

Причина – ограничение мощности котла из-за недостатка воздуха для горения

Тех задание: снижение сопротивлений воздушного тракта для увеличения подачи воздуха вентилятором ВДН-15 без его замены

Итоги реконструкции воздушного тракта котла КВГМ-58 №3 г. Ильичевск

Комунальне підприємство "Іллічівськтеплоенерго" код 31619819

Гл. инженер ИТКЭ _____ Чистов С.Л.
"___" 02 2005 г.

РЕЖИМНАЯ КАРТА

работы водогрейного котла типа КВГМ-50 №3 на газе
рег. № 4492 с горелками РГМГ -20 в котельной №2 г. Ильичевска.

№ п/п	Параметр, единица измерения	1 нагр-ка	2 нагр-ка	3 нагр-ка	4 нагр-ка
	1. Оперативные параметры				
1.1.	Число работающих горелок, n, шт.	2	2	2	2
1.2.	Давление газа, кгс/см², $P_{гр}$, (за ГРП)	0,450	0,450	0,450	0,450
1.3.	Давление газа перед котлом $P_г$, кгс/см²	0,120	0,162	0,200	0,245
1.4.	Давление воздуха за вентилятором, кгс/м²	110	150	180	235
1.5.	Давление воздуха перед горелками, кгс/м²	100	125	155	195
1.6.	Разрежение в топке, кгс/м²	- 10	- 10	- 10	- 10
	2.Контрольные параметры.				
2.1.	Состав уходящих газов (за ДС):				
	- CO_2 %	8,0	8,2	8,4	8,6
	- CO %	0,003	0,003	0,004	0,004
	- O_2 %	6,8	6,4	6,1	5,7
	- Коэффициент избытка воздуха за котлом, $\alpha_к$.	1,423	1,396	1,360	1,333
2.2.	Температура уходящих газов, $T_{ух}$, °С.	107,9	121,9	133,8	142,9
	3.Основные показатели				
3.1.	Расход воды через котел, $G_в$, м³/час.	600	600	600	600
3.2.	Давление воды до котла, Рв до к.а.,кгс/см²	11,4	11,4	11,4	11,4
3.3.	Давление воды после котла, Рв к.а.,кгс/см²	9,0	9,0	9,0	9,0
3.4.	Температура воды до котла, $T_в$, °С.	62,0	65,0	65,0	65,0
3.5.	Температура воды после котла, $T_в$, °С.	98,2	107,9	111,2	117,0
3.6.	Теплопр-ность котла по прямому балансу, $Q_к$, Гкал/час.	21,7	25,7	27,7	31,2
3.7.	Расход газа по прибору, $B_п$, м³/час. (щит)	2680	3150	3480	3900
3.8.	Расход газа фактический, $B_ф$, м³/час. («Флоукор»)	2901,0	3429,5	3729,6	4208,2
	4.Экономические показатели.				
4.1.	КПД брутто котла по обратному балансу, %	92,97	92,54	92,13	91,91
4.2.	Удельній расход условного топлива на выработку 1 Гкал. Теплоты, $B_у$, кг у.т./Гкал.	153,66	154,37	155,03	155,43
	5.Экологические показатели				
5.1.	Концентрация NO_x, приведенная к норм. усл., α=1, $C_{NOx/\alpha=1}$, мг/м³	136,78	161,95	185,26	231,72
5.2.	Концентрация CO, приведенная к норм. усл., α=1, $C_{co/\alpha=1}$, мг/м³	38,77	41,78	44,43	50,72
5.3.	Удельный выброс на 1Гкал выраб.тепла:				
	-оксидов азота NO_x, в $_{NOx/Q}$, г/Гкал	147,17	174,99	201,08	252,10
	-оксида углерода CO, в $_{CO/Q}$, г/Гкал	41,69	45,15	48,22	55,18
5.4.	Уд. выброс на 1000 м³ топлива:				
	-оксидов азота NO_x, $п_{NOx}$, кг/1000 м³	1,103	1,305	1,493	1,867
	-оксида углерода CO $п_{co}$, кг/1000 м³	0,312	0,336	0,358	0,409

Примечание: 1.Режимная карта составлена при работе котла с горелками РГМГ-20.
2. При изменении теплоты сгорания топлива более чем на 10% после капремонта, или реконструкции необходима корректировка режимной карты.

Согласовано:
"___" _____ 2006г.

Составил:
"___" _____ 2005 г.

Территориальное управление Госинспекции по энергосбережению по Одесской области
_____ Герасименко А.А.
2007 г.

Главный инженер КП "Ильичевсктеплоэнерго"
_____ Штольц А.М.
2007 г.

РЕЖИМНАЯ КАРТА
работы водогрейного котлоагрегата

Котел: КВ-ГМ-50 ст №3
Топливо - Природный газ
Тип горелки: МДГГ-2500

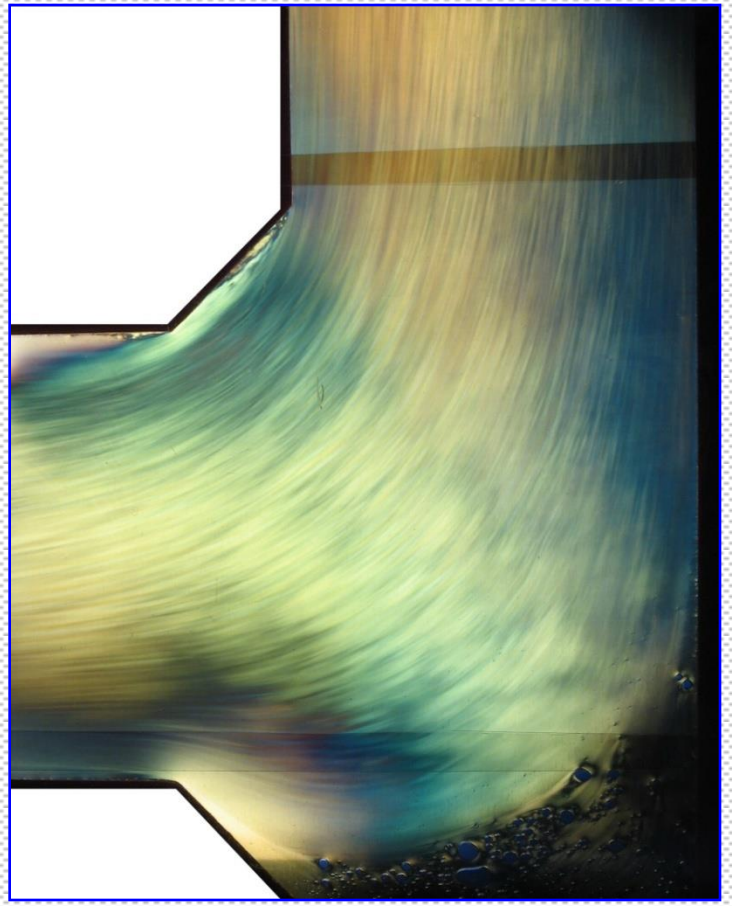
Зав. № 4506 Регистр. № 4492

КВ-ГМ-50 ст.№3

№ п/п	Наименование величин	Единица измерения	Нагрузка котла в %			
			36,386	53,758	75,988	89,53
1	2	3	4	5	6	7
	1. ОПЕРАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ					
1.	Давление газа в коллекторе	кгс/м²	4500	4500	4500	4500
2.	Давление газа перед котлом	кгс/см²	1,9	1,9	1,8	1,8
3.	Разрежение - в топке	кгс/м²	3	3	3	3
4	*Горелка левая*					
	Давление топлива на горелку	кгс/м²	190	476	635	912
	Давление воздуха	кгс/м²	15	36	49	77
5	*Горелка правая*					
	Давление топлива на горелку	кгс/м²	185	466	630	892
	Давление воздуха	кгс/м²	17	40	45	66
	2. КОНТРОЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ					
1.	Содержание в уходящих газах					
	RO_2	%	8,19	8,9	9,1	9,27
	O_2	%	6,46	5,19	4,84	4,54
2.	Темп. уходящих газов					
	- за котлом	С°	100	136,7	169	181,4
	- за дымососом	С°	93,1	123,1	152,4	158,5
3	Коэфф.избытка воздуха за дымососом	-	1,402	1,296	1,27	1,249
4	Температура воздуха, поступающего в котел	С°	14,1	14,1	14,1	14,1
5	Температура топлива	С°	7,8	7,42	7,63	7,51
	3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ					
1	Расход воды через котел	м³/ч	623,8	627,08	632	634,98
2	Тепловая произв.котла	Гкал/ч	18,193	26,879	37,994	44,765
3	Расход газа (ГРП "Флоукор")	м³/час	2413,94	3590,8	5130,45	6048,13
4	Давление воды:					
	- перед котлом	кгс/см²	11,6	11,6	11,6	11,6
	-после котла	кгс/см²	8,8	8,8	8,8	8,8
5	Температура воды					
	- пред котлом	С°	61,2	62,1	64	64
	-после котла	С°	89,6	104,2	123,4	133,9

Визуальная диагностика структуры потока во входном патрубке ВДН-15

ВХОДНОЙ ПАТРУБОК



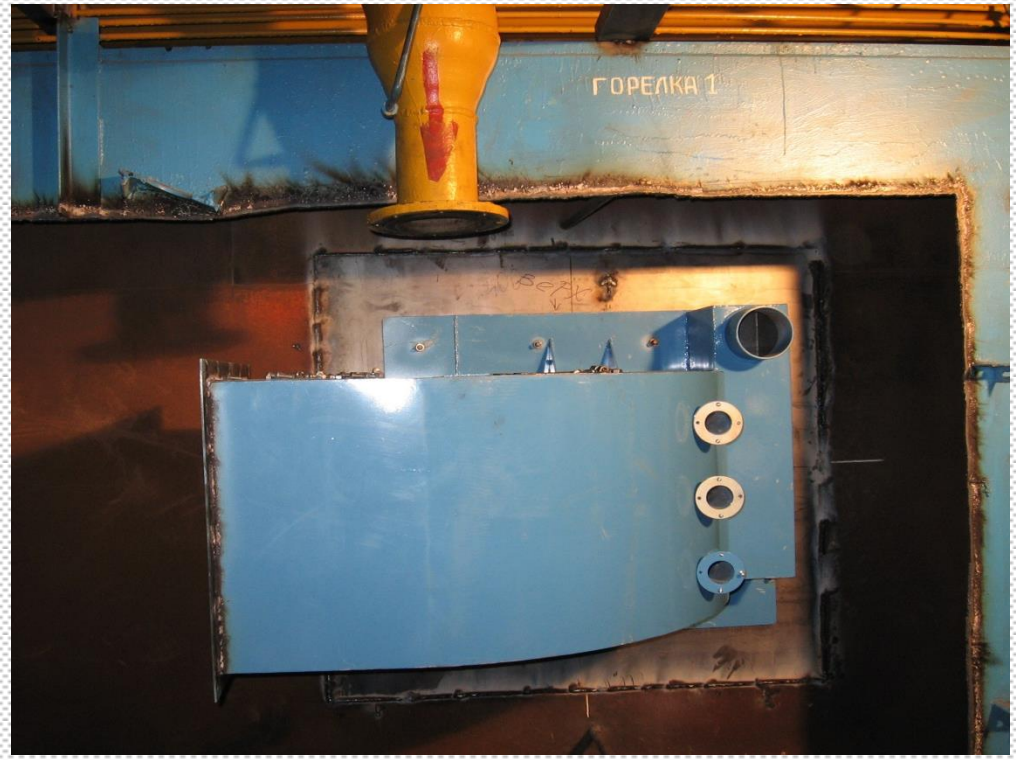
ВИЗУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Монтаж вставки-лекала

ПРИВЯЗКА ВСТАВКИ-ЛЕКАЛА

МОНТАЖ ВСТАВКИ

Установка горелок нового типа СНГ-30



Горелка СНГ-30 г.Киев

- Снижение расхода газа на 2,3%;

- Снижение затрат энергии дутьевого вентилятора ;

- Увеличение диапазона регулирования

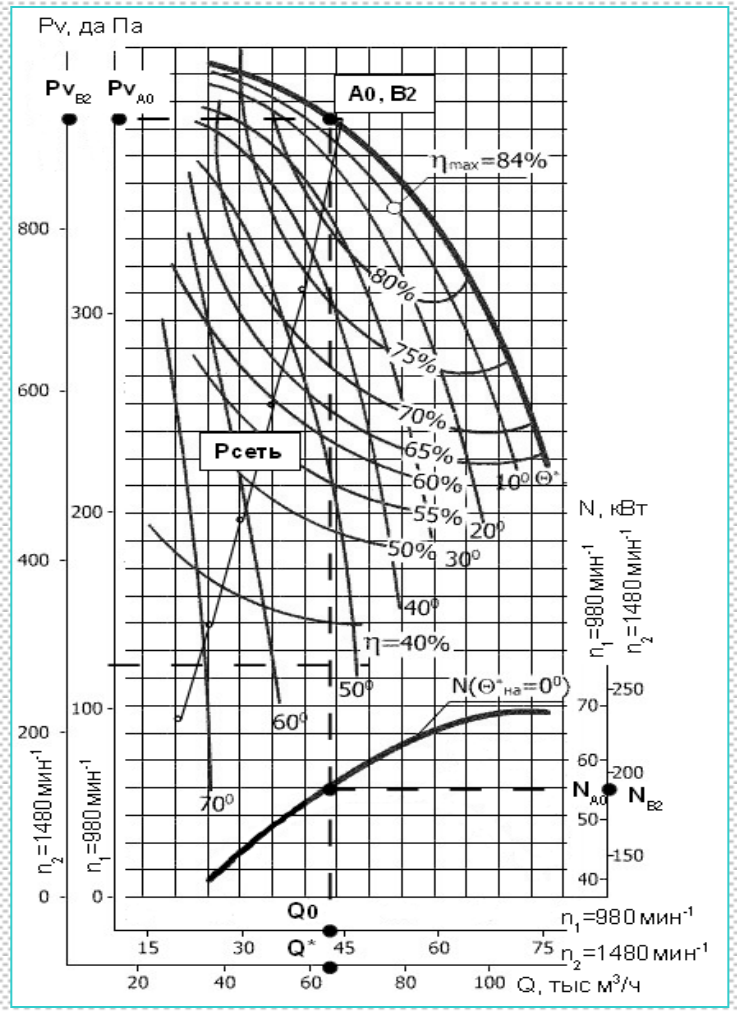
Flow Structure visualization

Увеличение тепловой мощности котла КВГМ-50Гкал (58МВт)
при разных вариантах увеличения подачи вентилятора ВДН-15

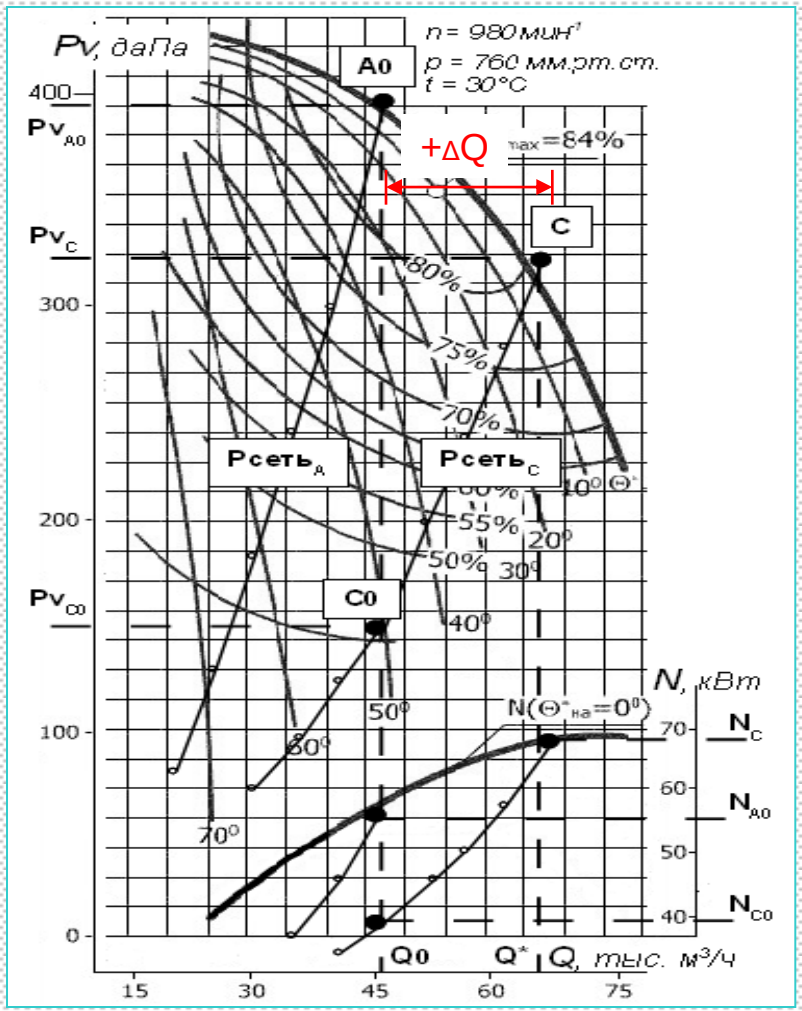
Наименование	Размер	До реконструкции	Увеличение оборотов электродвигателя	Корректировка Аэродинамики (снижение сопротивлений)	
		Ограничения мощности	КПД$_{max}$	Rmin ($N_{эл\ min}$)	
Максимальная мощность котла N_T	МВт	40	58	40	58
Q_T	Гкал	34,5	50	34,5	50
Подача вентилятора Q	10^3 м^3/ч	45	65	45	65
Число оборотов n	мин$^{-1}$	980	1480	980	980
КПД вент	%	0,825	0,825	0,47	0,79
Затраты энергии вентилятора $N_{ЭЛ}$	кВт	55	180	39	68
Удельные Затраты k_N	Вт/м^3	1,2	2,77	0,87	1.05

Варианты увеличения подачи дутьевого вентилятора ВДН-15

1 вариант – увеличение оборотов электродвигателя



2 вариант – снижение аэродинамических сопротивлений сети



Новая концепция проектирования

$$Q \equiv P / R$$

Сегодня производительность Q увеличивают за счет увеличения начального давления P в системе

Мы увеличиваем производительность Q уменьшая сопротивления R в системе

Для выявления сопротивлений используется визуальная диагностика структуры потоков

Выполненные проекты

1997 - *ТЭС «Bruch» (США)* Повышение мощности газовой турбины ГТ-25 «Westinghouse»

2003 – «*H. Cegielski-Poznan* » (Польша), Снижение шума при работе высоконапорного центробежного компрессора

2005 – Насосная станция №24 г.Одесса , Увеличение подачи насосов

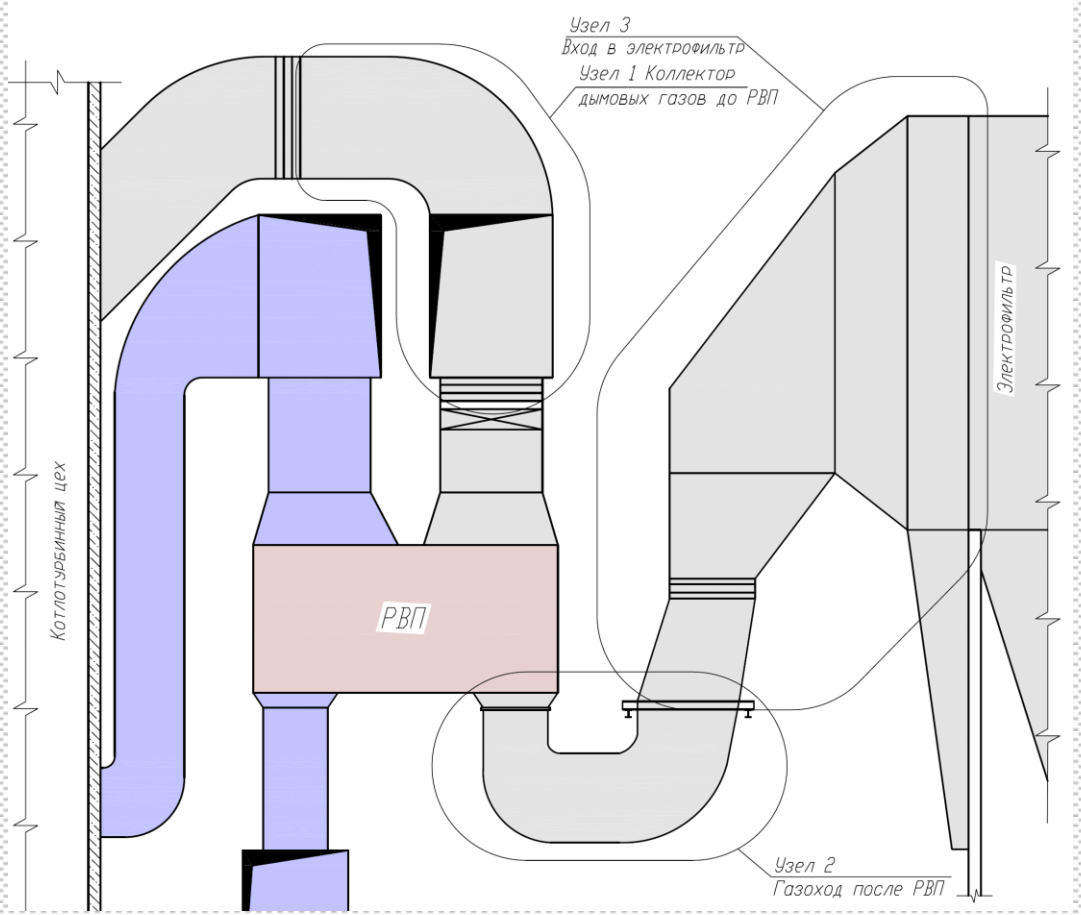
2006 – г. Ильчевск Увеличение мощности котлов №3 и №4 КВГМ–50

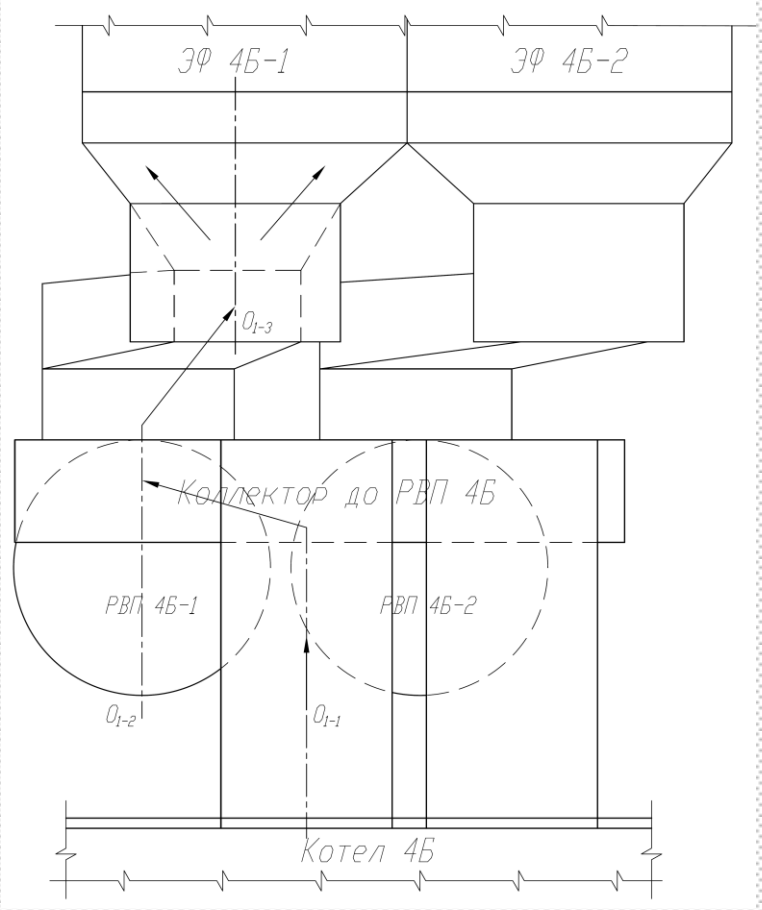
2011 – 2013 ДТЕК, Криворожская ТЕС - Повышение эффективности системы очистки дымовых газов от твердых частиц энергоблоков №2; №4.

2012 – 2014 Молдавская ГРЭС Увеличение мощности газовой турбины энергоблоков ПГУ-250 №11, №12

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ 300 МВт

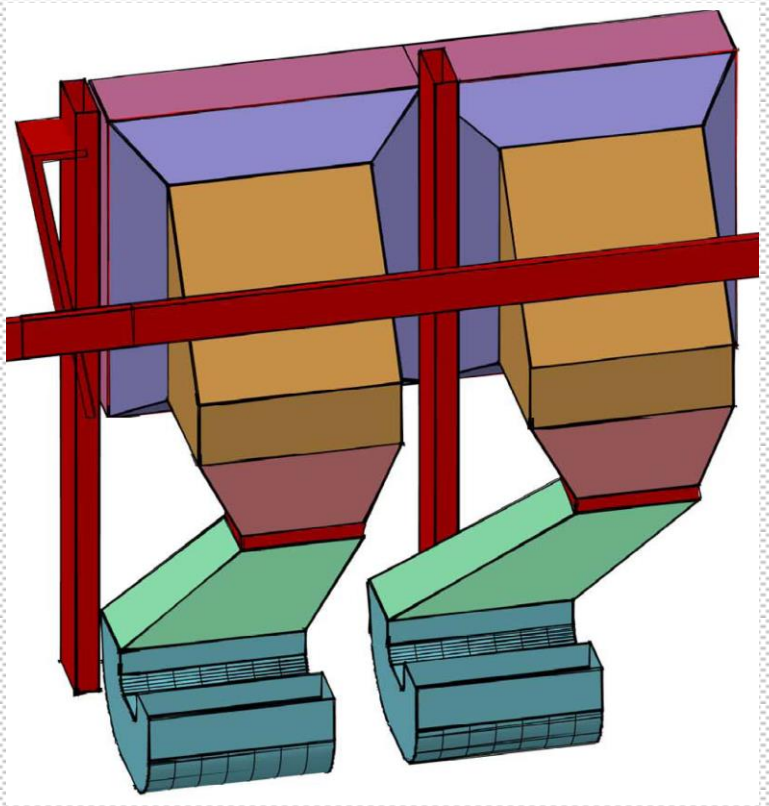
КОНФИГУРАЦИЯ И ПЛАН ТЯГОВОГО ТРАКТА ОТ КОТЛА ДО ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ 300 МВт

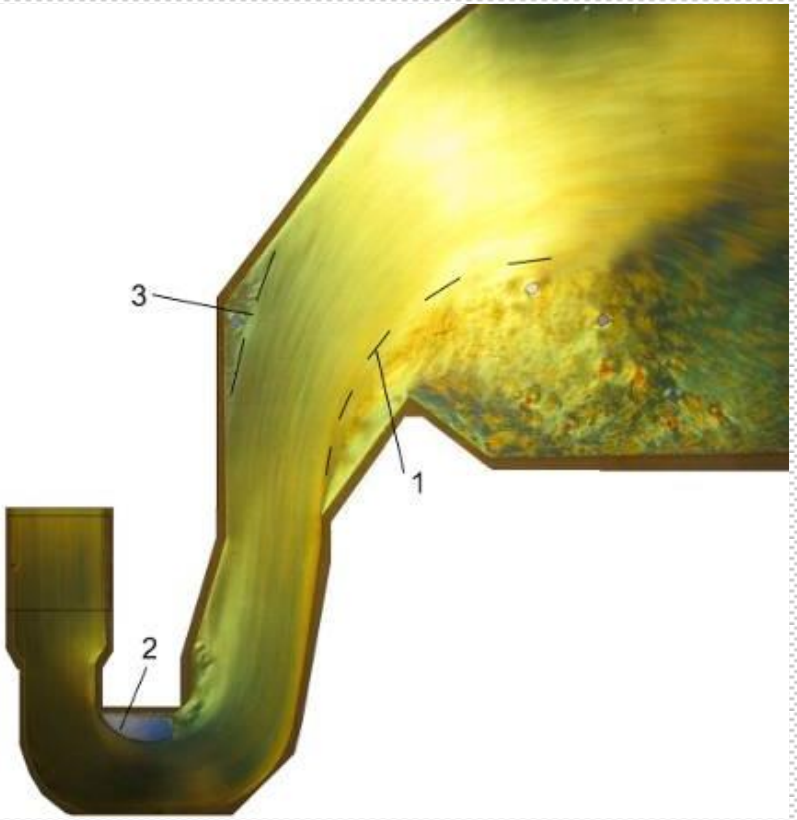




Flow Structure visualization

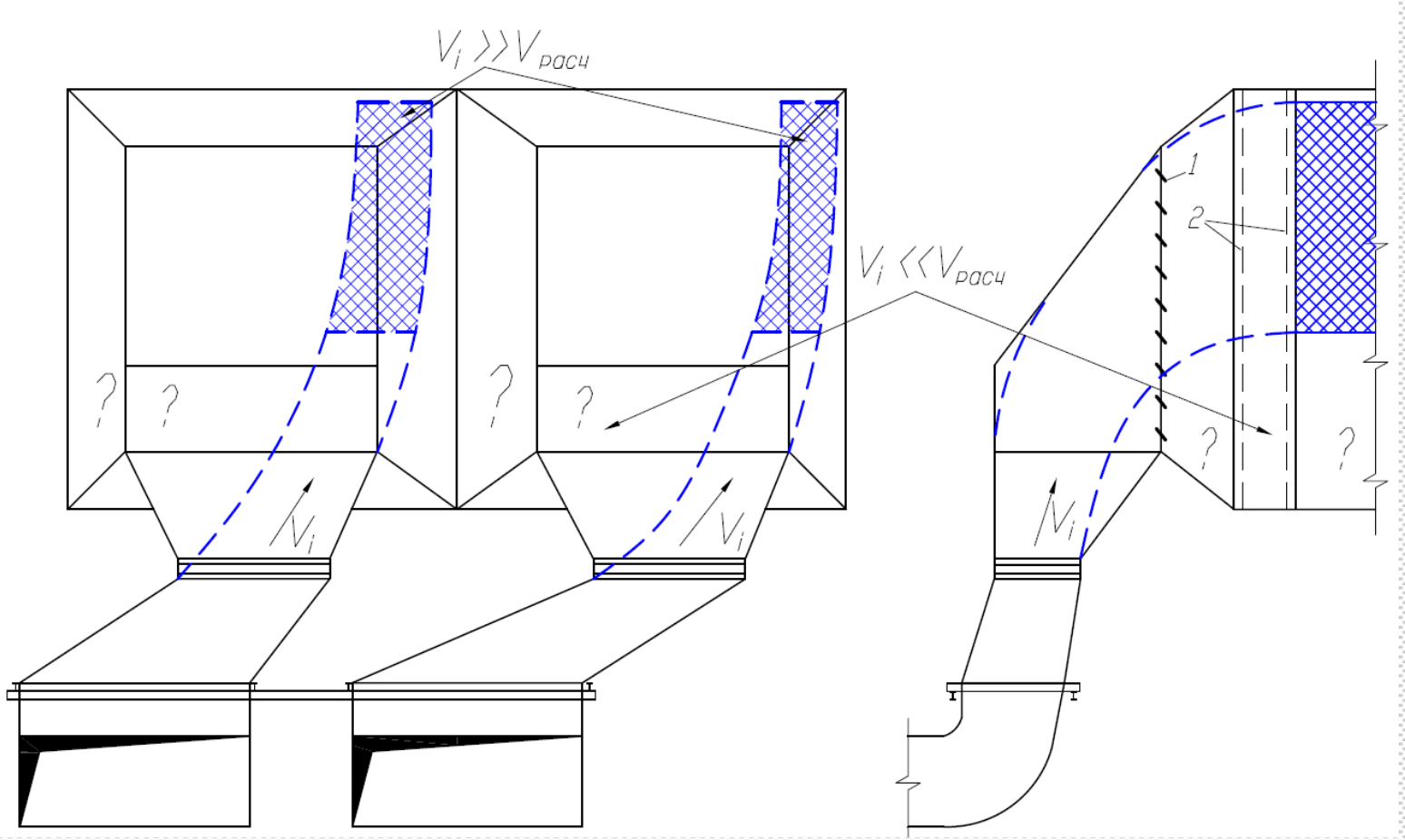
ВИЗУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ
ВО ВХОДНЫХ УЧАСТКАХ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ





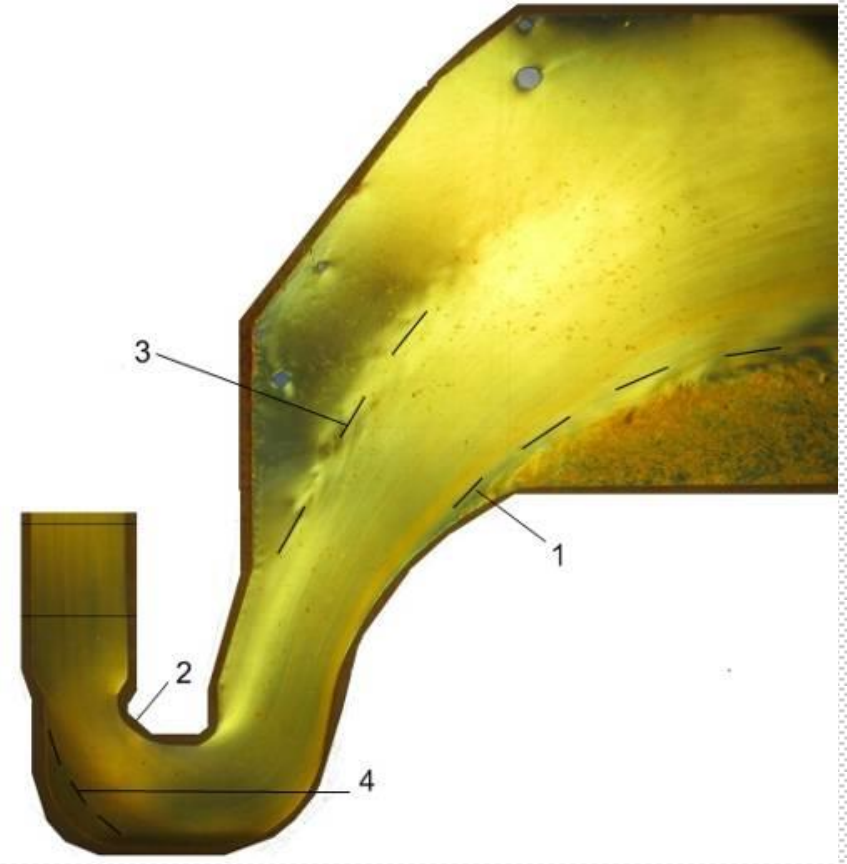
Flow Structure visualization

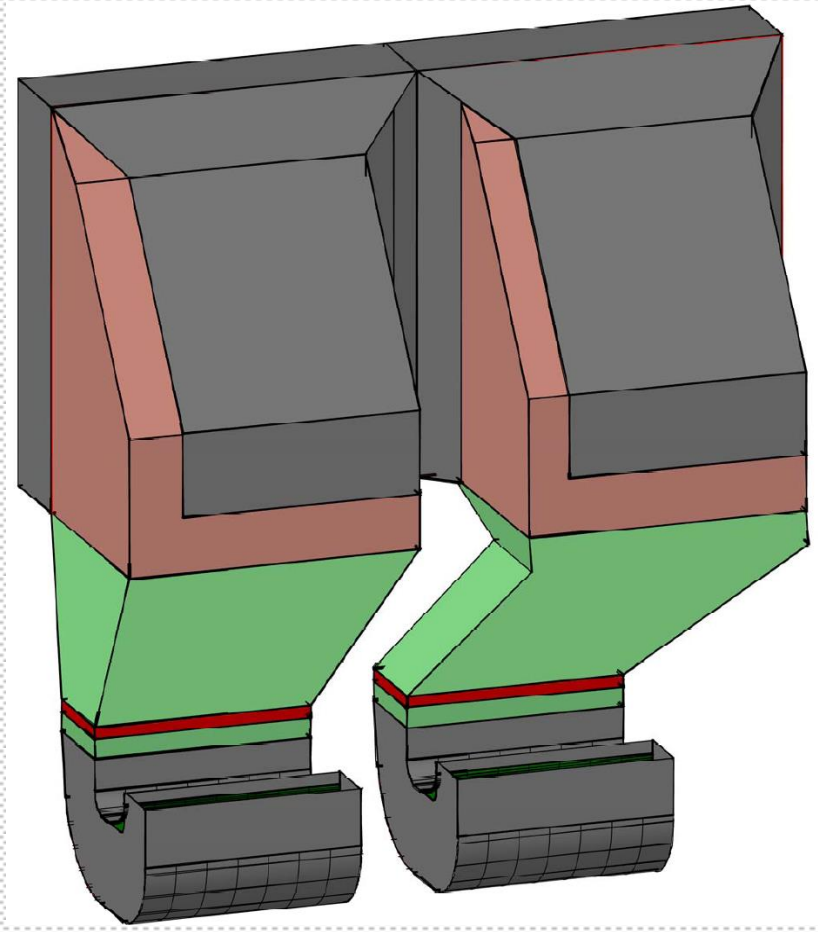
ЗОНЫ МАКСИМАЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ВО ВХОДНЫХ УЧАСТКАХ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ 300 МВт



Flow Structure visualization

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ВХОДНЫХ УЧАСТКОВ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ
НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

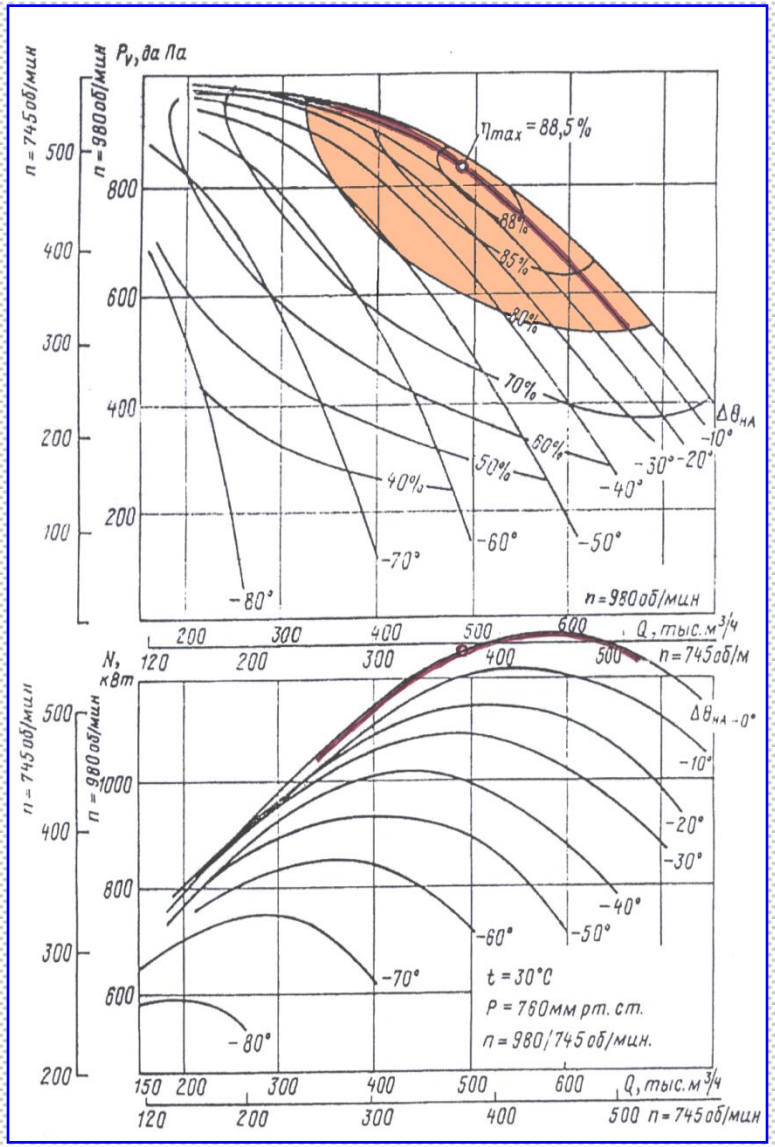
д.т.н. проф. АРСИРИЙ Василий Анатольевич

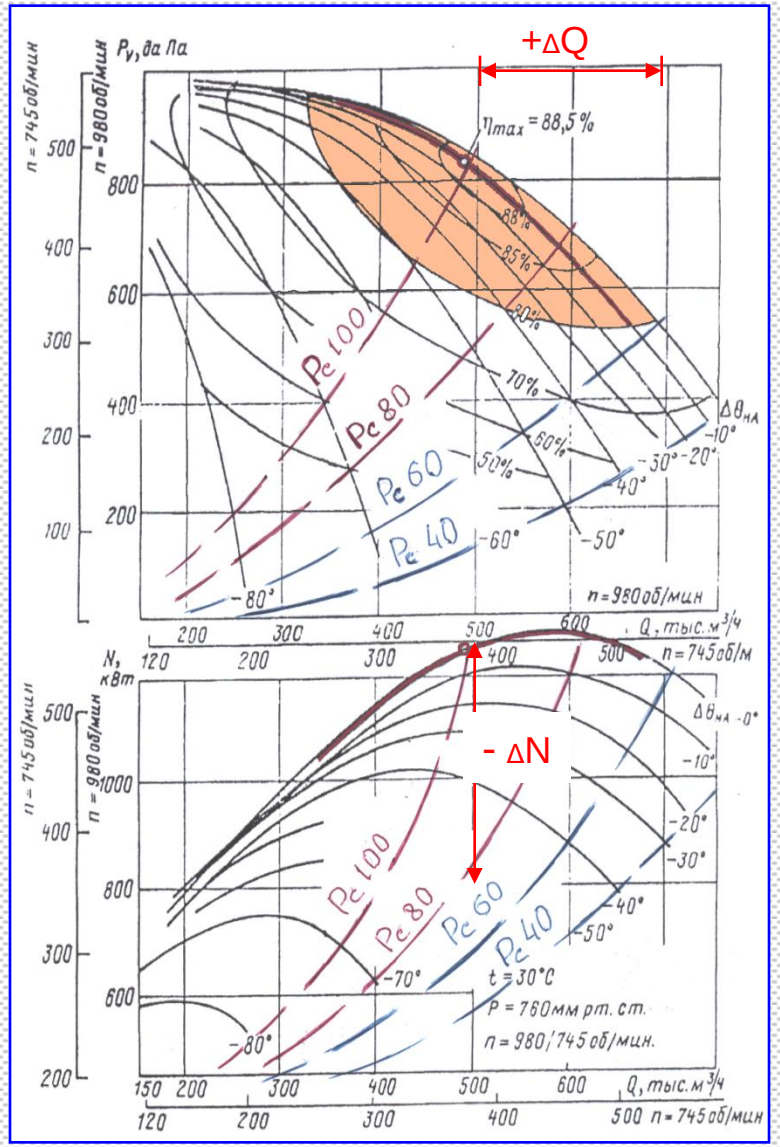
к.т.н. доц. БУТЕНКО Александр Григорьевич

тел. + 38 067 559 8985 E-mail: arsiry@te.net.ua

+ 38 050 603 4065 www.arsiry.org.ua

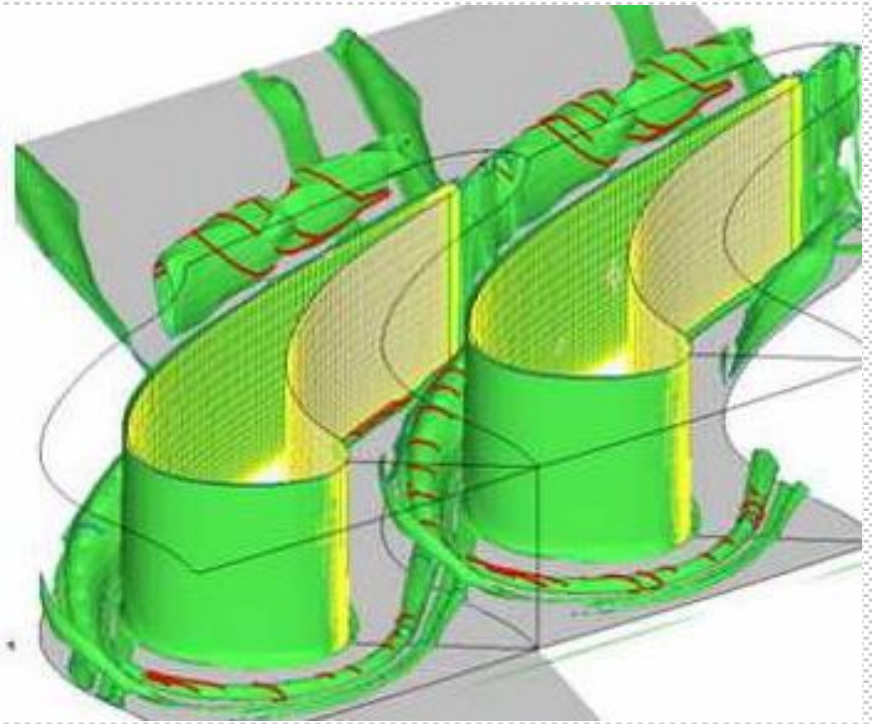
Заводские характеристики ВДН-25
Аналитические характеристики сети





Рн = +Рм – (-Рв)

Рс = ΔРвх + ΔРс + Рг

Flow Structure visualization

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ 300 МВт