

ВАРИАНТЫ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ИМПУЛЬСНОГО КОРОННОГО РАЗРЯДА (ИКР) ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Бойко Н.И., Борцов А.В., Евдошенко Л.С., Евсеев И.М.,
Зароченцев А.И., Иванов В.М.

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт «Молния» Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина
61013, Украина, Харьков, ул. Шевченко, 47,

*Тел./факс: +(38 057)7076183,
E-mail: eft@kpi.kharkov.ua*

Цель

Определение особенностей двух основных вариантов технологических ИКР-установок:

1. – варианта установок, в реакторах которых ИКР создаётся длинными высоковольтными импульсами (длительностью в десяток микросекунд и более) с частотой следования импульсов не более 3000 имп/с.
2. - варианта установок, в реакторах которых ИКР создаётся короткими высоковольтными импульсами (длительностью в единицы микросекунд и менее) с частотой следования импульсов более 3000 имп/с. Во втором варианте частота следования импульсов может составлять 50000 имп/с и более.

Основная отличительная черта ИКР – технологий

- Отдельным сегментом в технологиях очистки газовых выбросов являются технологии на основе импульсного коронного разряда (ИКР). Основной отличительной чертой ИКР – технологий является энергетически и экономически эффективное генерирование активных микрочастиц и широкополосного излучения в сильном импульсном электрическом поле ИКР без заметного нагрева среды, в которой горит ИКР.

Технологическая ИКР-установка по первому варианту (длинноимпульсная)

- В 2009 году мы разработали техническое предложение для предприятия «Зелёная планета» (Харьковская обл., Украина) по созданию установки, более производительной, чем на предприятии «ЭЛГА» (г.Шостка, Сумской обл., Украина), примерно в 10 раз. Эта новая установка позволяет получать в её реакторах длинные (более 10 мкс) импульсы с амплитудой до 100 кВ (в отличие от предыдущей, где максимальная амплитуда импульсов напряжения 70 кВ) и частотой следования – до 3000 имп/с. Чертёж общего вида этой новой установки с ИКР – реактором приведён на рис. 1-3.

Установка для конверсии газовых выбросов
производительностью до 60000 куб.м/час при
помощи ИКР. Чертеж общего вида. Вид спереди.

- 4, 6 - узел
крепления
высоковольт-
ного
трансформа-
тора;
- 5 - высоковольт-
ный
трансформа-
тор;
- 8 – опора
магистральной
трубы .

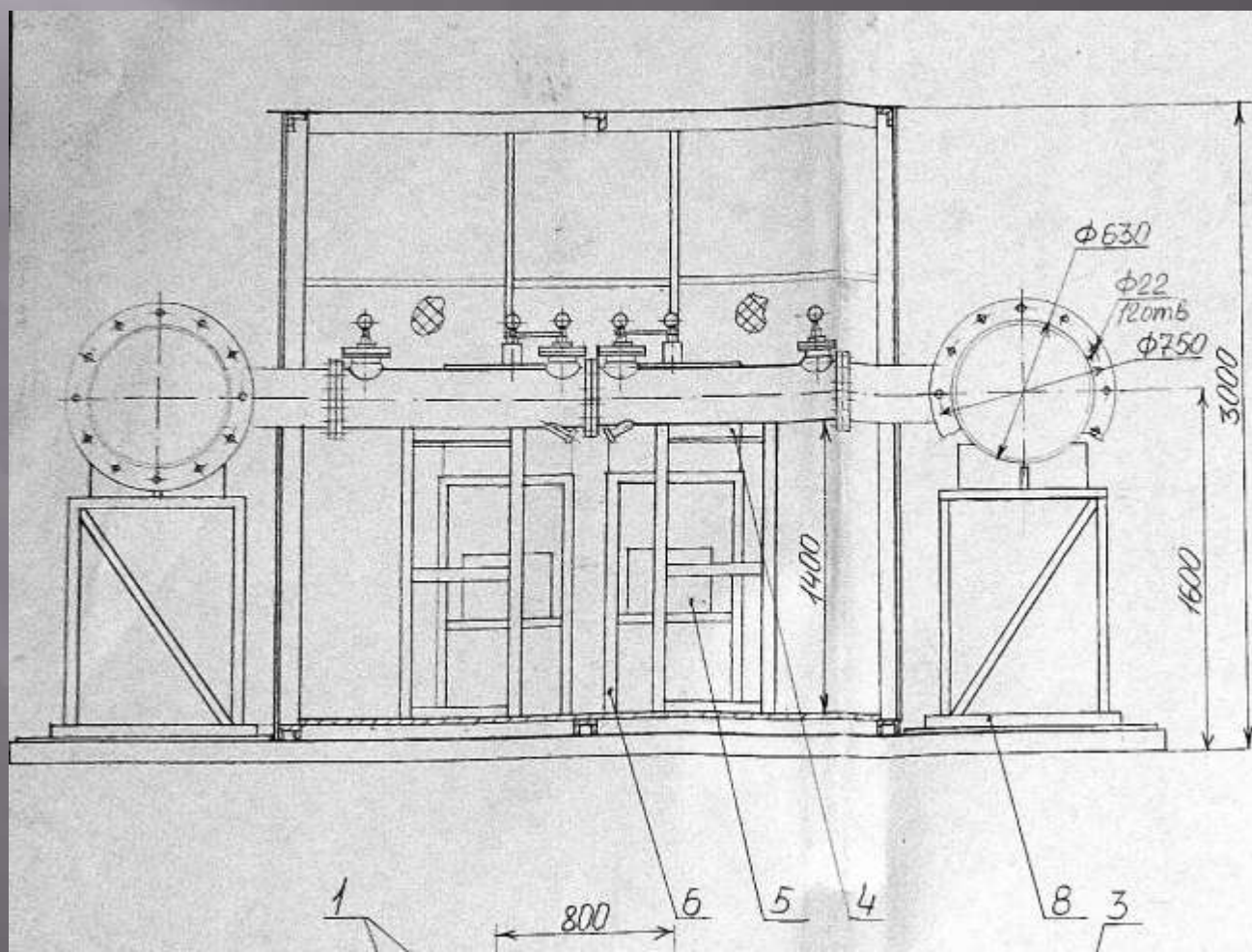


Рис. 1.

Установка для конверсии газовых выбросов
производительностью до 60000 куб.м/час при
помощи ИКР. Чертеж общего вида. Вид сверху.

- 1- секция реактора с ИКР;
- 3- магистральная труба газовых выбросов;
- 4- узел крепления высоковольтного трансформатора;

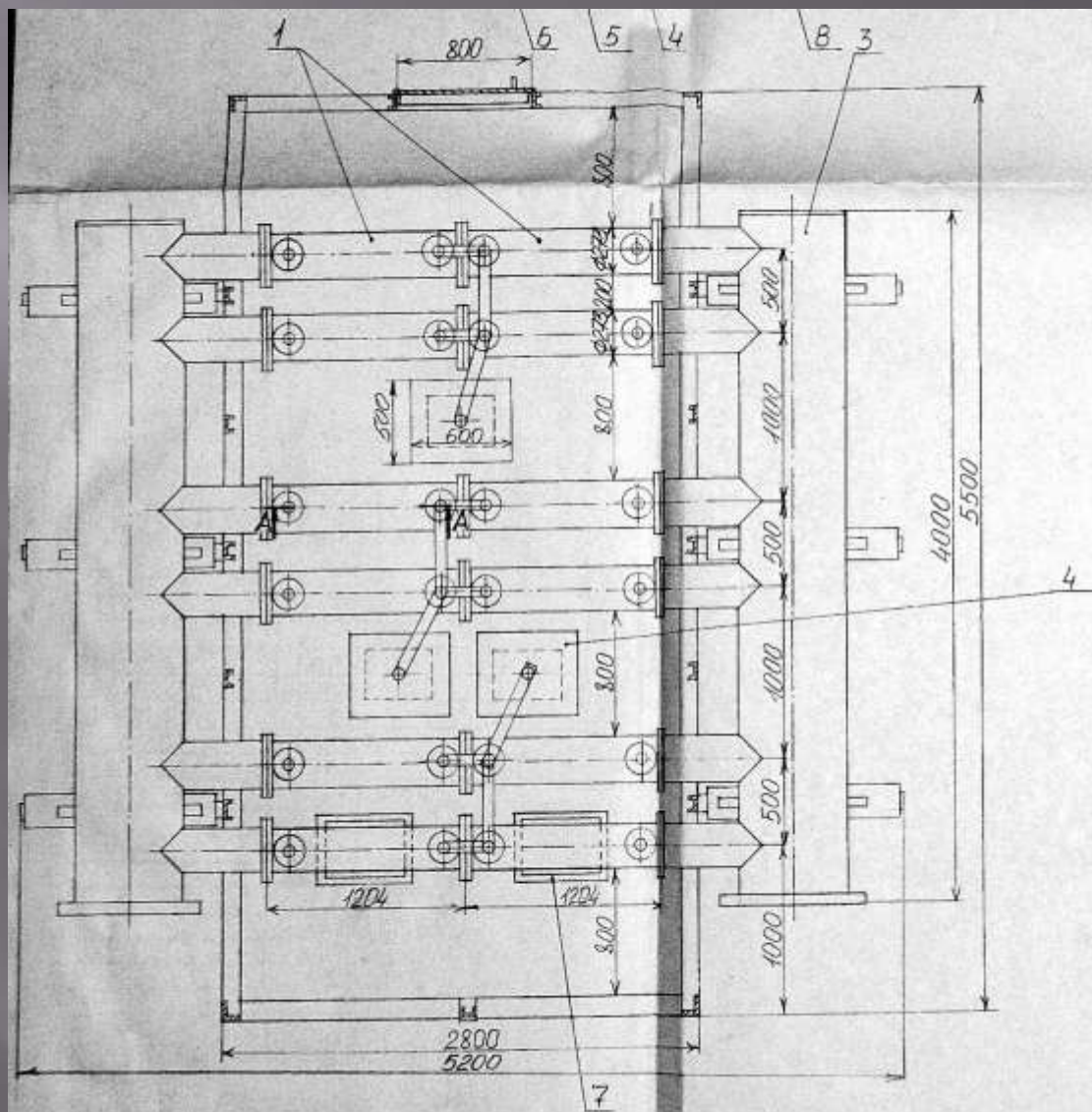


Рис. 2.

Секция реактора ИКР

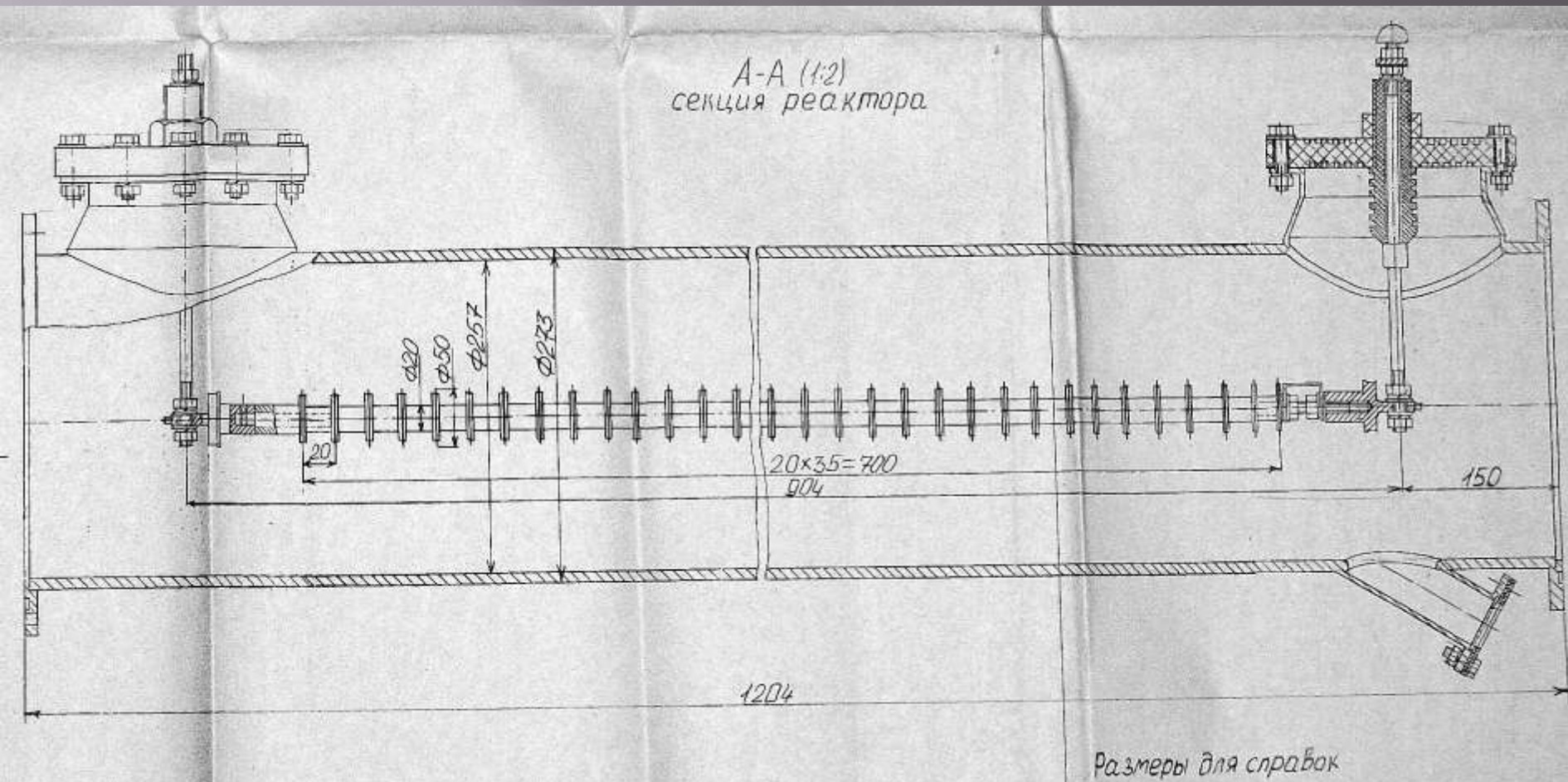
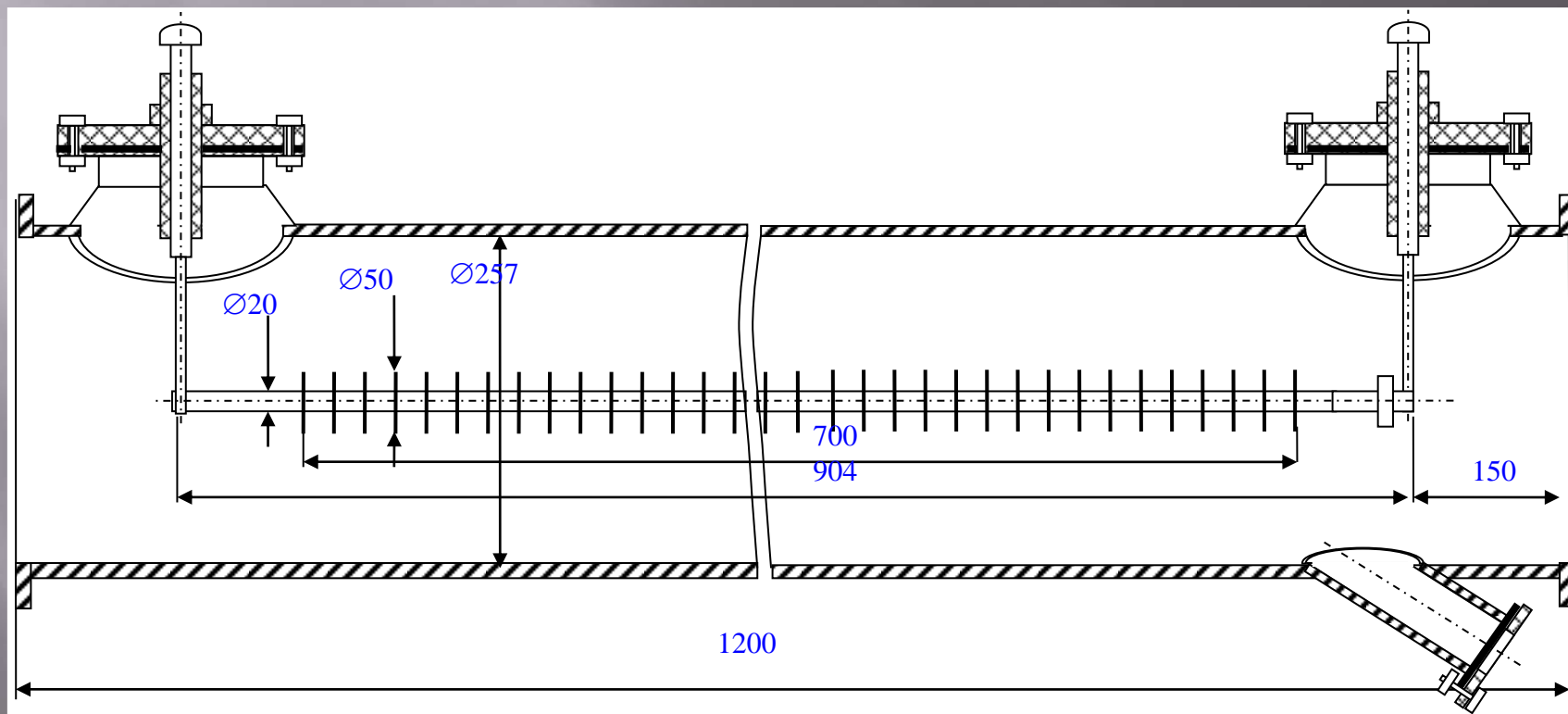


Рис. 3.

Секция реактора ИКР



Технологическая ИКР-установка по второму варианту (короткоимпульсная)

- Создана пилотная установка по второму варианту с длительностью импульсов по полувысоте $4\div 7$ мкс и частотой следования импульсов от 3000 имп/с до 50000 имп/с и более. Отметим, что с увеличением частоты следования импульсов электрическая прочность и рабочие напряжённости в межэлектродном промежутке реактора уменьшаются.

Короткоимпульсная установка с ферритовым трансформатором и допустимой частотой следования импульсов более 50000 имп/с.



Рис. 4.

Реактор с ИКР без изоляторов в рабочей зоне. Наружный диаметр трубы 70 мм.

Реактор с использованием изобретения, защищённого патентами № 71940 Украины и № 2211800 РФ.

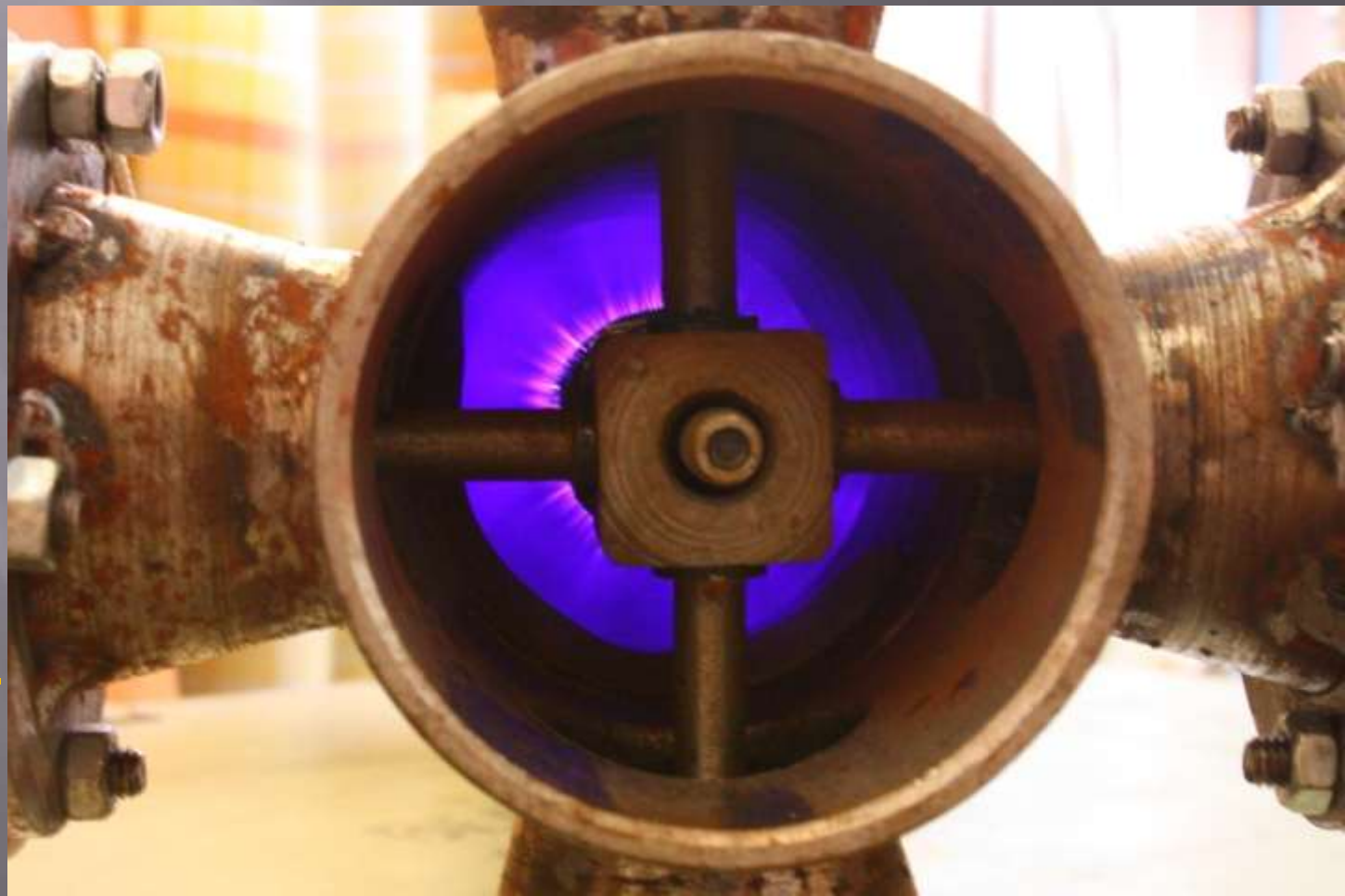


Рис. 5.

Результаты предварительной апробации

- Предварительная апробация короткоимпульсной установки показала, что с её помощью эффективно удаляются окислы азота (NO_x), а количество CO_2 в газовых выбросах можно уменьшить на 30 % и более.
- Межэлектродный зазор (промежуток) в реакторе короткоимпульсной установки составлял по длине $d=0,5\div 2,0$ см. Длина коаксиального реактора (см. рис. 4 и рис. 5) – 50 см, внешний диаметр его трубы – 7 см.

Преимущества и недостатки

- Преимуществом установок первого варианта является возможность достаточно просто получить ИКР в длинных (5÷50 см) разрядных промежутках. Это возможно из-за низкой средней рабочей напряжённости ($E_{p.cр} \approx 7 \div 15$ кВ/см) промежутков с резконеоднородным электрическим полем на длинных импульсах.

$$E_{p.cр} = U_p / d,$$

где U_p – рабочее напряжение, d – длина межэлектродного промежутка.

При $d=50$ см, $E_{p.cр}=7$ кВ/см $U_p = E_{p.cр} \times d = 7 \times 50 = 350$ (кВ).

- Недостатком установок первого варианта является менее эффективное (по сравнению со вторым вариантом) генерирование активных частиц в разрядном промежутке из-за меньших напряжённостей поля и, следовательно, менее эффективное удаление нежелательных примесей из обрабатываемых газов.

Преимущества и недостатки (продолжение)

- В установках второго варианта основным недостатком являются более короткие разрядные промежутки при тех же рабочих напряжениях из-за более высокой электрической прочности и более высоких рабочих напряжённостях при коротких импульсах.
- Однако эффективность очистки газовых выбросов во втором варианте по этой же причине (более высокие рабочие напряжённости и более высокая электрическая прочность) больше.
- Кроме того, при коротких импульсах в ИКР допустима более высокая частота следования импульсов. Это – дополнительный источник увеличения эффективности обработки без увеличения удельных энергозатрат по сравнению с первым вариантом.

Выводы

- Длинноимпульсные установки перспективны для применения в технологиях, где требуется заполнить импульсным коронным разрядом большие межэлектродные промежутки (5 – 100 см и более) и требуются большие производительности (2000 -2000000 куб.м/час), например, при очистке выбросов теплоэлектростанций, различных производств от вредных газовых примесей.
- Короткоимпульсные установки могут найти применение при очистке выхлопов, например, дизельных двигателей при помощи ИКР или в комплексных ИКР-каталитических технологиях. Основные преимущества таких установок: высокая эффективность очистки выхлопов, низкие удельные энергозатраты ($\sim 10 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$), компактность, достаточная простота в изготовлении, доступная цена.