

3. Снижение объемов аварийных изливов воды.

4. Снижение затрат капитального характера за счет уменьшения объема ремонтно-восстановительных работ.

5. Снижение эксплуатационных затрат. Увеличение гидравлического сопротивления участков водопроводных труб в результате коррозии влечет за собой снижение рабочего давления в сети, включающей данный участок. Это приводит к перерасходу электроэнергии на транспортировку воды, повышению физического износа трубопровода, увеличению эксплуатационных затрат, возникающих вследствие отклонений рабочего давления от расчетной величины.

б) Повышение деловой репутации водоснабжающего предприятия. Этот фактор, помимо прочего, способен оказать влияние на этапе установления тарифов: потребители и регулирующий орган будут адекватно воспринимать увеличение тарифов на оплату услуг надлежащего качества. Это будет способствовать внедрению новых технологий и развитию системы коммунального водоснабжения в целом.

Данные мероприятия по сокращению потерь воды в целях эксперимента «Мосводоканал НИИ проект» были внедрены на Московском водопроводе. Реализация стратегии позволило снизить величину неучтенных расходов и потерь воды на Московском водопроводе до 6,8% от общей подачи воды.

Список использованных источников

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа : 25.08.2019.

2. Лернер А.Д. Неучтенные расходы в системах коммунального водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. 2005. № 4. С. 9-12.

3. Храменков, С.В. Время управлять водой. – М.: Московские учебники и Картолитография, 2012. – 279 с.

4. Стратегия управления потерями воды / О.Г. Примин // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2014. – №2. – С.56-64.

УДК 681.7

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Веремейчик А. И., Дмухайло Е. И., Сазонов М. И., Хвисевич В. М.

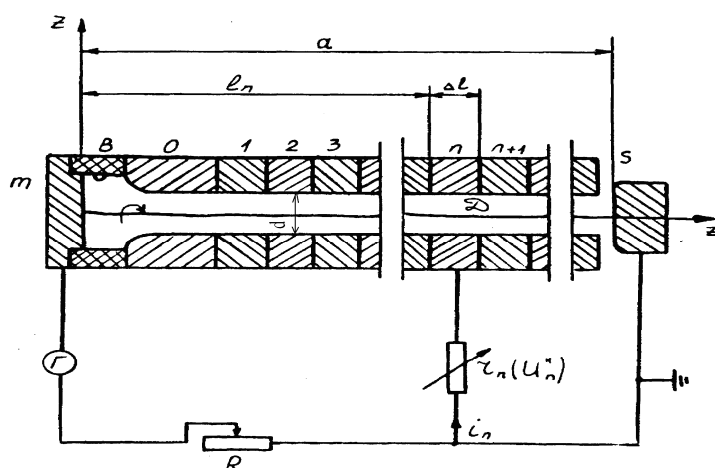
УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Электродуговые нагреватели газа (плазмотроны) широко применяются для стационарного нагрева газовых сред до состояния низкотемпературной плазмы 5000 К. Использование их в промышленных технологиях обеспечило разнообразие конструктивных решений плазменных устройств. Энергетические и электрофизические характеристики плазмотронов определяются главным образом геометрическими и газодинамическими параметрами разрядной камеры [1–5]. Генераторы кислородной плазмы находят применение в металлургии, химической промышленности, например, получение двуокиси титана и озонирование, а также могут применяться для получения озона в различных областях.

Для получения исходных данных для моделирования и разработки плазмотрона, предназначенного для производства озона, были проведены исследования напряженности электрического поля дуги, горящей в кислороде. Характер горения определяет-

ся скоростью обтекания дуги газом. Как известно, при числе Рейнольдса $Re < 2000$ дуга горит в ламинарном потоке газа, а при $Re > 2000$ горение дуги реализуется в турбулентном потоке. Режимы обтекания дуги сильно влияют на процессы преобразования электрической энергии в тепловую.

Исследования дуги проводились на экспериментальном плазмотроне с фиксированной длиной дуги и геометрически подобными электроразрядными камерами. Внутренним электродом служил циркониевый катод диаметром 2 мм, заделанный заподлицо в медную обойму.



s, m – электроды
 $1, 2, 3, \dots, n, n+1$ – секции вставки
 Γ – источник электропитания
 R – балластное сопротивление

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Напряженность электрического поля вдоль дуги E_H определена методом измерения потенциалов изолированных друг от друга секций [4]. Напряженность электрического поля дуги определялась по наклону кривой распределения потенциала вдоль оси z . Диапазоны изменения параметров при исследовании дуги в кислороде следующие: диаметр разрядной камеры $d=0,01-0,03$ мм, расстояние между электродами $a=0,15-0,36$ м, ток дуги $I=30-180$ А, расход кислорода $G=2-4$ г/с. На рисунке 2 изображена типичная зависимость напряженности электрического поля дуги от тока I при расходе газа $G=4$ г/с.

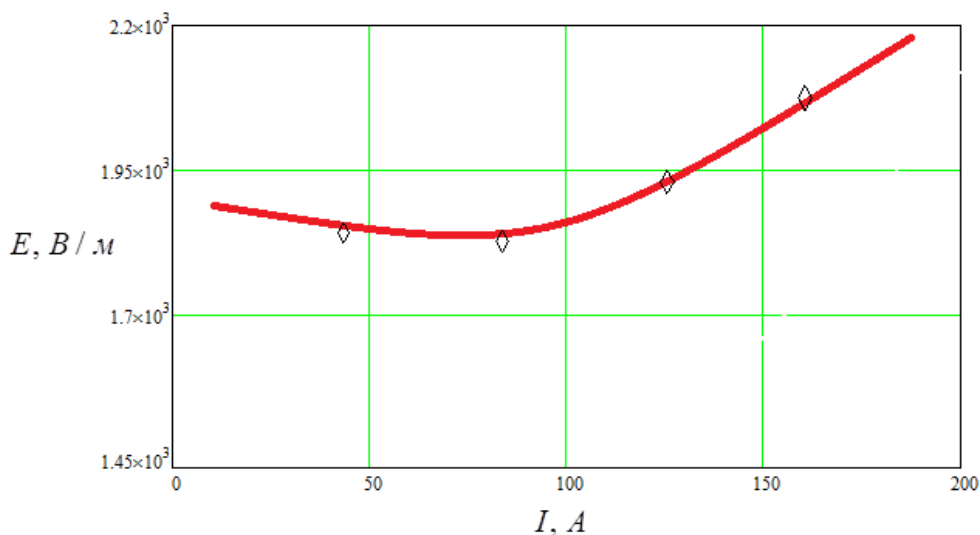


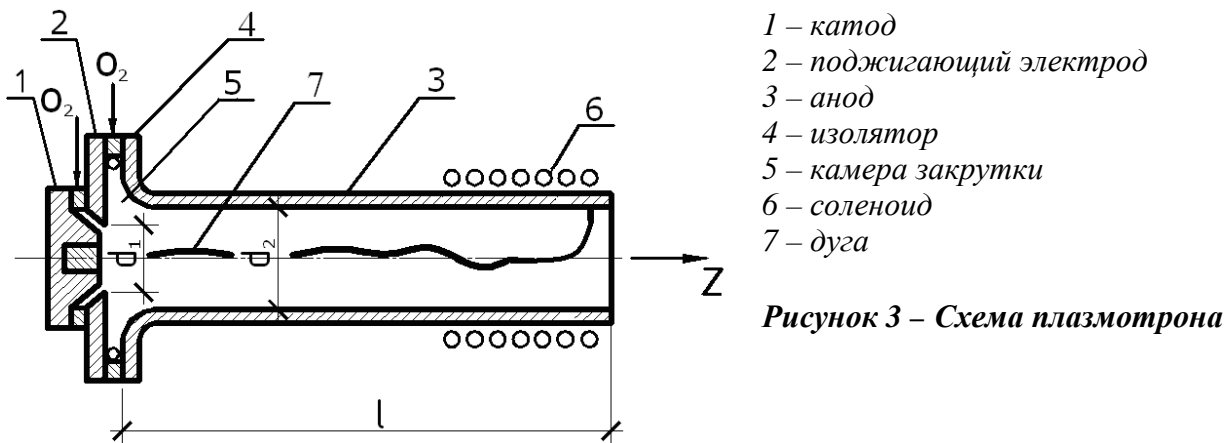
Рисунок 2 – Напряженность электрического поля дуги в потоке кислорода при $d=1$ см

На основе теории подобия разработана методика расчета плазмотронов. Путем обработки результатов экспериментов и их обобщения получена следующая критериальная формула для расчета E_H дуги в потоке кислорода:

$$E_H = 3,17 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{G}{d}\right)^{0,15} \cdot (pd)^{0,13} \cdot \left(347 - 1 \cdot 10^{-2} \frac{I}{d} + 9,26 \cdot 10^{-2} \frac{I^2}{d^2}\right). \quad (1)$$

Размерности величин в этой формуле следующие: E – В/м, G – кг/с, I – А, d – м, p – Па. На основе формулы (1) выполнен расчет вольт-амперных характеристик (ВАХ) плазмотрона.

Для сравнения электрического поля вдоль дуги в вихревых потоках различных газов проведены исследования вольт-амперных характеристик дуги [4, 5]. С помощью разработанной методики с использованием критериальной формулы (1) разработан и сконструирован плазмотрон, схема которого приведена на рисунке 3. Основными элементами плазмотрона являются циркониевый катод 1, поджигающий электрод 2 и анод 3. Поджигающий электрод выполнен из меди в виде секции-шайбы с внутренним диаметром $d_1 = 16$ мм. Испытанный медный анод имел диаметр $d_2 = 16$ мм. Длина анода l изменялась от 90 до 150 мм. Катод, поджигающий электрод, анод и соленоид 6 интенсивно охлаждаются химически очищенной водой. Вода подается в систему охлаждения плазмотрона под давлением 10–15 атм. Для расчета тепловых потоков в электроды определяли температуру воды на входе и выходе из плазмотрона при помощи хромель-копелевых термопар.



Давление кислорода перед расходомерами на входе плазмотрона составляло $(4 \dots 8) \cdot 10^5$ Па. В зазор между катодом и поджигающим электродом через 2 тангенциальных отверстия диаметром 1,2 мм, расположенных в кольце закрутки с внутренним диаметром 50 мм, подавался кислород (расход 0,1–0,2 г/с). Во вторую камеру закрутки 5, расположенную между поджигающим электродом и анодом, газ поступал через четыре тангенциальных отверстия диаметром 2,4 мм, расположенных в кольце закрутки с внутренним диаметром 64 мм. Суммарный расход кислорода варьировался от 0,5 до 2,4 г/с. Электропитание плазмотрона осуществлялось от источника питания типа АПР–404 с номинальным током холостого хода 600 А и напряжением 900 В. Т. к. его внешняя электрическая характеристика жесткая, а ВАХ дуги падающая из-за неустойчивого горения дуги, в силовую цепь последовательно с дугой с целью обеспечения устойчивого ее горения включено изменяющееся ступенчато балластное сопротивление. Поджиг плазмотрона осуществлялся при помощи высоковольтного высокочастотного осциллятора с подачей напряжения на поджигающий электрод 2. Между поджигающим электродом и анодом через контактор включено сопротивление $R_p = 10\text{--}20$ Ом.

Проведены исследования ВАХ плазмотрона. Кроме того, проводились измерения тепловых потоков в элементы плазмотрона: катод, анод и поджигающий электрод.

Это позволило вычислить тепловой к.п.д. плазмотрона, энтальпию и среднемассовую температуру T газа в зависимости от величины тока дуги и длины анода при различных расходах газа. Установлено, что тепловой к.п.д. равен 0,6-0,7, а рассчитанная температура достигает 4200 К. Схема плазмотрона приведена на рисунке 4.

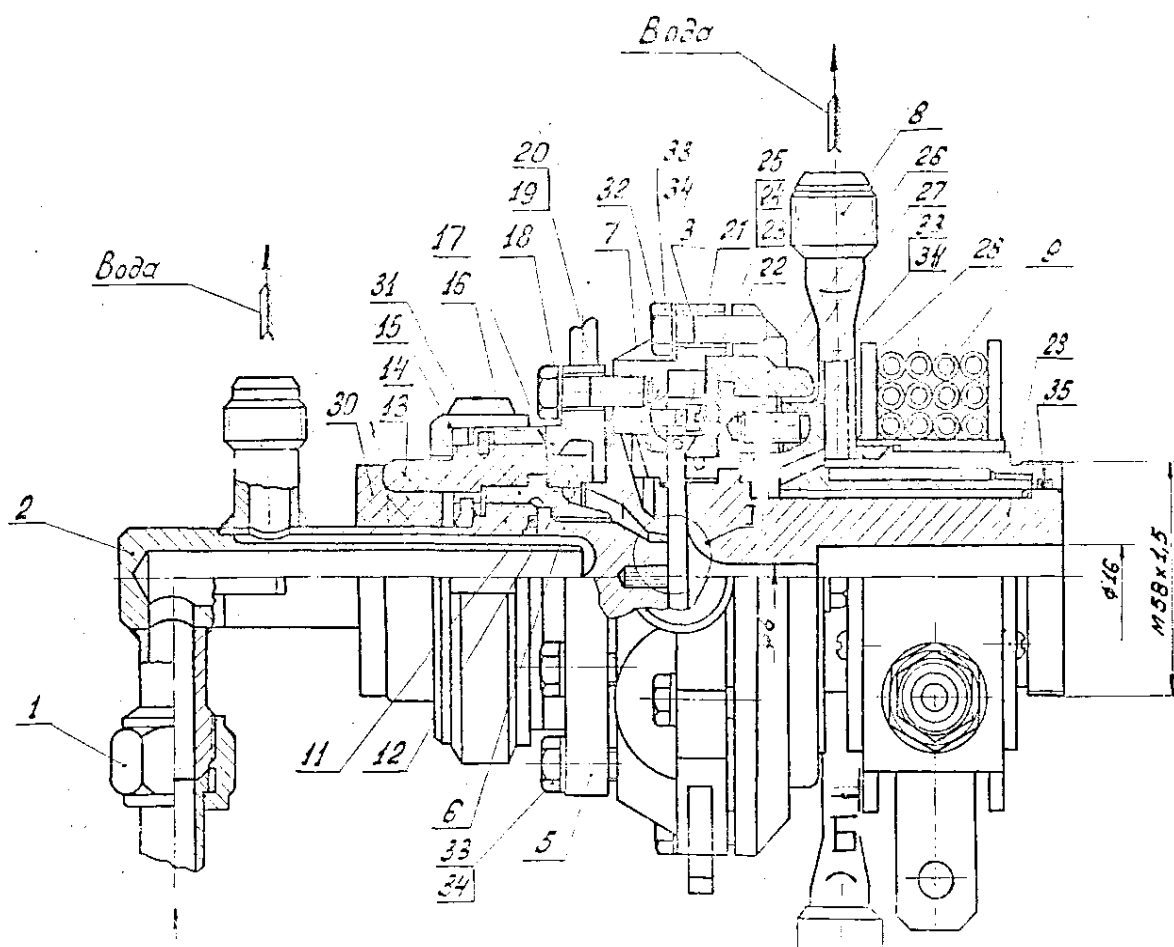


Рисунок 4 – Общий вид плазмотрона

На выходе плазмотрона устанавливается реактор с радиальными отверстиями, через которые подается сточная вода.

Список использованных источников

1. Жуков, М.Ф. Прикладная динамика термической плазмы / М.Ф. Жуков, А.С. Коротеев, Б.А. Урюков. – Новосибирск: «Наука» СО АН. – 1975. – 299 с.
2. Даутов, Г.Ю. Напряженность электрического поля в стабилизированной вихрем дуге / Г.Ю. Даутов, М.И. Сазонов // ПМТФ. – 1967. – №4. – С. 127–131.
3. Бублиевский, А.Ф. Критериальные зависимости для безрасходных электрических дуг в канале / А.Ф. Бублиевский // ИФЖ. – 1997. – Т. 70, № 1. – С. 99-104.
4. Веремейчик, А.И. Исследование электрической дуги в потоке гелия в сильноточном плазмотроне / А.И. Веремейчик, М.И. Сазонов, Д.Л. Цыганов // Приборы и техника эксперимента. – 2006. – № 5. – С. 99–102.
5. Батрак, В.В. Исследование электрической дуги в потоке аргона / В.В. Батрак, А.И. Веремейчик, М.И. Сазонов, В.М. Хвиевич // Вестник Брест. гос. техн. ун-та. – 2008. – № 4 : Машиностроение. – С. 26–28.