

П.К. МАРТЬЯНОВ, И.В. ГРИНЕВИЧ, студенты гр. 10604218 (БНТУ)
Научный руководитель С.А. КАЧАН, к. т. н., доцент (БНТУ)
г. Минск

ИНСПЕКЦИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Беспилотные летательные аппараты получают все более широкое распространение в энергетике – например, при обследовании линий электропередач, тепловых сетей, других инженерных сооружений.

Беспилотники могут обеспечить более быструю и легкую проверку таких высотных сооружений тепловых электростанций, как котлы, дымовые трубы, градирни и многое другое. Они позволяют отказаться от устройства лесов, сократить работы, производимые на высоте.

Работы по инспекции котла являются дорогостоящими, поскольку они требуют высоких затрат труда, материалов и времени: только для монтажа и демонтажа лесов, которые позволяют инспекторам визуально осмотреть все поверхности теплообмена, требуется не менее двух дней. Так для строительства лесов для ремонта котла высотой 45 метров, требуется, чтобы бригада из восьми человек работала в течение целого дня, перемещая до 8 тонн металлических деталей в котел и устанавливая их на место. При этом каждая минутаостоя парового котла означает потерю потенциального дохода от производства электроэнергии.

В [1] рассмотрен ход и результаты инспекции котла угольной электростанции Нидерландов, проведенной с использованием промышленного инспекционного беспилотника Elios с HD камерой и тепловизором швейцарской компании Flyability (рисунок 1). Беспилотник обладает сферическим защитным каркасом на свободно вращающемся подвесе с 6-осевой гиростабилизацией. Защитная сфера выполнена из углепластика и защищает Elios от столкновений. Благодаря такой конструкции со-прикосновение с неподвижными объектами и человеком не изменяет траекторию его полёта.

Во время ежегодного останова электростанции [1] на поду котла были обнаружены элементы крепления горизонтальных змеевиков пароперегревателя, расположенного в самой верхней части котла. Необходимо было определить причину, из-за которой эти элементы разрушились.

Для такой проверки на большой высоте необходимо было устройство лесов, на что, как отмечено выше, потребовалось бы несколько дней. С ис-

IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года

124-2

пользованием беспилотника Elios проверка была выполнена в течение ночи, что соответствовало жесткому графику останова электростанции.

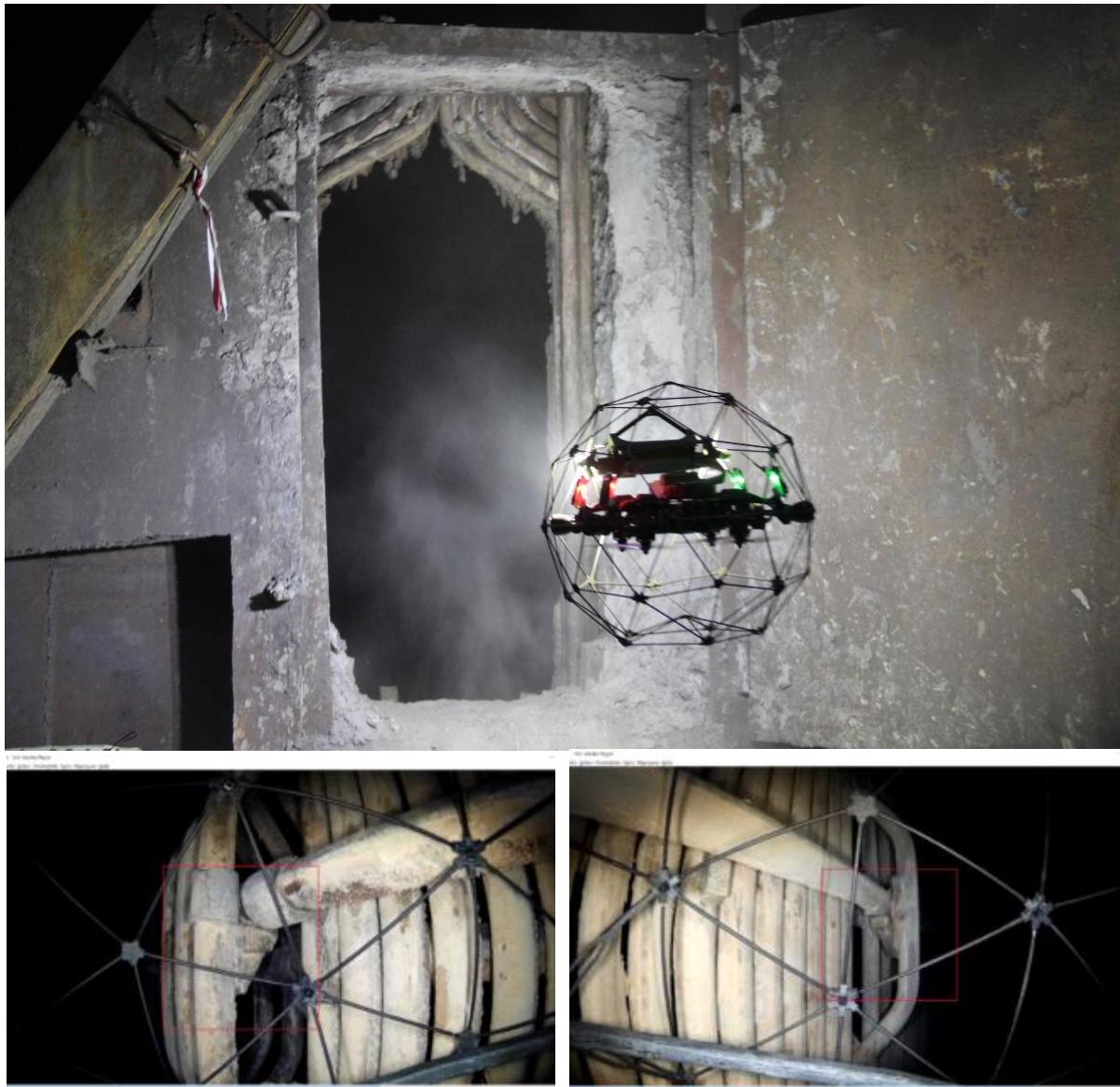


Рисунок 1 – Осмотр котла беспилотным летательным аппаратом Elios

Управление беспилотником осуществляли двое инженеров: один отвечал за полет Elios на высоту 70 м за пределы прямой видимости, другой – за настройку параметров освещения, чтобы обеспечить оптимальное качество изображения, которое доставлялось техническим специалистам, проводившим проверку в режиме реального времени (рисунок 2) [1].

В общей сложности Elios выполнил 15 рейсов за 4 часа. Для каждого полета требовалось около 1 минуты, чтобы добраться до пароперегревателя, остальная часть полета была сосредоточена на осмотре секций. С по-

IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года

124-3

мощью встроенных светодиодов Elios снимал высококачественные визуальные эффекты и непрерывно передавал прямую видеотрансляцию. Затем эта лента отображалась одновременно на нескольких экранах, что обеспечивало совместную работу, при которой пилот, оператор камеры и технические специалисты могли работать параллельно, не мешая друг другу.

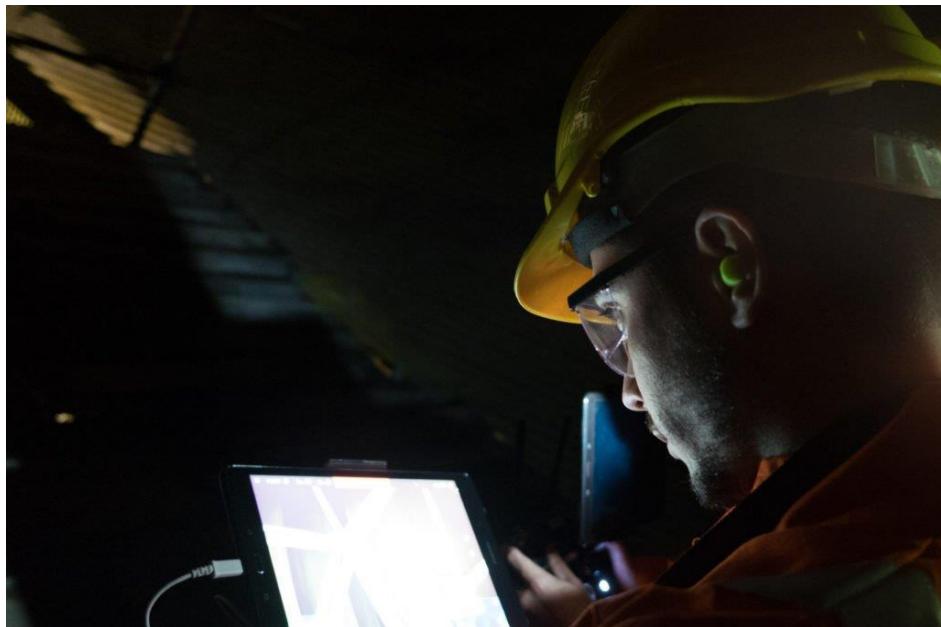


Рисунок 2 – Инспекция котла

Способность Elios безопасно летать вблизи или в контакте с людьми позволила команде продолжать работать внутри котла, пока Elios летал. Возможность распаралеливания задач позволила еще больше сократить время всей проверки.

Потенциальное происхождение недостающих элементов, обнаруженных на поду котла, было тщательно проверено; был проведен полный тщательный визуальный осмотр пароперегревателя. Это обеспечило инженерам достаточные визуальные доказательства, чтобы сделать вывод о том, что никаких работ по техническому обслуживанию этой части котла не требуется. Станция заработала на следующий день, сэкономив до 12 – 24 часов простоя по сравнению со стандартной инспекцией персонала.

В заключение отметим, что использование беспилотников для проверки котлов позволяет получать существенную экономию средств.

Так в [2] отмечается, что Pampa Energía, крупнейшая независимая энергетическая компания Аргентины, инвестировала в Elios 2, сэкономив 420 тыс. долл. США на первом тестировании Elios 1 для инспекции котлов на станции Bahía Blanca.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

124-4

Время, необходимое для проверки котла, было сокращено с полного дня всего до 20 минут. Таким образом, время простоя сократилось с 7 до всего 2 дней (необходимых для достаточного охлаждения котла).

Инспекция Elios 1 на втором котле показала преждевременный износ горелок (рисунок 3) [2]. Оказалось, что гарантия на горелки заканчивалась, и обнаружение их износа до наступления этой даты означало, что Pampa Energía смогла возместить полную стоимость каждой изношенной горелки.



Рисунок 3 – Износ горелки, обнаруженный Elios 1

Статьи полученной экономии [2]:

- экономия на строительных лесах – 30 тыс. долл. США;
- предотвращенные затраты на простоя – 290 тыс. долл. США;
- экономия по признанию страхования – 100 тыс. долл США.

Список литературы:

1. Inspection of a Coal-Fired Boiler Superheater. Safe drones for inaccessible places [Электронный ресурс]: Flyability – Ronik. – October 2016. – режим доступа: www.flyability.com | info@ronik.nl (дата обращения: 25.10.2021)

2. \$420,000 Saved in Elios 1 Test by Argentinian Energy Company, Subsequently Invests in Elios 2 [Электронный ресурс]: ELIOS 2 IN ACTION | BOILER INSPECTIONS. – March 2020. – режим доступа: www.flyability.com | www.pampaenergia.com. (дата обращения: 25.10.2021)

Информация об авторах:

Мартынов Павел Константинович, студент гр. 10604218, БНТУ,

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

124-5

220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Гриневич Игорь Валерьевич, студент гр. 10604218, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Качан Светлана Аркадьевна, к.т.н., доцент, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, kachan@bntu.by