

УДК 725:69.059.28

## ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПИЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВИСОТНИХ СПОРУД

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н., доц.*,  
БОГОМОЛОВ В.В.<sup>2</sup> *ст. викладач*,  
ЛИСИЦЯ В. В.<sup>3</sup>, *магістрант*

<sup>1\*</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: [bohomofov.vitalii@pgasa.dp.ua](mailto:bohomofov.vitalii@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-4425-6975

<sup>3</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (097) 337-93-19, e-mail: [renardon42@gmail.com](mailto:renardon42@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-8142-7834

**Анотація. Постановка проблеми.** В Україні нараховується більше 17 тисяч об'єктів різного призначення, які становлять потенційну техногенну небезпеку. Обстеження технічного стану висотних споруд, зокрема димових труб, пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Визначення технічного стану димових труб виконується візуально-інструментальним і візуальним методами із залученням спеціально підготовлених робітників. Обстеження цих споруд є трудомісткими, небезпечними та значної вартості. Тому удосконалення підходів визначення технічного стану висотних споруд, зокрема, димових труб, є актуальною науково-технічною проблемою. **Метою** досліджень є розробка підходів у визначенні технічного стану висотних споруд, зокрема, димових труб, з використанням безпілотних літальних апаратів. **Висновок.** Обстеження технічного стану висотних споруд, зокрема димових труб, пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Зараз ці роботи виконують спеціально підготовлені у сфері промислового альпінізму робітники. Доцільно для визначення технічного стану димових труб використання безпілотних літальних апаратів. Розроблені конструкції безпілотних літальних апаратів, які дозволяють проводити ефективні дослідження з визначення стану зовнішніх та внутрішніх поверхонь димових труб.

**Ключові слова:** висотні споруди, димові труби, обстеження, технічний стан, безпілотні літальні апарати

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н., доц.*,  
БОГОМОЛОВ В.В.<sup>2</sup> *ст. преподаватель*,  
ЛИСИЦЯ В. В.<sup>3</sup>, *магістрант*

<sup>1\*</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, e-mail: [bohomofov.vitalii@pgasa.dp.ua](mailto:bohomofov.vitalii@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-4425-6975

<sup>3</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (097) 337-93-19, e-mail: [renardon42@gmail.com](mailto:renardon42@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-8142-7834

**Аннотация. Постановка проблемы.** В Украине насчитывается более 17 тыс. объектов различного назначения, представляющих потенциальную техногенную опасность. Обследование технического состояния высотных сооружений, в частности дымовых труб, связано со значительным объемом трудоемких и опасных для выполнения работ. Определение технического состояния дымовых труб выполняется визуально-инструментальным и визуальным методами с привлечением специально подготовленных работников. Обследование этих сооружений являются трудоемкими, опасными и значительной стоимости. Поэтому совершенствование подходов определения технического состояния высотных сооружений, в частности дымовых труб, является актуальной научно-технической проблемой. **Целью исследований** является разработка подходов в определении технического состояния высотных сооружений, в частности дымовых труб, с использованием беспилотных летательных аппаратов. **Вывод.** Обследование технического состояния высотных сооружений, в частности дымовых труб, связано со значительным объемом трудоемких и опасных для выполнения работ. Сейчас эти работы выполняют специально

подготовленные в сфере промышленного альпинизма рабочие. Целесообразно для определения технического состояния дымовых труб использование беспилотных летательных аппаратов. Разработаны конструкции беспилотных летательных аппаратов, которые позволяют проводить эффективные исследования по определению состояния внешних и внутренних поверхностей дымовых труб.

**Ключевые слова:** высотные сооружения, дымовые трубы, обследование, техническое состояние, беспилотные летательные аппараты

## USE OF UNCLEARED AIRCRAFT FOR THE INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF HIGH CONSTRUCTIONS

SHATOV S. V.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc., As. Prof.*,  
BOHOMOLOV V.V.<sup>2</sup>, *PhD, Senior Lecturer*  
LISIZA V. V.<sup>3</sup>, *master student*

<sup>1\*</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: [shatovsv@yandex.ua](mailto:shatovsv@yandex.ua), ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Department operation and repair of machines, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: [bohomoiov.vitalii@pgasa.dp.ua](mailto:bohomoiov.vitalii@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-4425-6975

<sup>3</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, тел. +38 (097) 337-93-19, e-mail: [renardon42@gmail.com](mailto:renardon42@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-8142-7834

**Summary. Raising of problem** In Ukraine, there are more than 17 thousand objects of various purposes representing a potential technogenic hazard. Inspection of the technical condition of high-rise buildings, in particular chimneys, is associated with a significant amount of labor-intensive and dangerous to perform work. Determination of the technical condition of chimneys is performed by visual-instrumental and visual methods with the involvement of specially trained workers. Inspection of these facilities are labor intensive, dangerous and of considerable cost. Therefore, the improvement of approaches for determining the technical condition of high-rise buildings, in particular chimneys, is an urgent scientific and technical problem. **Purpose.** The aim of the research is to develop approaches in determining the technical condition of high-rise structures, in particular chimneys, using unmanned aerial vehicles. **Conclusion.** Inspection of the technical condition of high-rise buildings, in particular chimneys, is associated with a significant amount of labor-intensive and dangerous to perform work. Now these works are performed by specially trained workers in the field of industrial mountaineering. It is advisable to determine the technical condition of chimneys using unmanned aerial vehicles. Designed unmanned aircraft, which allow for effective research to determine the state of the external and internal surfaces of chimneys.

**Keywords:** high-rise buildings, chimneys, inspection, technical condition, unmanned aerial vehicles

**Проблема.** Визначення технічного стану димових труб виконується візуально-інструментальним і візуальним методами із залученням спеціально підготовлених робітників. Обстеження цих споруд є трудомісткими, небезпечними та значної вартості. Тому удосконалення підходів визначення технічного стану висотних споруд, зокрема, димових труб, є актуальною науково-технічною проблемою.

**Аналіз публікацій.** Димові труби (рис. 1) виконуються цегельними та металевими [3; 6]. Останні можуть мати металеву башту для забезпечення стійкості. Димові труби повинні забезпечити нормальну тягу в печі, яка перебуває в прямому співвідношенні з товщиною і висотою димохідного отвору. Температура продуктів згоряння на виході з труби може перевищувати 100°C, що дозволяє створювати в опалювальній конструкції природну тягу — шляхом заміщення гарячих шарів повітря холодними. У зв'язку з цим товщина стінок димової труби повинна бути не менш ніж у півтори цеглини (ідеальне співвідношення для труб корінного типу). В залежності від призначення,

димові труби мають різноманітні геометричні параметри, у першу чергу, по висоті та діаметру.

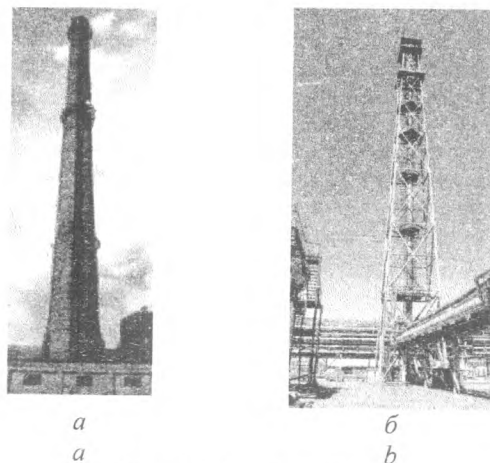


Рис. 1. Димові труби:  
а – цегельна; б – металева

Fig. 1. Smoke pipes:  
a – brick; b – metal

До дефектів цегельних труб відносяться тріщини, руйнування окремих цеглин (рис. 2, а), вигін внутрішніх поверхонь (рис. 2, б).

Пошкодження металевих труб пов'язані з корозією (рис. 2, в) та деформацією окремих елементів [1; 2; 3; 4; 5; 12].

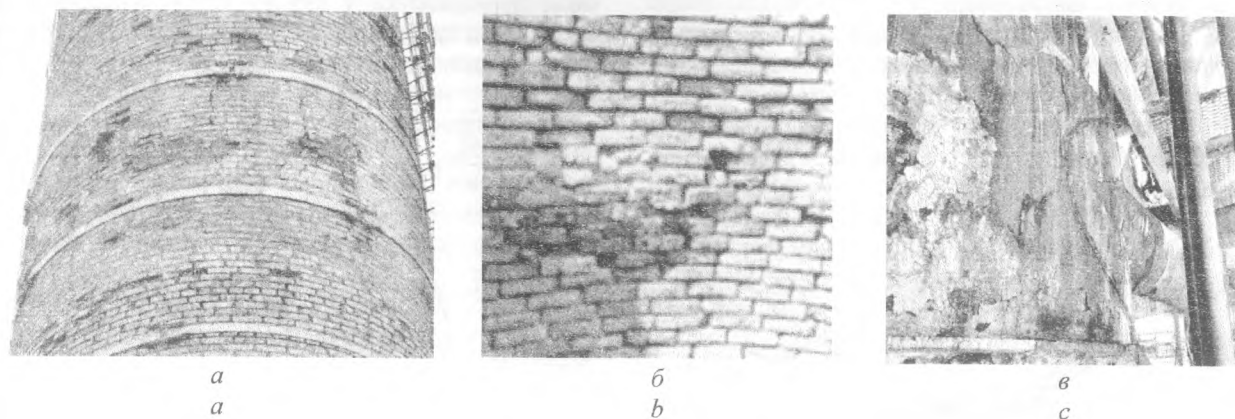


Рис. 2. Пошкодження димових труб:

а – тріщини та руйнування окремих цеглин; б – вигін внутрішніх поверхонь; в – корозія конструкції

Fig. 2. Damage to chimneys:

a – cracks and destruction of individual bricks; b – curtain of internal surfaces; c – corrosion of constructions

Своєчасне обстеження труби дозволяє виявити виниклі дефекти і забезпечити нормальну циркуляцію повітря в опалювальному каналі споруди [9]. При виявленні тріщин в трубі їх необхідно усувати, оскільки потрапляння в них вологи може привести до повного руйнування труб в холодний період, коли вода в них, замерзнувши, розширить шви. Розчин з швів замінюють кожні п'ять-десять років, що входить в капітальний ремонт димових труб. Профілактична чистка труб передбачає виведення з каналу попелу і сажі, які осіли на його стінах.

Першочерговим завданням, яке покладається на діагностику технічного стану будівель і споруд, є з'ясування дійсного стану цілісності конструкції. Як правило, проведена експертиза стану споруд дозволяє зробити своєчасні висновки щодо можливості подальшої експлуатації і потреби проведення ремонтних робіт. Визначення технічного стану димових труб виконується візуально-інструментальним і візуальним методами із залученням спеціально підготовлених робітників.

Такі роботи виконуються на значній висоті (до 330 м), до яких залучаються робітники підготовлені до промислового альпінізму та оснащені спеціальним спорядженням.

При обстеженні димових труб визначається їх стан, як на зовнішній, так і на внутрішній поверхнях, виконуються ультразвукові дослідження та перевірка міцності окремих елементів. При необхідності беруть зразки матеріалів для їх дослідження у лабораторних умовах.

При цьому спеціалісти переміщуються по майданчиках, скобах та дробинах на трубі, а також з використанням альпійського спорядження (рис. 3). Особливо трудомісткі роботи, пов'язані з обстеженням внутрішніх поверхонь димових труб.

Такі роботи також є небезпечними і вимагають значно часу на їх підготовку та проведення [7].



Рис. 3. Обстеження труби альпіністами

Fig. 3. Survey of the pipe by climbers

Обладнання, яке використовують спеціалісти повинне бути випробуване та відповідати вимогам правил роботи на висоті.

Крім того, на проведення робіт впливають кліматичні умови (волога, вітер, температура), які обмежують їх час.

**Метою** досліджень є розробка підходів у визначенні технічного стану висотних споруд, зокрема, димових труб, з використанням безпілотних літальних апаратів.

**Результати дослідження.** Зараз у різних галузях отримали широке використання безпілотні літальні апарати (БЛА). У будівельній сфері вони використовуються для визначення характеру руйнувань пошкоджених об'єктів [10; 11]. Найбільш

поширеними БЛА є квадрокоптери. У той же час, для використання при визначенні технічного стану димових труб, вони мають ряд обмежень: малий запас польоту, значні габарити.

В результаті досліджень розроблені конструкції квадрокоптерів для обстеження внутрішніх поверхонь димових труб: квадрокоптер із зміною габаритних розмірів при повороті консолей 3 з гвинтами 5 (рис. 4); з приводом переміщення фотокамери 7 (рис. 5).

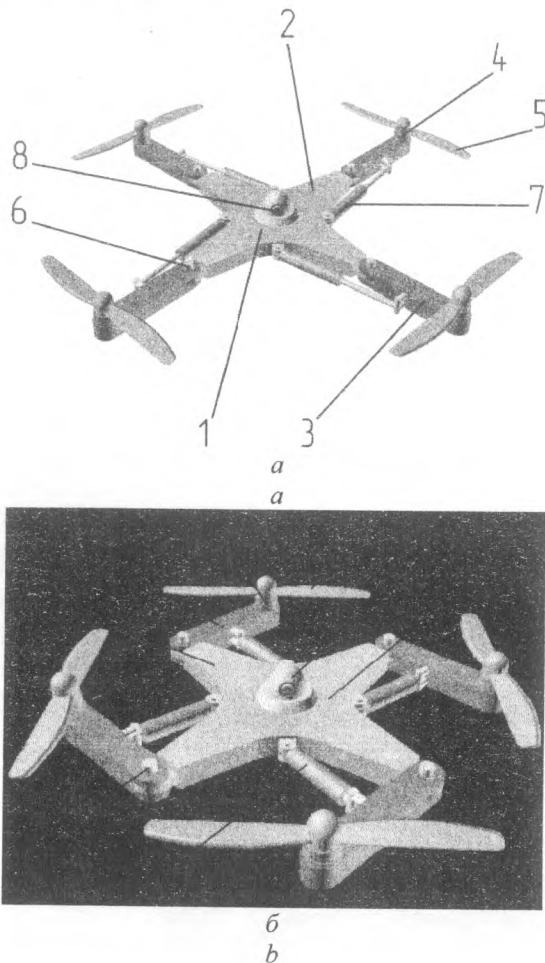


Рис. 4. Квадрокоптер із зміною габаритів:  
а – початкове положення; б – для польоту у трубі.  
1 - корпус; 2 – консоль; 3 – поворотна консоль;  
4 – ротор; 5 - гвинт; 6 – вісь; 7 - циліндр;  
8 – фотокамера

Fig. 4. Quadcopter with change of dimensions:  
а – initial position; б – for the flight in the pipe.  
1 - building; 2 – console; 3 – swivel console;  
4 – rotor; 5 - screw; 6 – axle; 7 - cylinder; 8 – camera

У стислих умовах польоту у внутрішньому просторі димової труби, циліндрами 7 виконується поворот консолей 3. Камерою 8 здійснюється фото-та відеозйомка проблемних ділянок труби. Отримана інформація оброблюється з метою визначення характеру дефектів та їх геометричних параметрів. Недоліком такої конструкції квадрокоптеру є

можлива втрата зв'язку з супутниками, які здійснюють навігацію апарата.

Для усунення вказаного недоліку фотокамера може переміщатися у димову трубу. Квадрокоптер зависає над трубою, що гарантує надійний зв'язок з навігаційними супутниками (рис. 5).

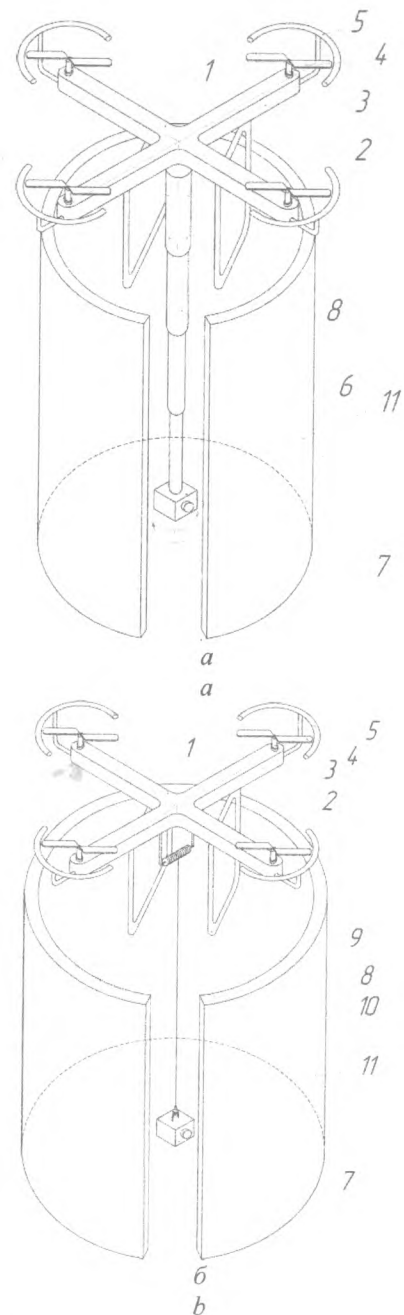


Рис. 5. БЛА з приводом переміщення фотокамери:  
а – телескопічний; б – з лебідкою. 1 - корпус; 2 – консоль;  
3 – ротор; 4 – гвинт; 5 – захист гвинта; 6 – телескопічна тяга; 7 - фотокамера; 8 – опора; 9 – лебідка; 10 – канат;  
11 – димна труба

Fig. 5. BLA moving camera:  
а – telescopic; б – with a winch. 1 - building; 2 – console;  
3 – rotor; 4 – screw; 5 – screw protection; 6 – telescopic draft;  
7 - cameras; 8 – support; 9 - winch; 10 – rope; 11 – chimney pipe

Привод переміщення фотокамери 7 може виконуватися, як телескопічним 6 (рис. 5, а), так у вигляді лебідки 9 (рис. 5, б). Для збільшення запасу польоту та досконалого обстеження окремих частин димових труб доцільно оснащати БЛА пристроями їх тимчасової фіксації на поверхні труб, наприклад присосками. У місці фотозйомки дефектів труби, БЛА за допомогою присосок та механізму їх керування, тимчасово закріплюється на поверхні труби та виключає приводи гвинтів, що зменшує витрати енергії на політ. Після фотозйомки гвинти включаються у дію, присоски звільняються і БЛА продовжує політ.

Для дослідження технічного стану зовнішніх поверхонь димних труб доцільно використання БЛА з декількома фотокамерами (рис. 6). Пристрій включає мультикоптер з рамою 1, роторами 2 з

гвинтами 3. Рама 1 виконана замкнутою зі зовнішніми 4 та внутрішніми 5 частинами. Внутрішні частини 5 оснащені механізмами 6 їх висування, а кожна зовнішня частина 4 – камерами 7 для фото-та відеозйомки. Під рамою 1 закріплені опори 8.

Пристрій використовується наступним чином. Під час польоту працюють ротори 2 з гвинтами 3. Пристрій піднімається до верхньої точки труби та встановлюється у положення її охоплення (рис. 6, а). Включаються камери 7 та починається фото-та відеозйомка поверхні труби 9 з усіх ракурсів одночасно. Пристрій опускається уздовж труби 9 та продовжує фото-та відеозйомку.

У разі зміни розміру труби 9 з діаметру  $D_1$  на  $D_2$ , за допомогою механізмів 6, виконується висування внутрішніх 5 частин рами 1 (рис. 6, б). Це збільшує внутрішній простір пристрою.

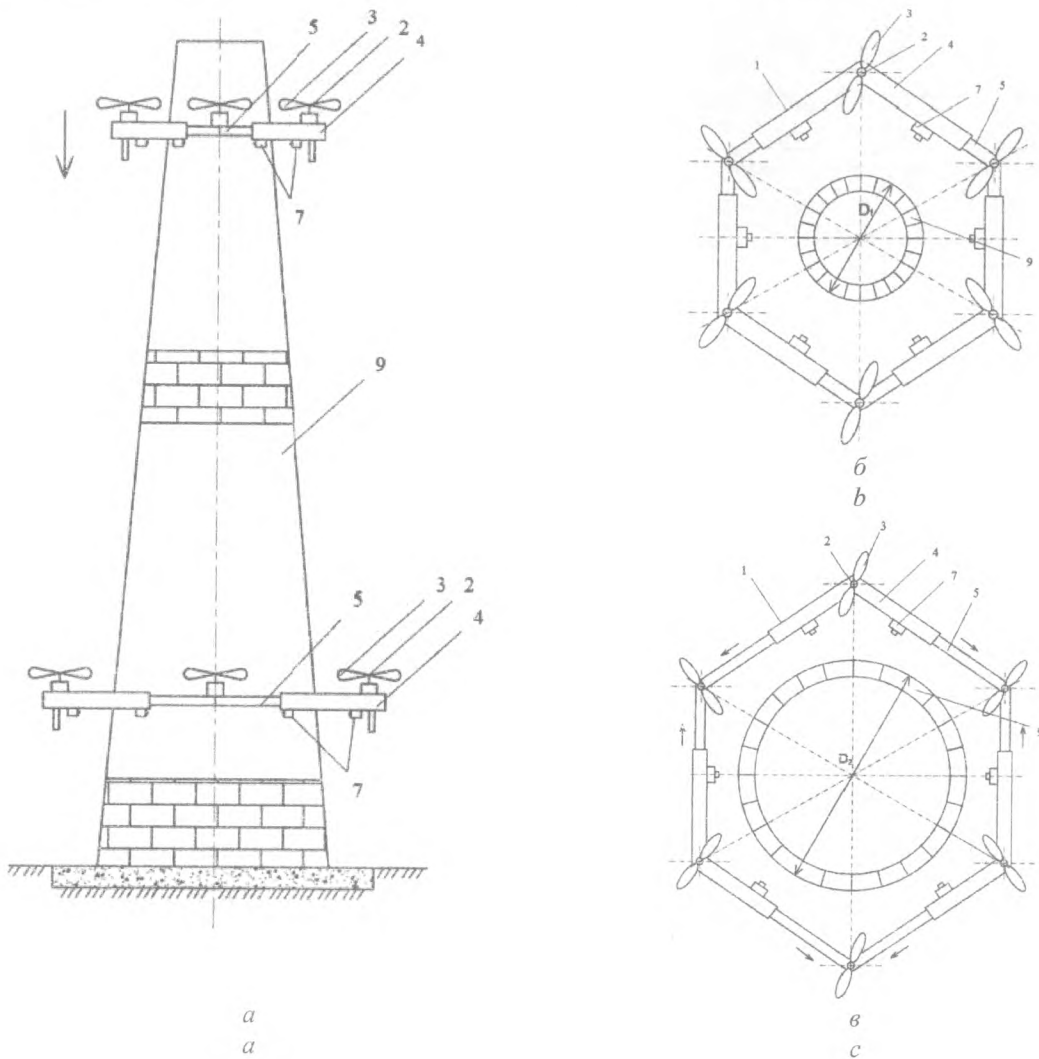


Рис. 6. БЛА з декількома фотокамерами для дослідження стану зовнішніх поверхонь труб:  
 а – процес дослідження стану труби; б, в – розташування БЛА у різних частинах труби. 1 – рама; 2 – ротор; 3 – гвинт;  
 4 – зовнішня частина рами; 5 – внутрішня частина рами; 6 – механізм висування; 7 – фотокамера; 8 – опора; 9 – труба

Fig. 6. BLA with several cameras to study the state of the outer surfaces of the pipes:  
 а – the process of studying the state of the pipe; б, с – location of the BLA in different parts of the pipe. 1 – frame; 2 – rotor;  
 3 – screw; 4 – the outer part of the frame; 5 – the inner part of the frame; 6 – mechanism of nomination; 7 – camera; 8 – support;  
 9 – a pipe

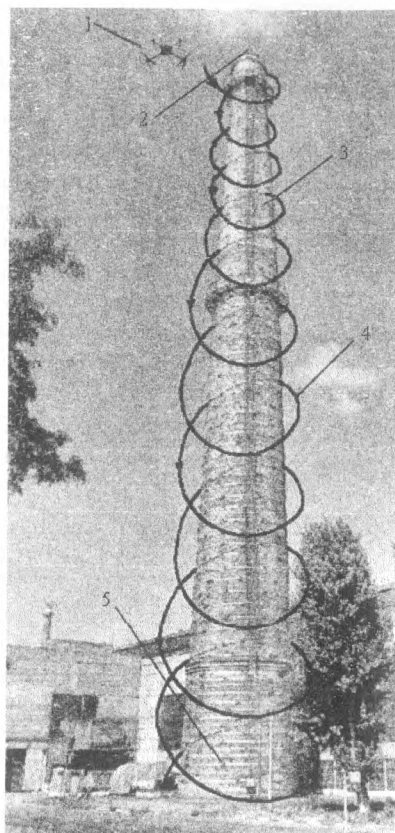


Рис. 7. Схема польоту БЛА:

1 – квадрокоптер; 2 – верхня частина труби; 3 – труба;  
4 – траєкторія польоту; 5 – нижня частина труби

Fig. 7. BLA Flight Scheme:

1 – quadcopter; 2 – the upper part of the pipe; 3 – a pipe;  
4 – flight trajectory; 5 – the bottom part of the pipe

Виконання одночасної фото-та відеозйомки з використанням декількох камер 7 та можливість

змінювати розмір внутрішнього простору рами 1, забезпечує переміщення пристрою тільки по вертикалі уздовж труби 9 без його маневрування. Це скорочує час польоту пристрою та підвищує ефективність його використання.

У разі використання квадрокоптерів, які серійно випускаються, їх використання для дослідження стану димних труб доцільно у наступній послідовності. Безпілотний літальний апарат 1 з камерою для зйомки, піднімається до верхньої частини 2 димової труби 3 (рис. 7).

Включається камера, а літальний апарат 1 виконує польот навколо димової труби 3 по спіралі 4 у напрямку нижньої частини 5 димової труби 3. Така траєкторія польоту апарата 1 забезпечує повну зйомку зовнішньої поверхні димової труби 3. Літальний апарат 1 приземлюється або перелітає до місця розташування пілота.

Використання безпілотних літальних апаратів дозволяє досліджувати технічний стан висотних споруд за короткий термін, не потребує спеціально навчених фахівців, що підвищує ефективність та безпеку цих робіт, зменшує витрати.

**Висновки. 1.** Обстеження технічного стану висотних споруд, зокрема димових труб, пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Зараз ці роботи виконують спеціально підготовлені у сфері промислового альпінізму робітники.

2. Доцільно для визначення технічного стану димових труб використання безпілотних літальних апаратів.

3. Розроблені конструкції безпілотних літальних апаратів, які дозволяють проводити ефективні дослідження з визначення стану зовнішніх та внутрішніх поверхонь димових труб.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие в 3 кн. Кн. 1 / под ред. К. Е. Кочеткова, В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. – Москва : АСВ, 1995. – 320 с.
2. Гончаренко Д. Ф. Технология демонтажных и строительно-монтажных работ при восстановлении частично разрушенного здания / Д. Ф. Гончаренко, Н. А. Меленцов, А. С. Константинов // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2013. – № 1. – С. 42–44.
3. Дымовые трубы. Теория, практика конструирования и сооружения / Под редакцией С. В. Сатьянова. М.: Стройиздат, 2001. – 150 с.
4. Кудрявцев Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства / Е. М. Кудрявцев. – Москва : Стройиздат, 1989. – 246 с.
5. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
6. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. Справочник проектировщика / Ф. П. Дужих, В. П. Осоловский, М. Г. Ладыгичев. М.: Теплотехник, 2004. – 233 с.
7. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов: пер. с англ. / Р. Хэммонд; пер. В. К. Житомирский; ред. А. Е. Денисов. – Москва : Госстройиздат, 1960. – 187 с.
8. Охрана труда в строительстве : учебник для студ. вузов / А. С. Беликов, В. В. Сафонов, П. Н. Нажа, В. Г. Чалый, Н. Ю. Шлыков, В. А. Шаломов, С. Ю. Рагимов ; под общ. ред. А. С. Беликова ; Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.
9. Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. - К.: Государственный Комитет Украины по строительству и архитектуре, 2003. - 144 с.

10. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 3. – С. 8–14.
11. Шатов С. В. Організаційно-технологічні рішення розбирання пошкоджених та реконструйованих споруд та будівель / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2013. - № 4. – С. 12–17.
12. Шкинев А. Н. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения / А. Н. Шкинев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1976. – 375 с.

## REFERENCES

1. Goncharenko D.F., Melencov N.A. and Konstantinov A.S. *Texnologiya demontazhnyx i stroitel'no-montazhnyx rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology of demolition, construction and installation work by recovering of partially destroyed building]. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy* [Industrial construction and civil engineering constructions]. 2013, no. 1, pp. 42–44. (in Russian).
2. Goncharenko D.F., Melencov N.A. and Konstantinov A.S. *Texnologiya demontazhnyx i stroitel'no-montazhnyx rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology of demolition, construction and installation work by recovering of partially destroyed building]. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy* [Industrial construction and civil engineering constructions]. 2013, no. 1, pp. 42–44. (in Russian).
3. Chimneys. Theory of Design Practice and Constructions / Edited by S.V. Satyanov. Moscow: Stroiizdat., 2001. - 150. (in Russian).
4. Kudryavcev E.M. *Kompleksnaya mexanizaciya, avtomatizaciya i mexanovoorozhennost' stroitel'stva* [Construction complex mechanization, automation and mechanical equipment]. Moskva: Strojizdat, 1989, 246 p. (in Russian).
5. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Accidents buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian).
6. Industrial smoke and ventilation pipes. Reference book of the designer / F.P. Duzhikh, V.P. Osolovsky, M.G. Ladygichev. M.: Heat engineer, 2004. - 233 p. (in Russian).
7. Xemmond R. *Avarii zdaniy i sooruzhenij. Prichiny i uroki avarii sovremennyx sooruzhenij razlichnykh tipov* [Accidents of buildings and structures. Causes and lessons of modern structures accidents of various types]. Moskva: Gosstrojizdat, 1960, 187 p. (in Russian).
8. Belikov A.S., Safonov V.V., Nazha P.N., Chalyj V.G., Shlykov N.Yu., Shalomov V.A. and Ragimov S.Yu. *Oxrana truda v stroitel'stve* [Work safety in construction]. Pridnepr. gos. akademiya str-va i arxitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Kiev: Osнова, 2014, 592 p. (in Russian).
9. Normative documents on inspection, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures. - K.: - State Committee of Ukraine for Construction and Architecture, 2003.-144 p. (in Ukrainian).
10. Shatov S.V. *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanykh sporud ta elementiv budivel, yaki rekonstruiuvatsia* [Determination of scantling parameters of destroyed structures and building elements, which are reconstructed]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 3, pp. 8–14. (in Ukrainian).
11. Shatov S.V. *Orhanizatsiino-tekhnologichni rishennia rozbyrannia poskodzhenykh ta rekonstruiovanykh sporud ta budivel* [Organizational and technological solutions of damaged and reconstructed constructions and buildings dismantling ]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprov's'ka Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2013, no. 4, pp. 12–17. (in Ukrainian).
12. Shkinev A.N. *Avarii na stroitel'nyx ob'ektax, ix prichiny i sposoby preduprezhdeniya* [Accidents at the building sites, their causes and methods of warning]. Moskva: Strojizdat, 1976, 375 p. (in Russian).