

УДК 69.059.25

В. А. МАЗУР, С. В. ГОМЕНЮК

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТА МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБ

Аннотация. Практически на всех промышленных предприятиях, где эксплуатируются монолитные железобетонные промышленные дымовые трубы, остро стоит проблема периодических ремонтов их оболочек. Применяемые технологии в комплексе с необходимостью использования ограниченного количества средств подмащивания приводят к существенному увеличению не только стоимости ремонтных работ, но и продолжительности их выполнения. В работе выделены основные параметры, влияющие на технико-экономические показатели ремонта монолитных оболочек, выполнен анализ высоты стволов эксплуатирующихся монолитных дымовых труб, выявлены факторы, усложняющие производство работ. Получены графики зависимостей основных технико-экономических показателей ремонта и использования средств подмащивания от основных конструктивных параметров монолитных дымовых труб, позволяющие повысить эффективность выполнения работ и снизить трудовые и материальные затраты при производстве ремонтных работ.

Ключевые слова: промышленные дымовые трубы, монолитная железобетонная оболочка, дефекты и повреждения, конструктивные характеристики, технико-экономические показатели, технологическое проектирование.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

На большинстве предприятий ДНР, России и Украины до сих пор успешно функционируют железобетонные дымовые трубы, построенные еще в прошлом столетии. Анализ проведенных исследований и документов обследования железобетонных дымовых труб показал, что проблемы, связанные с их разрушением, возникали уже в первые годы эксплуатации как следствие воздействия агрессивных сред, перепадов температуры на внутренней и наружной поверхностях трубы, обледенения конструкций и т. д. С каждым последующим годом эксплуатации, несмотря на периодические текущие и капитальные ремонты, объемы разрушений железобетонных дымовых труб постоянно увеличиваются, что приводит к частичной потере несущей способности оболочки и герметичности ствола трубы. Применяемые для ремонта монолитных железобетонных оболочек промышленных дымовых труб технологии в комплексе с необходимостью использования средств подмащивания приводят к существенному увеличению не только стоимости ремонтных работ, но и продолжительности их выполнения. В этой связи возрастает значение технологического проектирования и прогнозирования основных технико-экономических показателей на стадии инженерной подготовки производства и составления проекта производства работ на ремонт монолитных железобетонных оболочек дымовых труб.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросами проектирования, возведения и эксплуатации железобетонных дымовых труб, проблемами их надёжности и долговечности занимались ученые Б. Д. Тринкер, А. Б. Тринкер, В. Ф. Дужих, В. П. Грицков, А. М. Ельшин, И. В. Захаров и др. В работах рассматриваются способы обследования состояния дымовых труб, подробно описаны причины появления дефектов и повреждений, рекомендуется последовательность проведения ремонта и демонтажа дымовых труб [2–4]. Но вопросы

выбора рациональных методов их ремонта с учетом особенностей эксплуатации и конструктивных характеристик, объемов дефектов и повреждений отдельной дымовой трубы описаны в меньшей степени.

Целью работы является повышение эффективности ремонта монолитных железобетонных оболочек промышленных дымовых труб на основании применения технико-экономического сравнения разных конструктивно-технологических вариантов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Промышленные дымовые трубы – это инженерные сооружения, служащие для отвода продуктов горения промышленных топок в высшие слои атмосферы. Основными параметрами, влияющими на выбор рациональных организационно-технических решений по их ремонту, являются конструктивные характеристики сооружения, объемы и расположение дефектов и повреждений конструктивных элементов дымовых труб, особенности технологии производства ремонтных работ с учетом усложняющих факторов, технико-экономические показатели ремонта.

Монолитные железобетонные трубы, как правило, применяют на предприятиях энергетики и проектируют высотой более 100 м, что обусловлено требованиями к эксплуатации трубы и производственными мощностями предприятия. Наиболее часто газоотводящие трубы выполняются круглыми в сечении. Железобетонный ствол трубы конической формы может иметь постоянный или переменный уклон наружной поверхности (от 1 в верхней части до 10° внизу). Толщина стенок варьируется от 160 до 200 мм вверху до 750...1 000 мм. Толщина стенок изменяется по ярусам высотой 10...15 м.

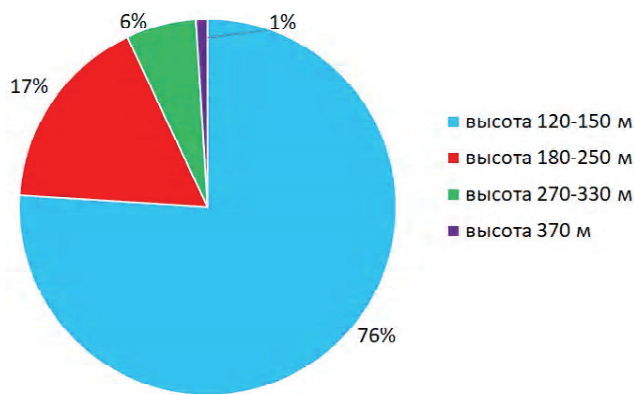


Рисунок 1 – Анализ высоты стволов эксплуатирующихся монолитных дымовых труб.

ствола 2 261,95 м²) и большая (высотой 180,0 м, диаметром устья 9,6 м, площадь боковой поверхности ствола 8 143,01 м²).

Выполненный обзор эксплуатирующихся дымовых труб на предприятиях ДНР, Украины и России показал (рис. 1), что на данный момент чаще всего эксплуатируются трубы высотой 120...150 м (75 % из общего количества), выполненные по типовым проектам. Также эксплуатируются монолитные железобетонные дымовые трубы высотой от 180 до 250 м (17 %), от 270 до 330 м (6 %) и высотой 370 м.

Анализ нормативно-технических документов [5, 7] и типовых проектов дымовых труб позволил систематизировать их размеры для дальнейших исследований (таблица).

В качестве объектов для исследования приняты две трубы: малая (высотой 100 м, диаметром устья 4,8 м, площадь боковой поверхности

Таблица – Анализ конструктивных параметров типовых решений монолитных железобетонных конических дымовых труб

Высота трубы, м	Диаметр выходного отверстия (устья), мм	Диаметр основания, мм	Площадь внешней поверхности ствола, м ²	Площадь внутренней футеровки, м ²
270	14,0	35,0	18 236,95	17 219,07
240	9,6	19,2	10 857,34	9 500,18
180	9,6	19,2	8 143,01	7 125,13
	8,4	16,8	7 125,13	6 107,25
150	9,6	19,2	6 785,84	5 937,61
	8,4	16,8	5 937,61	5 277,88
120	8,4	16,8	4 750,09	4 146,90
	7,2	14,4	4 071,51	3 468,32
100	4,8	9,6	2 261,95	1 822,12
	4,2	8,4	1 979,20	1 633,36

К характерным дефектам и повреждениям железобетонных оболочек промышленных дымовых труб [1] относятся:

- разрушение защитного слоя, обнажение и коррозия арматуры,
- сетка трещин на поверхности оболочки дымовой трубы с раскрытием до 5...8 мм,
- трещины по ходу расположения вертикальной арматуры,
- пониженная, по сравнению с проектом, прочность бетона ствола, более 30 %,
- шелушение поверхности бетона и маркировочной окраски,
- крупнопористый бетон ствола трубы,
- сквозные отверстия в трубе,
- следы выхода конденсата дымовых газов на наружную поверхность ствола по неплотным швам бетонирования,
- разрушения колпака дымовой трубы.

Расположение дефектов в нижней части ствола трубы позволяет проводить ремонтные работы с использованием люлек, подъемников или подвесных площадок, оборудованных освещением и телефонной связью. Расположение дефектов в верхней части трубы требует применения подвесных люлек, специальных консольных подмостей. Также широко используются услуги промышленных альпинистов.

Все виды ремонтных работ, за исключением ремонтов оголовков и верхних частей газоотводящих стволов, находящихся в зоне окутывания, выполняются без отключения обслуживаемых теплотехнических агрегатов.

К основным технологическим факторам относятся особенности технологии производства работ с учетом сезонности их выполнения, возможности применения различных средств механизации и подмачивания, уровень механизации работ, применимость средств подмачивания. В качестве средств подмачивания при ремонте оболочек чаще всего используют [6]:

- самоподъемные люльки. При их подъеме на величину высоты ремонтных работ на ширину захватки, определяемую длиной люльки, после чего люльку переставляют на новую захватку.
- подмости на кронштейнах. Такой способ трудоемок и опасен для рабочих, т.к. они для продолжения работы на очередном ярусе переставляют бандаж на очередную захватку по высоте, закрепляют на них кронштейны и переставляют настил;
- самоподъемную кольцевую рабочую площадку, подъем которой осуществляется лебедками,
- строительные леса,
- услуги альпинистов-верхолазов.

В работе выполнен анализ трудоемкости и продолжительности работ по применению разных средств подмачивания (рис. 2). Использование люлек и подмостей на кронштейнах в качестве средств

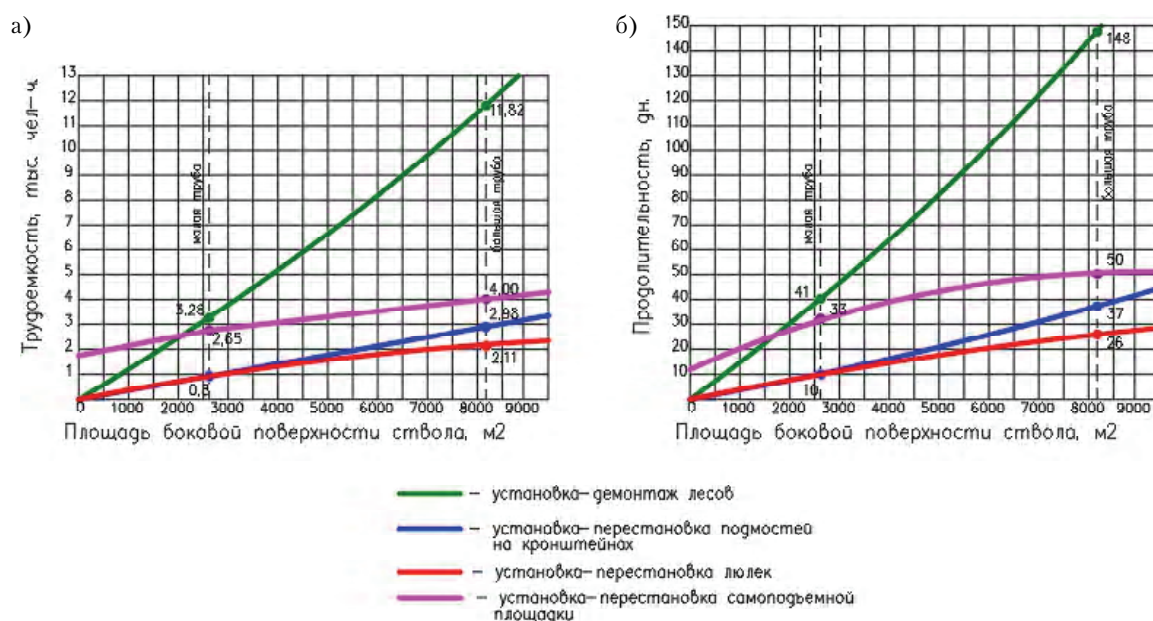


Рисунок 2 – Графики зависимости трудоемкости (а) и продолжительности работ (б) по установке средств подмачивания от конструктивных характеристик дымовых труб.

подмачивания позволяет сократить сроки выполнения работ в 3 раза по сравнению с установкой-демонтажем лесов и почти в 2 раза – по сравнению с использованием самоподъемной площадки.

К факторам, усложняющим производство работ при ремонте монолитных железобетонных промышленных труб относятся:

- производство работ в охранной зоне действующих сетей,
- производство работ в стесненных условиях без остановки производства с наличием в зоне производства действующих теплотехнических агрегатов,
- стесненные условия для складирования материалов или невозможность их складирования на строительной площадке.

Поэтому необходим постоянный контроль качества с составлением актов на выполнение скрытых работ и соблюдение правил охраны труда и производственной безопасности.

Технология ремонта монолитной железобетонной оболочки промышленной дымовой трубы состоит из следующих основных технологических процессов:

1. Удаление отслоившегося и разрушенного бетона с поверхностей трубы механическим способом.
2. Защита стальной арматуры.
3. Ремонт швов, стыков и трещин в железобетонных конструкциях.
4. Восстановление и выравнивание бетона.
5. Нанесение защитного слоя.

Необходимость усиления определяется расчетами.

К технико-экономическим факторам, влияющим на выбор технологии производства ремонтных работ относятся материалоемкость и стоимость технологии, директивные сроки производства работ и стоимость аренды оборудования, машин и механизмов.

В работе исследовалась технологическая структура ремонта монолитных железобетонных оболочек промышленных дымовых труб для следующих основных вариантов ремонтных работ:

Вариант 1. Ремонт с использованием тиксотропных ремонтных смесей безопалубочным способом, устройство антикоррозионного покрытия методом окрашивания, очистка основания пескоструйным способом,

Вариант 2. Ремонт с использованием технологии торкретирования, устройство антикоррозионного покрытия методом окрашивания, очистка поверхности гидроструйным способом.

Проведенный анализ полученных графиков (рис. 3) показал, что технология ремонта стволов монолитных железобетонных дымовых труб тиксотропными смесями безопалубочным способом имеет

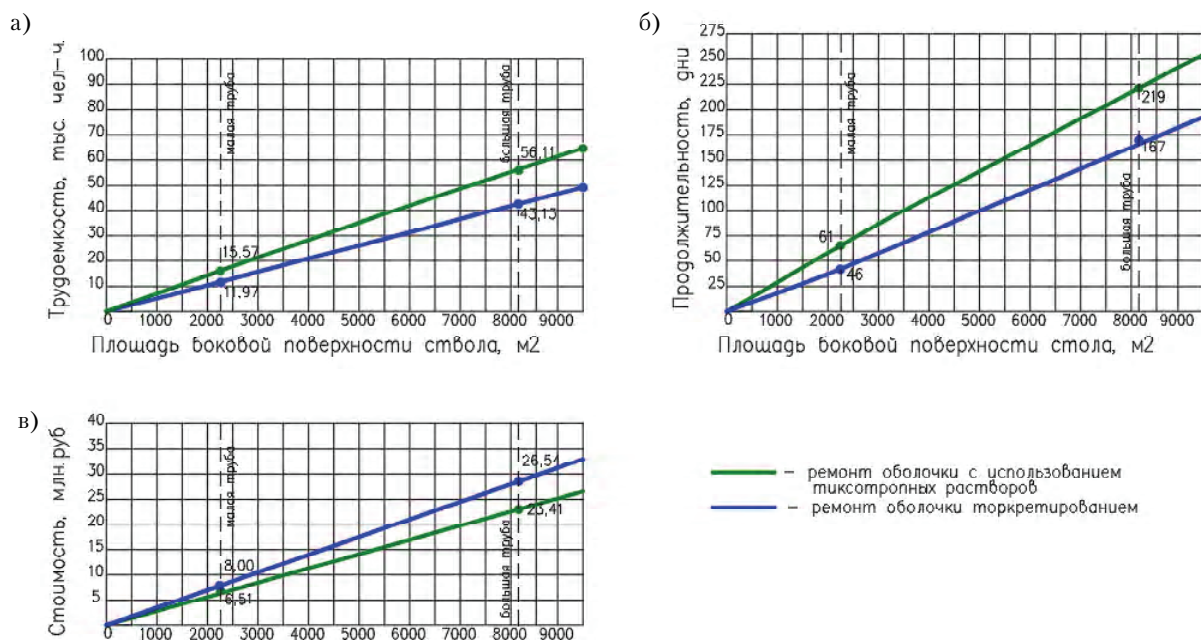


Рисунок 3 – Графики зависимости трудоёмкости (а) и продолжительности работ (б) и стоимости работ (в) от конструктивных характеристик дымовых труб.

меньшую удельную стоимость на 1 м² готовой поверхности, но большую трудоемкость и, как следствие, большую продолжительность выполнения ремонтных работ.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

Практическая ценность работы заключается в возможности прогнозирования основных технико-экономических показателей ремонта монолитных железобетонных оболочек промышленных дымовых труб с учетом их геометрических размеров, что позволит повысить эффективность выполнения работ и снизить трудовые и материальные затраты при производстве ремонтных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас дефектов и повреждений промышленных труб : учебно-методическое пособие / К. И. Ерёмин, Ю. С. Кунин, Е. Л. Алексеева [и др.]. – Магнитогорск : ООО «ВЕЛД», 2014. – 126 с. – Текст : непосредственный.
2. Грицков, П. М. Ремонт промышленных дымовых труб / П. М. Грицков, Д. И. Вишневский, А. А. Зильберман. – Москва : Стройиздат, 1979. – 183 с. : ил. – Текст : непосредственный.
3. Дужих, Ф. П. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы : справочное издание / Ф. П. Дужих, В. П. Осоловский, М. Г. Ладыгичев. – Москва : Теплотехник, 2004. – 464 с. – Текст : непосредственный.
4. Захаров, И. В. Ремонт газоходов и дымовых труб электростанций / И. В. Захаров. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 112 с. : ил. – Текст : непосредственный.
5. РД 153-34.1-21.523-99. Инструкция по эксплуатации железобетонных и кирпичных дымовых труб, и газоходов на тепловых электростанциях : издание официальное : утверждена Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО «ЕЭС России» : дата введения 2000-04-24 / разработана АО «Фирма ОРГРЭС», ЗАО «Союзтеплострой». – Москва : РАОЭЭ «ЕЭСРОССИИ», 2000. – 29 с. – Текст : непосредственный.
6. СО 153-34.10.105. Нормокомплекты оборудования, оснастки, инструмента и средств малой механизации для капитального ремонта дымовых труб, градирен и антикоррозионной защиты оборудования на электростанциях Минэнерго СССР : издание официальное : утверждены заместителем Министра энергетики и электрификации СССР В. Н. Буденным 6 января 1981 г. / составители инженеры Н. Н. Рогов, И. Г. Клинок. – Москва : ПО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО», 1984. – 35 с. – Текст : непосредственный.
7. СП 375.1325800.2017. Трубы промышленные дымовые. Правила проектирования = Industrial chimneys. Design rules : издание официальное : утверждены Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) : дата введения 2018-15-06 / исполнители Ассоциация пече-трубостроителей и пече-трубопроизводителей России («РосТеплостройМонтаж»). – Москва : Стандартинформ, 2018. – 50 с. – Текст : непосредственный.

Получена 11.10.2021

В. О. МАЗУР, С. В. ГОМЕНЮК
ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
РЕМОНТУ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОБОЛОНОК
ПРОМИСЛОВИХ ДИМОВИХ ТРУБ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Практично на всіх промислових підприємствах, де експлуатуються монолітні залізобетонні промислові димові труби, гостро стоїть проблема періодичних ремонтів їх оболонок. Застосовувані технології в комплексі з необхідністю використання обмеженої кількості засобів підмоцнення призводять до істотного збільшення не тільки вартості ремонтних робіт, але і тривалості їх виконання. У роботі виділено основні параметри, що впливають на техніко-економічні показники ремонту монолітних оболонок, виконано аналіз висоти стволів монолітних димових труб, що експлуатуються, виявлено фактори, що ускладнюють виконання робіт. Отримано графіки залежностей основних техніко-економічних показників ремонту та використання засобів підмоцнення від основних конструктивних параметрів монолітних димових труб, що дозволяють підвищити ефективність виконання робіт і знизити трудові та матеріальні витрати при виробництві ремонтних робіт.

Ключові слова: промислові димові труби, монолітна залізобетонна оболонка, дефекти і пошкодження, конструктивні характеристики, техніко-економічні показники, технологічне проектування.

VICTORIIA MAZUR, STEPAN GOMENYUK
PREDICTION OF THE MAIN TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF
REPAIR OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE SHELLS OF
INDUSTRIAL CHIMNEYS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Practically at all industrial enterprises where monolithic reinforced concrete industrial chimneys are operated, the problem of periodic repairs of their shells is acute. The applied technologies in combination with the need to use a limited number of means of drawing lead to a significant increase not only in the cost of repair work, but also in the duration of their execution. The paper highlights the main parameters affecting the technical and economic indicators of the repair of monolithic shells, it also analyzes the height of the trunks of monolithic chimneys in operation, and identifies factors complicating the work. Graphs of the dependencies of the main technical and economic indicators of repair and the use of means of drawing on the main design parameters of monolithic chimneys are obtained, which make it possible to increase the efficiency of work and reduce labor and material costs during repair work.

Key words: industrial chimneys, monolithic reinforced concrete shell, defects and damages, design characteristics, technical and economic indicators, technological design.

Мазур Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству и капитальному ремонту ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Гоменюк Степан Викторович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: организационно-технологические особенности процессов ремонта промышленных сооружений.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень щодо влаштування і капітального ремонту огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Гоменюк Степан Вікторович – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: організаційно-технологічні особливості процесів ремонту промислових будівель.

Victoriia Mazur – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the installation and overhaul of enclosing structures of buildings and structures.

Gomenyuk Stepan – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organizational and technological features of the processes of repair of industrial structures.