

УДК 69.059.25

**В. А. МАЗУР, Б. Н. ЧЕКАЛ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КАПРЕМОНТА ОБШИВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГРАДИРЕН**

**Аннотация.** В статье рассматриваются факторы, влияющие на выбор организационно-технологических решений капитального ремонта обшивки градирен с металлическим каркасом. Необходимость капитального ремонта обшивки металлических градирен возникает уже после первых пяти лет их эксплуатации, так как сооружения эксплуатируются в агрессивных условиях. Специфичность конструктивного решения обшивок, расположенных внутри башен градирен, усложняют выполнение ремонтных работ. Показано, что на выбор технологии и организации процессов капитального ремонта обшивок металлических градирен влияют множество других факторов, связанных с условиями эксплуатации, атмосферными воздействиями, условиями стесненности стройплощадки, материалоемкости и стоимости технологии и т. д. Комплексная классификация факторов позволяет в дальнейшем моделировать основные технико-экономические показатели выполнения работ (трудоемкость, стоимость, продолжительность выполнения работ, срок дальнейшей безремонтной эксплуатации обшивки) с учетом взаимного влияния отдельных групп факторов в конкретных условиях эксплуатации.

**Ключевые слова:** капитальный ремонт, обшивка, металлические градирни, классификация факторов, организационно-технологические решения.

**ВВЕДЕНИЕ**

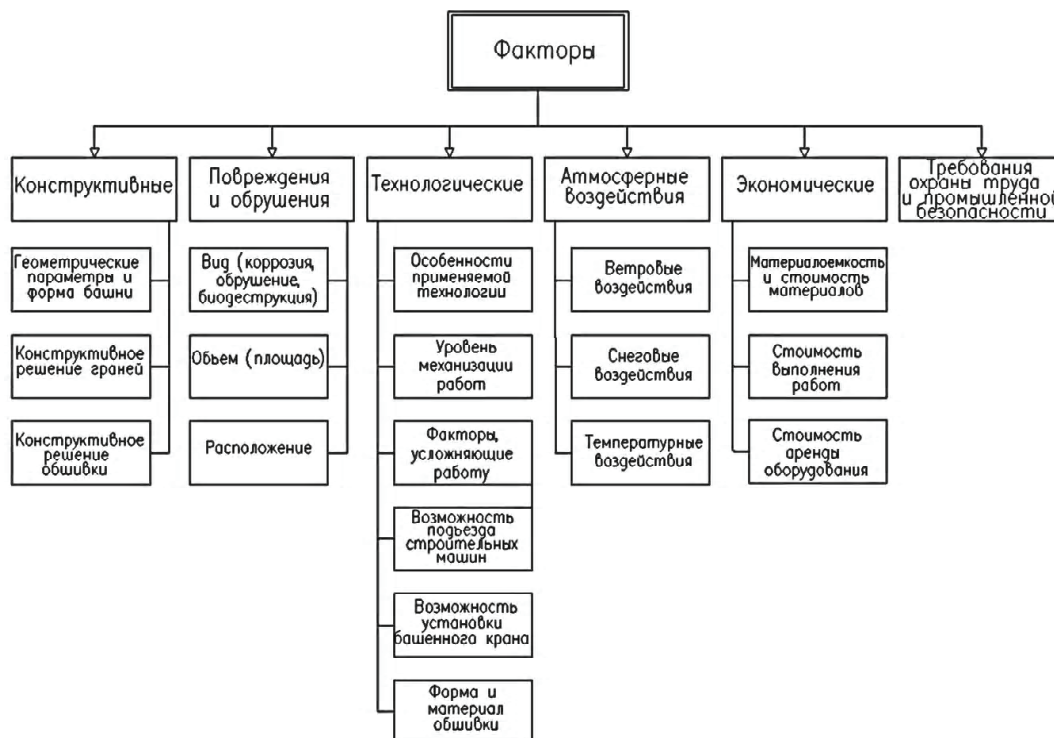
Башенные градирни с вытяжной башней из металлического каркаса с обшивкой из металлических панелей или профнастила широко применяются на промышленных предприятиях ДНР, России и Украины. Построенные в прошлом столетии, они до сих пор успешно функционируют, но периодически возникает необходимость не только текущего ремонта конструкций, но и капитального ремонта и реконструкции (или модернизации) башни в целом.

Анализ опыта эксплуатации, выполненных научных исследований, отчетов по обследованиям и осмотрам башенных градирен с металлическим каркасом показали, что проблемы, связанные с повреждениями и обрушениями обшивки, появляются уже в течение первых пяти лет эксплуатации этих сооружений [1, 2]. С каждым последующим годом эксплуатации, несмотря на периодические текущие ремонты, объемы повреждений увеличиваются, что приводит к необходимости капитального ремонта или реконструкции с полной заменой обшивки.

В работе разработана комплексная классификация факторов (рис. 1), в которой выделяются шесть основных групп: конструктивные особенности, технологическая, дефекты и повреждения обшивки, функциональная, эксплуатационная, атмосферные воздействия на сооружение, экономическая и требования охраны труда и промышленной безопасности на объекте.

К конструктивной группе факторов относятся геометрическая форма и размеры в плане, форма башни, конструктивное решение конструкций каркаса. Металлические градирни представляют в плане правильный многоугольник, состоящий из определенного количества граней, каждая из которых имеет составную конструкцию, элементы которой могут быть изготовлены из одиночного профиля (швеллер, уголок) либо составной пространственной конструкции. С внутренней стороны по прогонам к ним крепится обшивка градирни. Башни имеют форму усеченной пирамиды либо гиперболоида вращения, что приводит к необходимости применения обшивки трапециевидной формы.

© В. А. Мазур, Б. Н. Чекал, 2022



**Рисунок 1** – Факторы, влияющие на выбор организационно-технологических решений капремонта обшивки металлических градирен.

Высота сооружений может достигать 110 м, что диктует необходимость использования монтажных кранов с соответствующей высотой подъема крюка или применения бескрановой системы монтажа конструкций [3, 5].

К следующей группе факторов относятся повреждения и обрушение обшивки градирни. Так как обшивка и конструкции каркаса металлических градирен эксплуатируются в условиях постоянного увлажнения, а при эксплуатации на электростанциях в плотной промышленной застройке еще подвергаются агрессивным газо- и пылевым воздействиям, это приводит к ускоренному появлению повреждений (например, щелевой или сквозной коррозии обшивки, которые могут достигать 0,5 мм/год (при отсутствии антикоррозионных покрытий) [2]) и увеличению капельного уноса воды. Из-за циркуляции оборотной воды в градирне при эксплуатации на внутренней стороне обшивки в нижней части градирен образуются биологические наросты из водорослей и слизи, которые также приводят к ее биодеструкции, а также карбонатные отложения, также приводящие к ускоренному разрушению обшивки.

От видов и объемов повреждений обшивки, их расположения на поверхности башни, возможности их устранения, необходимости полной или частичной замены зависит не только технология выполнения работ, но и потребность в инструментах, приспособлениях, средствах механизации и средствах подмащивания.

К группе атмосферных воздействий относятся ветровые, снеговые и температурные воздействия на башню градирни. Установлено, что больше подвержены коррозии конструкции обшивки с подветренной стороны градирни [2]. Сверхнормативные ветровые воздействия на конструкции башни градирни, некачественное выполнение монтажных и антикоррозионных работ приводят к обрушениям обшивки с последующим понижением охлаждающих функций градирни и повреждениями при падении обшивки оросительного устройства. При температуре атмосферного воздуха близкой к 0 °С происходит обледенение обшивки, что усложняет эксплуатацию самой градирни, а локальные сильные намерзания на обшивках в местах течей могут привести к ее обрушению. Кроме того, атмосферные воздействия влияют на продолжительность выполнения работ. Так как конструкции обшивок имеют большую парусность и габариты, а работы по монтажу выполняются на высоте, монтаж конструкций при силе ветра 10 м/с и выше запрещен. Не допускается выполнение монтажных работ на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе и тумане. При

ветре силой более шести баллов прекращают монтажные работы, связанные с применением кранов [4].

Капитальный ремонт обшивки стен, как правило, выполняется с демонтажем существующей обшивки. Выполнение демонтажных работ должно выполняться методом поэлементной разборки. Метод разрушения обшивки возможен только при полной замене оросителя коммуникаций.

Основными существующими технологическими решениями по выполнению новой обшивки металлических градирен являются два способа: листовая обшивка (крепится на горизонтальные ригели, установленные на грани градирни) и обшивка укрупненными блоками (после укрупнительной сборки блоков, состоящих из ригелей и обшивки, крепятся непосредственно к каркасу градирни). В зависимости от выбранного материала обшивки (при капитальном ремонте используют обшивку в виде профилированного настила из оцинкованной стали с полимерным покрытием, из стеклопластиковых или алюминиевых панелей, реже – из асбестоцементных листов) выбирается способ монтажа, подбирается комплект приспособлений и средств малой механизации. К прогонам и между собой обшивка крепится самонарезающими винтами с полиуретановой прокладкой, болтами или заклепками.

К факторам, усложняющим производство работ при ремонте металлических градирен, относятся: производство работ в стесненных условиях с наличием в зоне производства технологического оборудования (системы орошения); производство работ при действующих вибрационных нагрузках; стесненные условия для складирования материалов или невозможность их складирования на строительной площадке; невозможность размещения кранов на строительной площадке; ограничения в их работе; недостаточная ширина внутри площадочных дорог и проездов; разветвленная сеть существующих подземных, наземных и надземных коммуникаций.

Важным фактором являются требования охраны труда и промышленной безопасности на объекте, так как работы ведутся на высоте, в стесненных условиях в условиях действующего предприятия. Работы должны выполняться специалистами под руководством и контролем инженерно-технических работников, после прохождения комплекса инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности. К работе с электрооборудованием допускаются рабочие, прошедшие специальную подготовку. Опасные зоны должны иметь защитные ограждения. Рабочие, выполняющие работу на высоте, должны пользоваться средствами индивидуальной защиты: предохранительными поясами, страховочными канатами и др.

К группе экономических факторов, влияющих на выбор технологии производства ремонтных работ, относятся материалоемкость и стоимость технологии, стоимость аренды оборудования, машин и механизмов. Выбор материала обшивки металлической градирни должен основываться не только на стоимости материалов, но и на дальнейшем сроке ее эксплуатации.

В работе выполнен анализ взаимосвязи и ранжирование факторов, влияющих на выбор технологии капремонта обшивки металлических градирен (рис. 2).

Определены четыре уровня влияния факторов, последовательно формирующих технологию производства работ по капитальному ремонту обшивки металлических градирен.

Первый уровень – исходные данные, которые учитывают размеры, форму и высоту металлического копра, конструктивное решение его граней, количество, расположение и устранимость дефектов и повреждений, условия эксплуатации градирни и атмосферные воздействия на нее, влияют на конструктивное решение по капитальному ремонту обшивки. От размещения копра на площадке зависят возможность подъезда строительных машин и механизмов и возможность установки кранов и других подъемных механизмов.

Второй уровень – конструктивное решение, возможность подъезда и применения подъемных средств, требования охраны труда и техники безопасности, условия работы на действующем предприятии непосредственно влияют на технологию и организацию ремонтных работ.

Третий уровень – выбранная технология производства работ и организация капитального ремонта обшивки градирен влияют на конечные технико-экономические показатели ремонта и продолжительность выполнения работ.

Четвертый уровень – технико-экономические показатели и продолжительность ремонта.

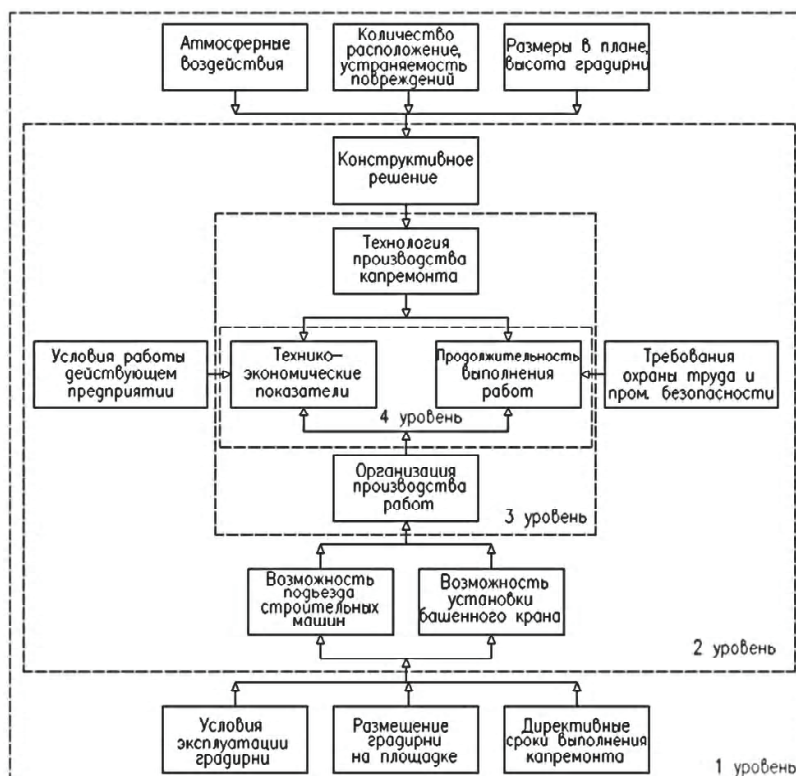


Рисунок 2 – Анализ взаимосвязи и ранжирование организационно-технологических факторов, влияющих на выбор капремонта обшивки металлических градирен.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что для каждого отдельного случая капитального ремонта обшивки металлических градирен характерно конкретное сочетание перечисленных выше факторов, влияющих на производство работ. В этой связи возрастает значение технологического проектирования на стадии инженерной подготовки ремонтных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градирни промышленных и энергетических предприятий : справочное пособие / под общей редакцией В. С. Пономаренко. – Москва : Энергоатомиздат, 1998. – 376 с. – Текст : непосредственный.
2. МТ 34-70-014-84 (СО 34.21.663). Методика обследования металлоконструкций вытяжных башен обшивных градирен / Минэнерго СССР. – Москва : СПО Союзтехэнерго, 1984. – 15 с. – Текст : непосредственный.
3. Ладнушкин, А. А. Технология бескранового монтажа при капитальном ремонте и модернизации башенных градирен ТЭЦ / А. А. Ладнушкин. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2016. – № 4(38). – С. 433–438.
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство: Государственные строительные нормы и правила : издание официальное : утвержден и введен в действие Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу постановлением от 17 сентября 2002 года N 123 : дата введения 2003-01-01 / разработан федеральным государственным учреждением «Центр охраны труда в строительстве» Госстроя России. – Москва : ФГУП ЦПП, 2002. – 28 с. – Текст : непосредственный.
5. Югов, А. М. Технология монтажа металлической башенной градирни / А. М. Югов, Р. В. Судашов. – Текст : непосредственный // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2008. – Том 4, № 1. – С. 39–48.

Получена 15.01.2022

В. О. МАЗУР, Б. М. ЧЕКАЛ  
ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ КАПРЕМОНТУ ОБШИВКИ МЕТАЛЕВИХ  
ГРАДИРЕНЬ  
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглядаються фактори, що впливають на вибір організаційно-технологічних рішень капітального ремонту обшивки градирень з металевим каркасом. Необхідність капітального ремонту обшивки металевих градирень виникає вже після перших п'яти років їх експлуатації, оскільки споруди експлуатуються в агресивних умовах. Специфічність конструктивного рішення обшивок, розташованих всередині веж градирень, ускладнюють виконання ремонтних робіт. Показано, що на вибір технології та організації процесів капітального ремонту обшивок металевих градирень впливають безліч інших факторів, пов'язаних з умовами експлуатації, атмосферними впливами, умовами обмеженості будмайданчика, матеріаломісткості та вартості технології тощо. Комплексна класифікація факторів дозволяє надалі моделювати основні техніко-економічні показники виконання робіт (трудомісткість, вартість, тривалість виконання робіт, термін подальшої безремонтної експлуатації обшивки) з урахуванням взаємного впливу окремих груп факторів в конкретних умовах експлуатації.  
**Ключові слова:** капітальний ремонт, обшивка, металеві градирні, класифікація факторів, організаційно-технологічні рішення.

VICTORIA MAZUR, BOGDAN CHEKAL  
FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF ORGANIZATIONAL AND  
TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE OVERHAUL OF METAL COOLING  
TOWER CLADDING  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The factors influencing the choice of organizational and technological solutions for the overhaul of the cladding of cooling towers with a metal frame are considered in this article. The need for major repairs of the cladding of metal cooling towers arises after the first five years of their operation, since the structures are operated in aggressive conditions. The specificity of the design solution of the cladding located inside the towers of cooling towers complicate the repair work. Many other factors related to operating conditions, atmospheric influences, conditions of tightness of the construction site, material consumption and cost of technology, etc. also affect the choice of technology and the organization of the processes of capital repairs of metal cooling towers. The complex classification of factors makes it possible to further model the main technical and economic indicators of work performance (labor intensity, cost, duration of work, the period of further maintenance-free operation of the cladding), taking into account the mutual influence of individual groups of factors in specific operating conditions.

**Key words:** major repairs, cladding, metal cooling towers, classification of factors, organizational and technological solutions.

**Мазур Вікторія Александровна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Научні інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по устройству і капітальному ремонту огорожувальних конструкцій зданий і споруд.

**Чекал Богдан Николаевич** – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Научні інтереси: організаційно-технологічні особливості процесів ремонту промислових споруд.

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

**Чекал Богдан Миколайович** – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: організаційно-технологічні особливості процесів ремонту промислових будівель.

**Mazur Victoria** – 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 arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

**Chekal Bogdan** – 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.