

УДК 628.5

**ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ В КОНДЕНСАТОРАХ  
FORMATIONS OF DEPOSITS IN CONDENSER**

С.Е. Маркевич, Е.А. Савенко, Д.А. Хлопкова  
Научный руководитель – Н.В. Пантелей, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
S. Markevich, E. Savenko, D. Khlopkova  
Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** в данной статье рассматривается важность очистки трубок конденсатора от отложений и коррозии, а также описывается механический метод очистки и сравнение материалов труб.*

***Abstract:** this article discusses the importance of removing deposits and corrosion from condenser tubes, describes the mechanical cleaning method and a comparison of tube materials.*

***Ключевые слова:** очистка, отложения, коррозия, конденсатор, загрязнения.*

***Keywords:** cleaning, deposits, corrosion, condenser, pollution.*

**Введение**

Очистка и техническое обслуживание трубок конденсатора напрямую влияют на производительность и эффективность производства электроэнергии. Процесс очистки конденсатора тщательно удаляет отложения, увеличивает мощность и теплопередачу, а также снижает вероятность выхода из строя труб из-за загрязнения и коррозии.

**Основная часть**

Загрязнение происходит из-за различных отложений в трубках конденсатора, которые образуются из-за различных органических примесей, присутствующих в источниках вод, используемых электростанциями. Существует ряд различных возможных отложений на трубках конденсатора, которые неизбежно накапливаются и снижают способность теплопередачи, что в конечном итоге приводит к коррозии труб и преждевременным их выходам из строя.

По мере загрязнения труб конденсатора отложениями тепло передается неэффективно, процесс охлаждения нарушается и происходит заметное снижение производительности агрегата. Кроме того, в трубках конденсатора может возникать коррозия под отложениями, поскольку осаждаемый материал вызывает повреждение стенки труб. Нарушение или протечка труб могут вызвать повреждение других элементов агрегата.

Загрязнения, которые накапливаются и повреждают трубки конденсатора с течением времени, варьируются от мягких до твердых и часто зависят от источника охлаждающей воды.

Загрязнение твердыми частицами – процесс оседания примесей из источников воды на поверхности труб конденсатора. Отложения в виде твердых

частиц, которые вызывают повреждение трубок конденсатора и прилегающих компонентов, являются результатом условий низкого расхода в конденсаторе.

Не все трубки конденсатора одинаковы. Некоторые более подвержены загрязнению в зависимости от их материала. Тремя наиболее распространенными материалами, используемыми для труб конденсатора электростанций, являются медь, нержавеющая сталь и титан.

- Медные конденсаторные трубки склонны к образованию оксидных отложений, которые нарушают теплопередачу.
- Трубы из нержавеющей стали являются высокопроизводительными трубами, самым важным фактором при их обслуживании является очистка.
- Титановые конденсаторные трубки – более новое явление в производстве конденсаторов. Титан обладает хорошими характеристиками теплопередачи, трубки не подвержены коррозии.

К сожалению, электростанции сталкиваются с серьезными экономическими последствиями, когда происходит загрязнение труб конденсатора и ухудшаются рабочие характеристики труб. Повышенное противодавление турбины, увеличенная тепловая мощность агрегата, увеличенные потери в охлаждающую воду, повышенный уровень CO<sub>2</sub> и увеличенные выбросы NO<sub>x</sub> могут привести к резким потерям в производительности агрегата.

Загрязнение, которое вызывает выход из строя трубы, также может привести к повреждению другого оборудования агрегата из-за попадания загрязняющих веществ в конденсат. В таком случае необходимо проводить диагностику для определения характера и серьезности условий загрязнения трубок. После того как будут получены результаты анализа, следующим шагом станет очистка трубок.

Существует четыре подхода к первичной очистке загрязненных труб, один из которых механическая очистка.

Механическая очистка производится вручную либо с помощью механических устройств. Такая очистка труб конденсатора обычно применима в большинстве ситуаций, поскольку она быстрая, эффективная, очень безопасная и простая в использовании. Что наиболее важно, она улучшает теплопередачу и обеспечивает защиту от коррозии под отложениями. После очистки труб поток воды будет восстановлен, и конденсатор вернется в первоначальное состояние.

Следующим подходом является химическая очистка конденсаторов. Суть химической очистки – обработка отложений специальными растворами. Данный метод очистки трубок конденсатора заключается в следующем: при взаимодействии с отложениями кислоты в процессе промывки растворяют их, преобразуя труднорастворимые соли в растворимые. Наиболее эффективными методами очистки являются те, которые сочетают в себе высокую скорость растворения отложений с наименьшей коррозией материалов.

В результате химической очистки возникают экономические затраты, связанные с утилизацией использованных химических реагентов, а также серьезные экологические проблемы. При использовании химикатов

используется большой объем воды для вымывания этих веществ из трубки, которая удаляет остаточные отложения.

### **Заключение**

Увеличение надежности конденсаторов достигается путем поддержания чистоты внутренней поверхности трубок, использования коррозионностойких металлов, проверки состояния трубной системы и ее усовершенствования.

### **Литература**

1. Загрязнение конденсаторов и способы их очистки [Электронный ресурс]/ загрязнение конденсаторов и способы их очистки: <https://msd.com.ua/ekspluataciya-paroturbinnux-ustanovok/zagryaznenie-kondensatorov-i-sposoby-ix-ochistki/>. – Дата доступа: 09.10.2021.

2. Способы очистки конденсаторных труб от отложений [Электронный ресурс]/ способы очистки конденсаторных труб от отложений: [https://studbooks.net/1423952/tovarovedenie/sposoby\\_ochistki\\_kondensatornyh\\_trub\\_otlozheniy](https://studbooks.net/1423952/tovarovedenie/sposoby_ochistki_kondensatornyh_trub_otlozheniy). – Дата доступа: 09.10.2021.