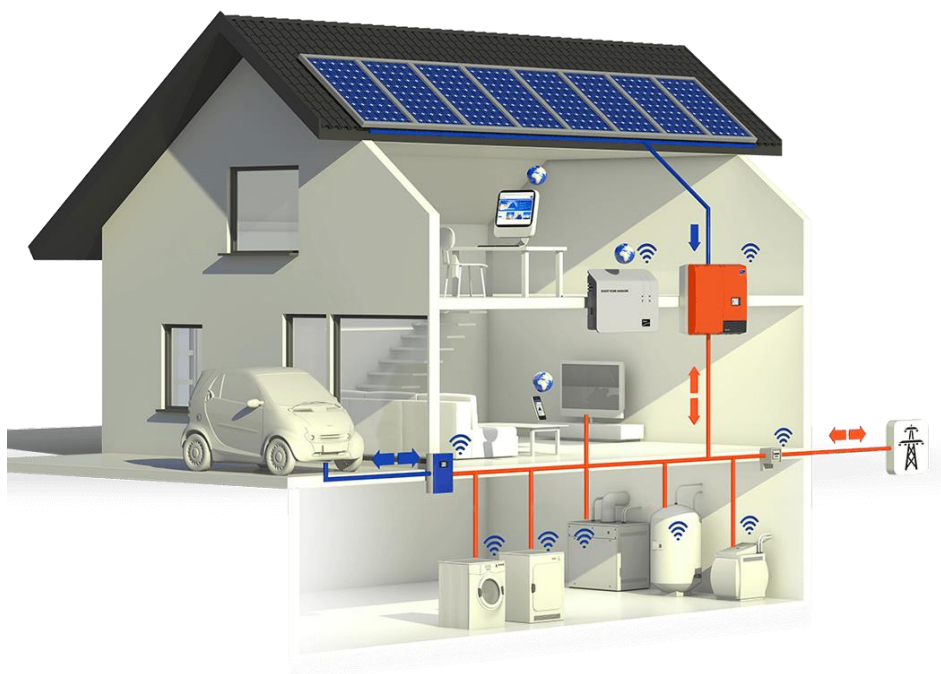


ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Материалы ежегодной
III Всероссийской научно-практической конференции
обучающихся и преподавателей

Часть I

(Санкт-Петербург, 3 июня 2020 г.)



Санкт-Петербург
2020

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

**Материалы ежегодной
III Всероссийской научно-практической конференции
обучающихся и преподавателей
Часть I**

(Санкт-Петербург, 3 июня 2020 г.)

**Санкт-Петербург
2020**

УДК 620.9

ББК 31

Э 651

ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ:
материалы ежегодной III Всероссийской научно - практической конференции обучающихся и преподавателей/ сост. М.С. Липатов, Г.А. Морозов; под общ. ред. Т.Ю. Коротковой – ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2020. - В 3 ч. Ч. 1 – 121 с. – ISBN 978-5-91646-218-0.

В настоящем сборнике представлены материалы ежегодной III Всероссийской научно - практической конференции «Энергетика и автоматизация в современном обществе», состоявшейся 3 июня 2020 года в г. Санкт-Петербурге.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, преподавателей, докторов, аспирантов, магистрантов и студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Материалы представлены в авторской редакции. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Организаторы конференции не несут ответственность перед авторами и/или третьими лицами за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

Материалы конференции размещены в научной электронной библиотеке elibrary.ru и зарегистрированы в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования).

ISBN 978-5-91646-218-0

© Высшая школа технологии и
энергетики СПбГУПТД, 2020
© Коллектив авторов, 2020

Редактор и корректор Т.А. Смирнова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2020 г., поз. 73

Подп. к печати 08.06.2020 г.

Формат 60x84/16.

Бумага тип. № 1

Печать офсетная. Печ. л. 8,0.

Уч.-изд. л. 8,0.

Тираж 30 экз.

Изд. № 73

Цена «С».

Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

студентка гр.46Ж Антипина Дарья Юрьевна,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент Гаак Виктор Климентьевич
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)
г. Омск, Российская Федерация

Аннотация: В данной работе рассмотрены способы повышения эффективности теплообменных аппаратов в системах теплоснабжения путем увеличения скорости потока, применения противоточной схемы движения теплоносителей в теплообменниках, оребрения труб, наклона труб в конденсаторах, наложения электрического поля. Также применение вышеперечисленных методов интенсификации теплообмена на практике. Но следует заметить, что промышленное внедрение активных методов повышения интенсивности теплообмена пока крайне ограничено.

Ключевые слова: теплообменник, интенсификация, эффективность, конвекция, коэффициент теплопередачи, число Рейнольдса, теплоноситель, профилирование, уравнение теплового баланса.

INCREASING EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

**Antipina Darya Juryevna,
Gaak Viktor Klimentyevich**

Abstract: In this paper, we examined ways to increase the efficiency of heat exchangers in heat supply systems by increasing the flow rate, using a countercurrent flow pattern of heat carriers in heat exchangers, pipe fins, pipe tilt in condensers, and applying an electric field. The article also examined the topic of applying the above methods of heat transfer intensification in practice. But it should be noted that the industrial implementation of active methods to increase the heat transfer intensity is still extremely limited.

Keywords: heat exchanger, intensification, efficiency, convection, heat transfer coefficient, Reynolds number, coolant, profiling, heat balance equation.

В 2010 г. правительство РФ приняло программу энергосбережения и повышения эффективности работы промышленности, предусматривающую использование и внедрение энергосберегающих технологий а также реализующих выполнение конструкций энергоустановок и теплопередающих

аппаратов. Одним из наиболее важным этапом энергосбережения является повышение эффективности теплообменного оборудования [1].

В работе представлены различные методы повышения эффективности теплообмена и реализация их на практике. Интенсификация теплообменных процессов служит повышением характеристик самого процесса производства тепловой энергии в энергоустановках.

На практике в теплообменных установках наиболее распространен конвективный теплообмен. Конвективный теплообмен – процесс переноса теплоты, происходящий в движущихся текучих средах и обусловленный совместным действием двух механизмов переноса тепла – конвективного переноса и теплопроводности. По сравнению с теплопроводностью в большинстве случаев конвективный перенос играет большую роль. Теплопроводность же, как процесс теплопередачи, лишь влияет на распределение температуры по сечению потока жидкости.

Теплообменный аппарат – оборудование, предназначенное для передачи тепла от первичного теплоносителя (горячего) к вторичному (холодному).

Интенсификацией процесса теплообмена в калориферах можно существенно уменьшить массогабаритные особенности теплообменников, а также добиться увеличения эффективности и надежности их работы.

Понятие *пограничный слой* характеризует слой течения жидкости или газа, имеющий по сравнению с продольным разрезом малую поперечную толщину. Пограничный слой возникает у границ обтекаемого тела или на поверхности раздела потока жидкости с разными свойствами и составом. Толщиной пограничного слоя жидкости или газа называют область поверх внешнего края слоя газа или жидкости, который определяется как 99% свободной скорости потока. В процессе ламинарного потока жидкости скорость в данной области рассчитывается по уравнениям Навье-Стокса. Но для большинства практических случаев обтекания поверхностей, имеющих сложный геометрический профиль, имеет место турбулентное течение жидкости. В этом случае пристеночная область потока разделяется на три подслоя (рис. 1, а). Переход между потоками движения жидкости в пограничном слое описывается числом Рейнольдса, $Re = \rho l v / \mu$, где ρ – плотность жидкости, l – характерный линейный размер; v – скорость; μ – динамический коэффициент вязкости.

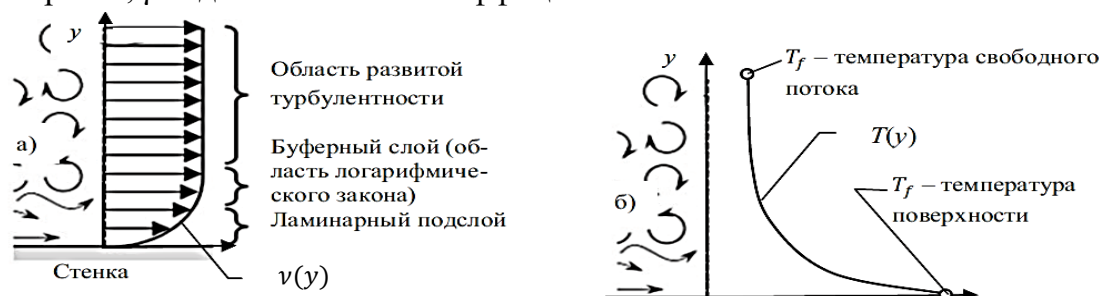


Рисунок 1. Параметры пограничного слоя:

а – относительная скорость потока; б – температура

Уравнение теплопередачи имеет формулу:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp} , \quad (1)$$

где Q – объем переданного тепла, Вт; k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К); F – площадь поверхности теплообмена, м²; Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителей, °С.

Коэффициент теплопередачи k находится из уравнения:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} , \quad (2)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке и от стенки холодному теплоносителю, Вт/(м² · К); δ – толщина стенки, м; λ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м · К).

Коэффициент теплоотдачи α можно найти следующим образом:

$$\alpha = Nu \cdot \frac{\lambda}{l} , \quad (3)$$

где Nu – критерий Нуссельта, характеризующий подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости; l – определяющий размер (например, диаметр трубки), м.

Критерий Нуссельта находится так:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot (Pr/Pr_c)^{0,25} \cdot \varepsilon_c , \quad (4)$$

где Re – критерий Рейнольдса; Pr – критерий Прандтля; Pr_c – критерий Прандтля для теплоносителя при температуре стенки; ε_c – коэффициент, зависящий от отношения $l/d_{эКВ}$ ($d_{эКВ}$ – эквивалентный диаметр сечения потока, м); l – длина трубы, м.

Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu} , \quad (5)$$

где ω – скорость движения потока, м/с; ν – кинематический коэффициент вязкости теплоносителя, м²/с.

Как видно из уравнений (1) – (5), скорость движения потока ω влияет на коэффициент теплоотдачи, а, следовательно, и на объем переданного тепла Q . Путем увеличения скорости потока можно добиться увеличения количества теплоты, переданного в процессе теплообмена.

Определение изменения коэффициента теплоотдачи от скорости потока приводится в табл. 1. С увеличением скорости обтекания поверхности теплоотдача увеличивается (рис.2).

Тепловой баланс теплообменника описывается:

$$Q = M_1 \cdot c_{pm1} \cdot (t_1^{\dot{}} - t_1^{\ddot{}}) = M_2 \cdot c_{pm2} \cdot (t_2^{\ddot{}} - t_2^{\dot{}}) , \quad (6)$$

где M – массовый расход жидкости в потоке, кг/с; c_{pm} – удельная массовая изобарная средняя теплоемкость жидкости, Дж/(кг · °С); $t_1^{\dot{}}$ – температура греющей жидкости на входе в теплообменник, °С; $t_1^{\ddot{}}$ – температура греющего теплоносителя на выходе из теплообменника, °С; $t_2^{\ddot{}}$ – температура нагреваемого

теплоносителя на выходе из теплообменника, °С; t_2' – температура нагреваемого теплоносителя на входе в теплообменник, °С.

Для определения полной теплоемкости массового расхода теплообменника $C = M c_p$ Вт/°С, прибегают к выражению отношения изменения температур:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_1''}, \quad (7)$$

Изменение температур оценивается полными теплоемкостями C_1 и C_2 , графически отличается от линейной функции и направлением взаимного движения.

Таблица 1. Зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости потока

Скорость потока v , м/с	Расход G , м ³ /с	Число Рейнольдса Re	Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м ² К)
1	0,0683	19588,31	2,741814
3	0,2049	58764,94	23,26998
5	0,342	97941,57	29,34427
10	0,683	195883,1	45,83281
20	1,366	391766,3	73,68513

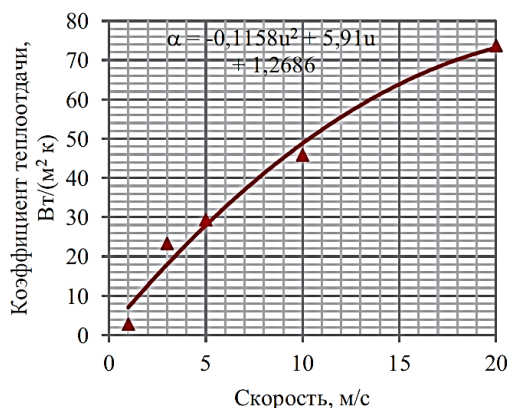


Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости обтекания

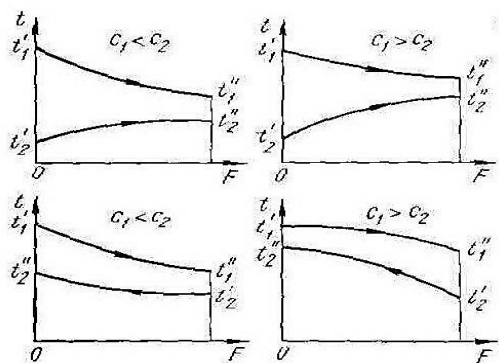


Рисунок 3. Характер изменения температур теплоносителей по длине теплообменника при прямотоке и противотоке

В теплообменниках характер изменения температур теплоносителей отличается от линейного и определяется полными теплоемкостями C_1 и C_2 массовых расходов теплоносителей и направлением их взаимного движения.

Из графиков можно сделать вывод о том, что неравномерное распределение температур вдоль поверхности обтекания тела различно. Очевидно, что наибольшая разность температур у теплоносителя с меньшим водяным эквивалентом. Если же тепловые потоки жидкости одинаковы по физическим свойствам, например, в водо-водяном теплообменном аппарате, то разница температур теплоносителей будет полностью зависеть от расхода. Стоит заметить, что при меньшем расходе разность температур будет увеличиваться.

Увеличение теплообменного процесса при использовании профилированных трубок, имеет следующее преимущество:

- нарастание теплообмена и с внутренней и с внешней стороны поверхности;
- простое технологическое решение накатки;
- не требуется изменения существующей технологии сборки кожухотрубных теплообменных аппаратов.

Усиление теплообмена с внешней стороны происходит за счет изменения гидродинамического потока теплоносителя на профилированной поверхности трубки. Увеличение с внутренней стороны определяется гидродинамическим потоком движения жидкости, т. е. нарушением ламинарного движения в вязком подслое путем его хаотичности, закручивания и турбулентности. При этом гидравлическое сопротивление профилированных трубок гораздо выше, чем у гладких труб, так как происходит увеличение мощности на сьем потока жидкости через них.

На рис. 6 представлены расчетные и осредненные опытные данные по эффективности применения профилирования в ПНД ПТУ.

Рассматривая применение вертикальных продольно-профилированных трубок (рис. 5) можно добиться значительного (до 3,5 раз) повышения коэффициента теплоотдачи α со стороны конденсирующегося пара. Происходит это от того, что силы поверхностного натяжения действуют на пленку конденсата на профилированной криволинейной поверхности трубки. Пленка на выступах становится тоньше, так как происходит перепад давления. Увеличенная конденсация пара происходит на выступах трубки, а теплообмен ограничивается увеличенной в размере пленкой конденсата, стекающей по впадинам.

На рис. 6 представлены расчетные и осредненные опытные данные по эффективности применения профилирования в ПНД ПТУ.

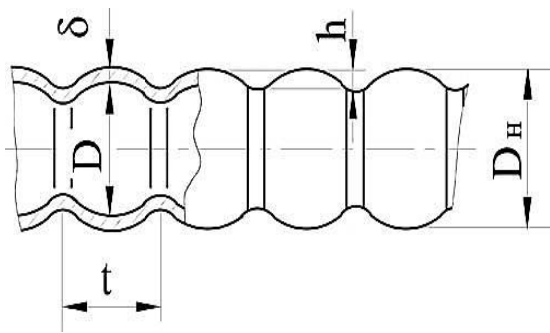


Рисунок 4. Профильная кольцевая трубка

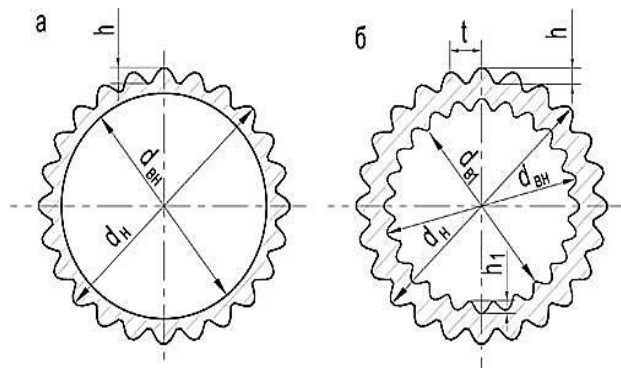


Рисунок 5. Продольно-профилированные трубки:

а – профилирование на гладкой оправке;
б – профилирование на профильной оправке

Дальнейшее увеличение теплообмена при конденсации пара на рассматриваемых трубках можно достичь путем дополнительного профилирования ППТ накаткой в виде винтовой линии, профиль которой проявляется как на наружной, так и на внутренней поверхности трубки (рис. 7).

Повышение коэффициента теплопередачи для трубки двойного профиля (ТДП) по сравнению с продольно-профилированной трубкой (ППТ) составляет в среднем 45%, а по отношению к гладкой трубке эффект интенсификации теплопередачи составляет в среднем 180%. Теплоотдача со стороны конденсирующегося пара на ТДП в зависимости от плотности теплового потока увеличивается на 80 – 150% [2].

Еще одним вариантом повышения теплообмена в теплообменниках ПТУ является трубка со встречной винтовой накаткой (ВВТ) – рис.8. Коэффициент теплопередачи ВВТ на 20 – 30 % выше, чем у близких по параметрам накатки ПВТ.

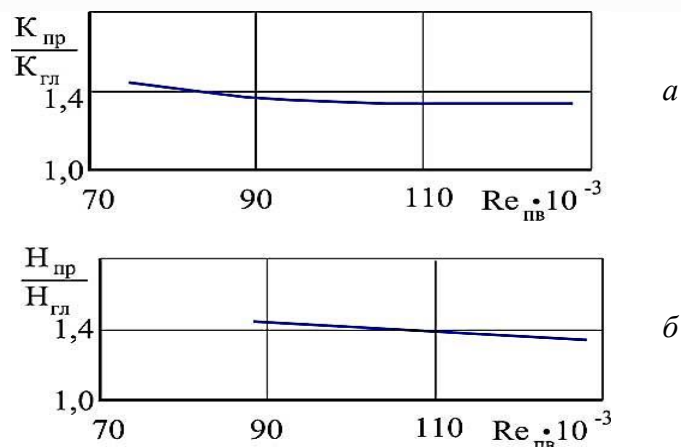


Рисунок 6. Увеличение коэффициента теплопередачи (а) и гидродинамического сопротивления (б) в ПНД-3 турбины К-100-90 с профилированием по сравнению с гладкотрубным аппаратом

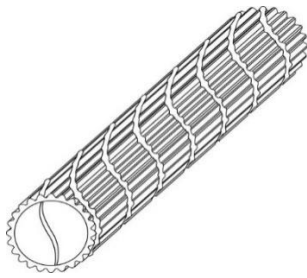


Рисунок 7. Внешний вид трубок двойного профиля

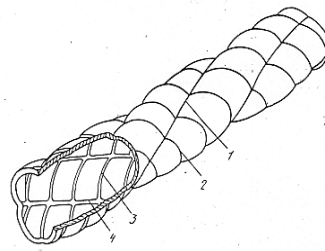


Рисунок 8. Встречно-винтовая трубка:
1, 2 – винтовые канавки;
3, 4 – винтовые выступы

Следует отметить, что промышленное использование активных методов увеличения интенсивности теплообмена на данный момент очень ограничено. В настоящее время широко используются при производстве теплообменников способы увеличения интенсивности работы, связанные с нанесением искусственной шероховатости: пластинчатые регенераторы ГТУ, оребренные трубные поверхности воздухоподогревателей и маслоохладителей, профильные витые трубки в ряде теплообменных аппаратов ПТУ и т. д.

Среди перспективных направлений, связанных с повышением эффективности работы ПВД, можно отметить:

- дистанционирование трубных спиралей и применение наклона змеевиков;
- уменьшение диаметра труб, образующих теплообменную поверхность;
- переход на ПВД камерного типа.

Таким образом, описанные в данной статье методы повышения эффективности теплообменного оборудования находят широкое применение в системах теплоснабжения, в частности в структурах выработки тепловой энергии, ее передачи и потребления. Тема увеличения эффективности применения теплообменных аппаратов не теряет своей актуальности и дает возможность проводить различные исследования и опыты в данной сфере с целью максимальной оптимизации процессов теплообмена.

Список использованной литературы

1. Лепеш Г.В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 437 с.
2. Повышение эффективности и надежности теплообменных аппаратов паротурбинных установок: учебное пособие для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. / под ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. – 465 с.
3. Теплообменные аппараты в системах регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок: учебное пособие для вузов / Бродов Ю.М., Ниренштейн М.А., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю. / под ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1998. – 192 с.
4. Бродов Ю.М., Савельев Р.З. Конденсационные установки паровых турбин: учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 288 с.

© Д.Ю. Антипина, В.К. Гаак, 2020

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОФОРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

студентка группы 4-ГДА-4 **Галчинова Тамара Алексеевна**,
Институт графического дизайна СПбГУПТД,
науч. руководитель: ст. преп. **Бондаренкова Ирина Владимировна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В этой статье рассмотрена проблема управления светофорами на пересечении с пространственно распределенной сенсорной сетью. Предлагается архитектура сенсорной сети, которая не зависит от централизованного координатора, и я логически разделяю ее на 4 уровня иерархии. На этой архитектуре определяется и оценивается с помощью моделирования алгоритм адаптивного управления светом. Основываясь на двух основных целях, этот алгоритм динамически определяет последовательность зеленых огней, выбирая движения, составляющие каждую фазу, и ее продолжительность. Результаты моделирования показывают, что этот алгоритм при правильной настройке способен уменьшить среднее время ожидания на перекрестке, избегая при этом голода.

Ключевые слова: контроллеры, светофоры, алгоритм управления.

ADAPTIVE CONTROL OF TRAFFIC LIGHT OBJECTS

**Galchinova Tamara Alekseevna,
Bondarenkova Irina Vladimirovna**

Abstract: In this article, i consider the problem of controlling traffic lights at an intersection with a spatially distributed sensor network. We propose a sensor network architecture that does not depend on a centralized coordinator, and I logically divide it into 4 levels of hierarchy.. On this architecture, an adaptive light control algorithm is defined and evaluated using simulation.. Based on two main goals, this algorithm dynamically determines the sequence of green lights by selecting the movements that make up each phase and its duration. The simulation results show that this algorithm, when properly configured, can reduce the average waiting time at an intersection while avoiding starvation.

Keywords: controllers, traffic lights, control algorithm.

Контроллеры светофоры (TLC) - это устройства, которые определяют поведение на пересечении дорог, контролируя, когда каждый светофор становится красным или зеленым и как долго. Эти устройства традиционно используют статический план: последовательность переключения и временные характеристики заранее определены и не зависят от условий движения. Адаптация порядка и продолжительности зеленых огней в зависимости от фактического движения может предотвратить, например, оставление зеленого света, когда ни одно транспортное средство не хочет или не может пересечь перекресток. Такие стратегии реагирования должны значительно улучшить производительность дорожной сети, уменьшив дорожную нагрузку, а также время в пути пользователей.

Датчик определяется как узел, который имеет блок обнаружения и, как правило, ограниченные возможности с точки зрения энергии, памяти, вычислительной мощности и связи. Здесь рассматривается, как использовать пространственно-распределенную сенсорную сеть для динамического управления светофорами на изолированном перекрестке. Этот тип сети может принимать решения без внешней помощи и, следовательно, может использоваться для управления одним перекрестком или, возможно, каждым перекрестком города.

Классически в литературе рассматриваются перекрестки, которые состоят из четырех направлений, как показано на рисунке 1. Каждое направление дополнительно разлагается на одну левую полосу для транспортных средств, поворачивающих влево, и одну или несколько правых полос для транспортных средств, движущихся по прямой или поворачивающей направо. В каждый момент времени TLC контролирует, какие движения разрешены. Каждое движение обычно идентифицируется и представлено основными направлениями его происхождения и назначения. Например, на рисунке 1 WE обозначает движение с запада на восток.

На данном пересечении несколько движений могут происходить одновременно, при условии, что они не мешают. Такое сочетание движений называется фазой. Последовательность фаз, в которой каждое движение выбирается хотя бы один раз, называется циклом.

Представленная здесь работа направлена на то, чтобы позволить сенсорной сети динамически составлять фазы на основе ее восприятия и обмена данными между отдельными сенсорами. В разделе II рассматриваются соответствующие смежные работы в области интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и особенно адаптивное управление светофорами. Затем указывается иерархическая архитектура сенсорных сетей в разделе III и предлагается алгоритм управления светофорами на одном перекрестке в разделе IV.

Основываясь на пересечении города Алма-Аты, мы оцениваем этот алгоритм путем моделирования в разделе V. Полученные результаты демонстрируют, что алгоритм адаптивного управления приводит к меньшему среднему времени ожидания, чем фиксированная заранее определенная схема. Завершается работа в разделе VI и обсуждается распространение этой работы на множественные пересечения.

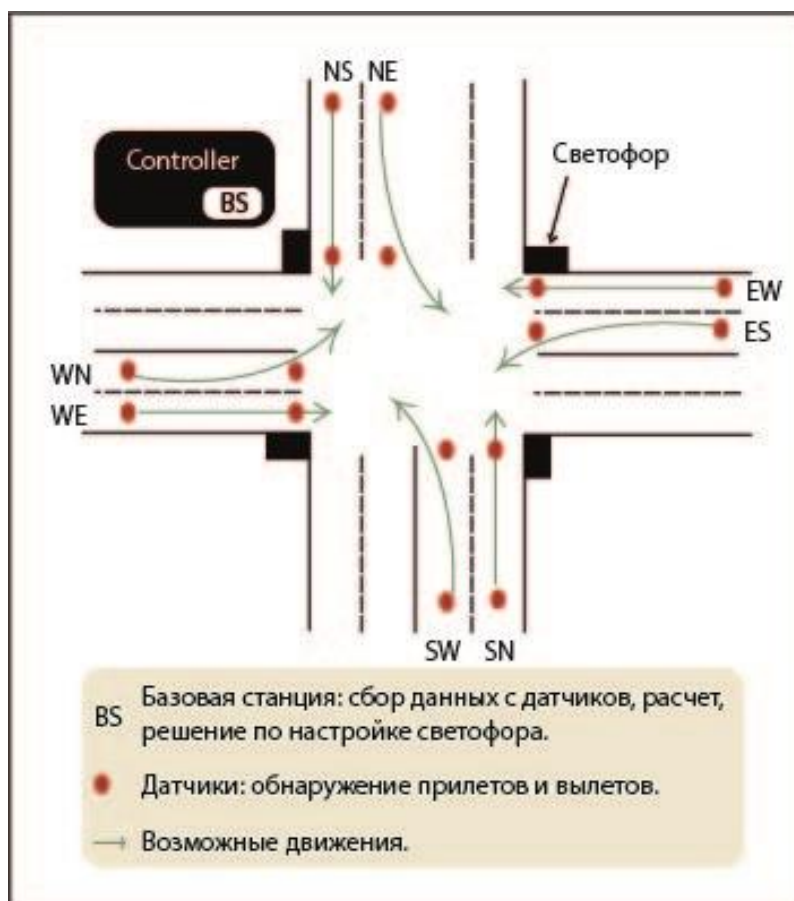


Рисунок 1. Типичное пересечение 4 полос с 2 датчиками на полосу.

Предполагается, что сенсорные блоки, используемые для обнаружения транспортных средств, являются магнитометрами, поскольку они точны, малы и (относительно) дешевы [1]. Это только влияет на предлагаемое развертывание и, тем не менее, не является сильным ограничением. Камеры могут представлять собой лучшую альтернативу, особенно когда речь идет о строительных работах, связанных с установкой, поскольку они могут быть установлены непосредственно на свет, без каких-либо дорожных работ. Тем не менее, они легче защищены и создают проблемы с конфиденциальностью. Магнитометр традиционно подключается к проводному или беспроводному датчику, который обеспечивает энергию, память, вычислительные и коммуникационные устройства. Такие датчики составляют своего рода специальную сеть, которая может быть размещена точно на каждой полосе пересечения и, таким образом,

позволяет нам в небольшом масштабе изучить, как правильно сформулировать алгоритм. Адаптивные ITS с использованием датчиков обычно питают модель массового обслуживания, которая требует оценки количества транспортных средств на каждой полосе пересечения или для определения интенсивности процесса прибытия транспортных средств. Если для таких измерений обычно используются радары и индукционные контуры, их стоимость резервирует их для основных дорог. Этот тип детектора, основанный на магнитометре, способен регистрировать уникальную сигнатуру для 99 % транспортных средств, измеряя изменения в магнитном поле Земли при прохождении пользователями.

Как показано на рисунке 1, типичная сенсорная сеть для ITS обычно развернута вокруг транспортного контроллера или базовой станции, обеспечивая по крайней мере доступ к глобальной сети и, следовательно, возможность подключения к центру управления, в котором операторы могут изменять поведение источников света и время. Такая ITS обычно содержит несколько датчиков, установленных на дороге. Вопрос о количестве и положении датчиков важен, так как он влияет на качество измерений и определяет ядро сетевой архитектуры. Мониторинг каждой циркуляционной дорожки с достаточной точностью требует развертывания либо одного магнитометра на дорожку, либо охват 360 ° перекрестка с камерами.

Традиционно считается, что каждая входящая полоса движения оборудована двумя датчиками: один расположен на свету для подсчета вылетов, а другой - на фиксированном расстоянии перед светом - для подсчета прибытий. Как правило, рекомендуется устанавливать это расстояние между 5 и 8 транспортными средствами или в зависимости от максимального разрешенного времени зеленого цвета.

Многие другие аспекты адаптивного управления светофорами разработаны в литературе. С одной стороны, масштабные адаптивные системы управления могут управлять транспортной политикой целых городов, таких как SCOOT или SCATS. В то время как первый измеряет пропускную способность трафика, чтобы посылать индикацию производительности из центра управления, последний устанавливает планы на основе иерархической архитектуры. Этим глобальным системам для работы требуется глобальный взгляд: наш вклад, как и предыдущие работы, может принимать локальные решения на одном изолированном перекрестке, потенциально контролировать каждый перекресток города или дополнять эти системы. С другой стороны, существуют некоторые алгоритмы управления светофорами, основанные на искусственном интеллекте и других теоретических инструментах. В случае кооперативной сети в настоящее время трудно представить все автомобили со встроенным датчиком. Нечеткой логики недостаточно для представления неопределенности движения в реальном

времени. Наконец, нейронные сети и, в частности, генетические алгоритмы требуют много вычислений, и их параметры трудно определить.

Мой вклад, подробно описанный ниже, предоставляет архитектуру и распределенный алгоритм, простой в реализации, реалистичный и не основанный на заранее определенных методах. Архитектура управления светофора, основываясь на результатах и передовой практике из литературы - сеть датчиков, которая контролирует и контролирует перекресток, должна состоять как минимум из двух датчиков магнитометра на полосу движения. Расстояние между датчиками должно быть достаточным для правильной выборки. Здесь необходимо подсчитать количество транспортных средств, способных проехать в течение T секунд: предлагается установить $D = N L$ - количество транспортных средств, которые теоретически проезжают в T секундах, а L - среднюю длину транспортного средства. Для моделирования и для остальной части этой статьи мы устанавливаем $T = 2$, что соответствует, но эти временные характеристики могут быть изучены или скорректированы в течение времени жизни сети. Эти датчики должны собирать, агрегировать и обмениваться данными для того, чтобы можно было выбирать фазы, которые будут сообщаться в TLC, который отвечает за изменение зеленых огней соответственно.

TLC играет роль исполнительного механизма только в этом сценарии, и любой узел может выполнить расчет плана освещения. Точно так же роль базовой станции ограничена ролью простого интерфейса связи, обеспечивающего доступ к центру управления, который может распространять глобальные политики и директивы. Такая связь также обеспечивает доступ к другим датчикам, которые могут обмениваться данными о других перекрестках, предотвращая, например, каскадные эффекты. TLC и базовая станция могут быть расположены на одном физическом компьютере или разделены в зависимости от локальной настройки.

В этом сценарии необходимо организовать датчики в иерархической архитектуре, как показано на рисунке 2. Датчики организованы в два основных уровня: (1) До того, как датчики света (BL) непрерывно собирают прибытия транспортных средств и располагаются на расстоянии, выбранном дизайнером; (2) Датчики After Light (AL) собирают отклонения, только когда соответствующий индикатор горит зеленым. Датчики AL имеют меньшую нагрузку, чем датчики BL, и, следовательно, они отвечают за агрегирование данных и процесс принятия решений. Далее можно разделить набор датчиков AL на два, определив дополнительный слой: в случае, если движение включает в себя несколько дорожек, необходимо выбрать датчик, который объединяет собранные данные для каждого движения. Наконец, нужно выбрать главный датчик, который собирает данные о каждом движении и применяет алгоритм

принятия решения. Этот датчик должен только информировать датчики AL и передавать соответствующий заказ на интерфейс, который передает в TLC для принятия решения. Рисунок 3 представляет эту иерархию и материализует пути коммуникации.

Эта архитектура не дает особых ролей отдельным датчикам. Датчики, принадлежащие к верхним уровням (уровень 3 и 4), выбираются из набора датчиков AL, и их можно переизбирать, когда центр управления примет такое решение, или когда датчики сами заметят отказ соседа.

Датчик с батарейным питанием (например, мобильный датчик) также может обнаруживать, когда уровень его батареи снижается ниже определенного порогового значения, и отправлять запрос на переизбрание своим соседям. Когда датчик уровня 1 или уровня 2 неисправен, датчики уровня 3 могут либо прибегнуть к избыточному датчику, если он доступен, либо использовать статистические или предварительно определенные данные вместо полученной информации.

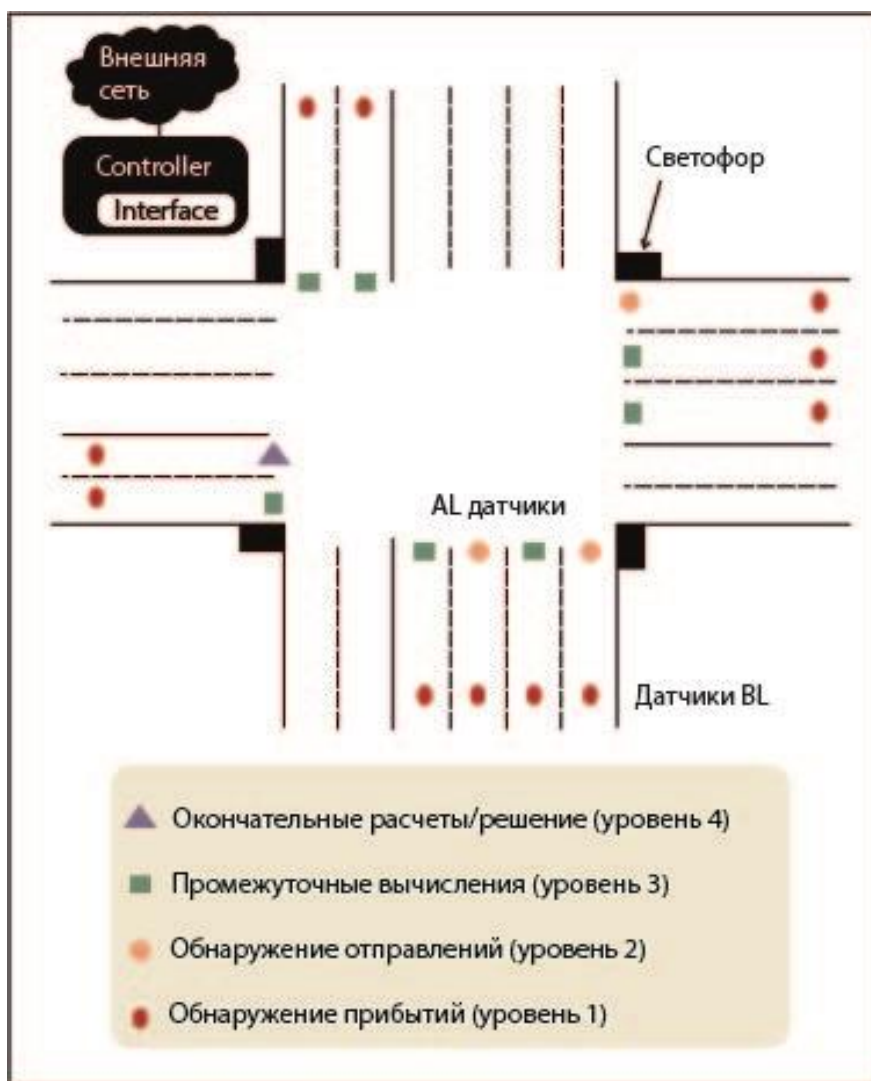


Рисунок 2. Иерархическая модель

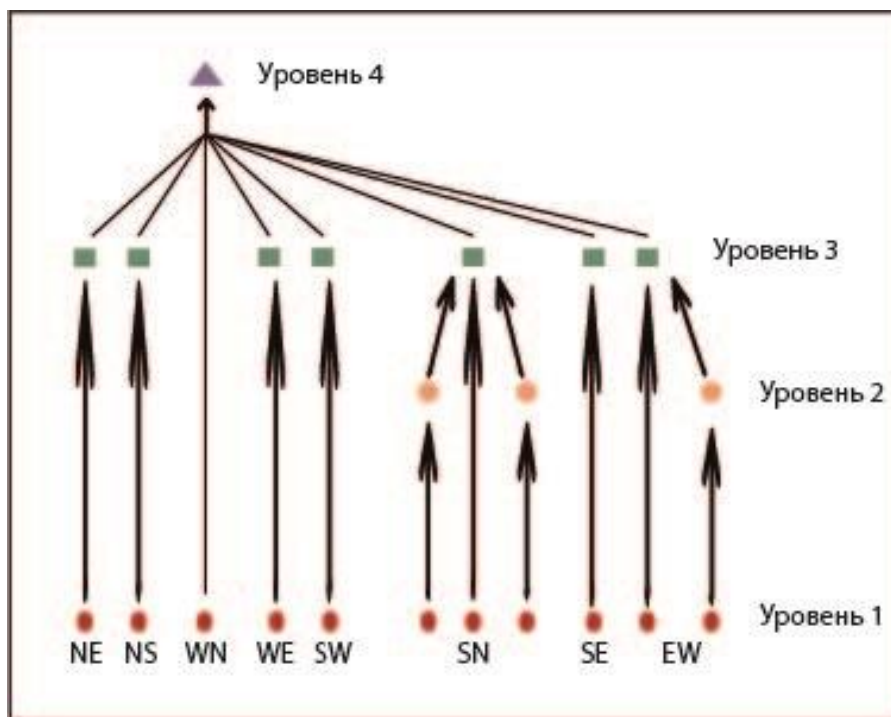


Рисунок 3. Иерархия датчиков и пути коммуникации

Эта иерархическая архитектура также облегчает агрегирование данных: каждый уровень естественно агрегирует данные из нижнего уровня. Прибытия могут обнаруживаться и накапливаться датчиками VL по полной фазе, а результаты могут передаваться на датчики AL только один раз за фазу, что экономит энергию и пропускную способность. Наконец, датчики AL могут спать, когда срабатывает красный свет.

Используя архитектуру, описанную выше, в качестве вспомогательной инфраструктуры для алгоритма управления светофорами. Этот алгоритм разработан так, чтобы быть гибким и легко приспособляемым к любой конфигурации пересечения. Даже если он принимает решения самостоятельно, на уровне единой инфраструктуры, он может быть настроен или под влиянием инженеров и операторов, которые могут устанавливать переменные из центра управления. Более конкретно, операторы могут задавать желаемое поведение каждого пересечения, загружая набор разрешенных одновременных перемещений через матрицу конфликтов, описанную ниже, или настраивая параметры уровня пользователя, такие как максимально допустимое время зеленого цвета, T . Если классические алгоритмы обычно работают с гранулярностью цикла, мы выбрали более реактивный подход. Вместо того, чтобы определять циклы, мы переоцениваем ситуацию на каждом этапе и выбираем следующий этап на основе наблюдаемых параметров системы. Понятие цикла больше не существует в нашей модели.

Алгоритм использует матрицу потоков, которая описывает все возможные случаи пробок движений и приводит к созданию фаз. На практике некоторые пересечения допускают определенные потоки, чтобы уменьшить количество возможных фаз. В этом случае зеленый свет дается движениям с низким приоритетом одновременно с движениями с более высоким приоритетом. Я рассматриваю две возможности, чтобы изучить поведение алгоритма в двух разных случаях: либо матрица потока запрещает все одновременные перемещения, как только взаимодействие существует, либо определенные потоки, которые не создают проблем безопасности, разрешено. Матрица № 1 не только разрешает или запрещает определенные одновременные перемещения, но и отслеживает потоки, что позволяет алгоритму по - разному трактовать случай, когда движение выбирается отдельно, и случай, когда оно выбирается с помощью конфликтное движение. Пересекающиеся движения могут быть присоединены к фазе как неприоритетные или условные движения, например если есть меньше определенного порога транспортных средств. Такая матрица также необходима для представления однолинейных систем, например, когда транспортные средства, поворачивающие налево, могут заблокировать движение автомобилей прямо. Матрицы здесь записывают только разрешенные и запрещенные потоки, но больший масштаб может использоваться для представления различных серьезностей конфликтов. В некоторых случаях такая матрица используется только во время сетевой установки и может вызываться, когда на перекрестке происходят изменения (например, дорожные работы).

Как только архитектура установлена и данные конфигурации, такие как матрица конфликтов, получены из центра управления, различные датчики начинают обмениваться данными во время фазы P, чтобы динамически выбирать, какие движения будут составлять фазу P + 1. Алгоритм состоит из 7 этапов.

В разделе моделирования оценивается алгоритм с помощью SUMO (Simulation of Urban MObility). SUMO - это симулятор с открытым исходным кодом, дискретным временем, непрерывным пространством и микроскопическим симулятором, полностью кодированный в C ++ для моделирования потока. В частности, он позволяет размещать датчики и извлекать их значения путем подключения к моделированию, а также позволяет создавать алгоритмы TLC. Оценен ранее описанный алгоритм на основе пересечения, смоделированного из города Алма-Аты, на котором мы имеем статистику подсчета и план освещения, используемый в час пик, с 8 до 9 часов утра. Это позволяет нам оценить наш алгоритм с реалистичным движением и сравнить его с соответствующим планом освещения. Это пересечение имеет 4 направления и 12 возможных движений: из каждого направления транспортное средство может двигаться прямо, поворачивая налево или поворачивая направо.

Каждое моделирование выполнялось в течение 3600 шагов программы, что составляет 3600 с. Результаты, представленные ниже, представляют собой среднее время ожидания, рассчитанное на 3000 первых транспортных средствах, с коэффициентом прибытия = 0: 8 новых транспортных средств в секунду на перекрестке.

Наконец, для обеих конфликтных матриц, используя лучшие полученные значения, мы сравниваем результаты адаптивного алгоритма, представленного выше, с результатами, достигнутыми с помощью заранее определенного плана освещения, разработанного инженерами - строителями и использовавшегося в городе Алма-Аты. Как было указано выше, заранее определенный план освещения предназначен для реагирования на трафик, который мы моделируем.

Предлагается распределенный алгоритм для управления светофорами в городских районах. Представлена новая модель, которая позволила избежать использования центральной точки (BS) для локального управления перекрестком, чтобы распределить накладные расходы, и это легко установить. Предложенное решение является гибким в управлении конфликтами и выполняет более частые решения, чем представленные работы (один за другим, а не один за другим). Результаты дают некоторые подсказки по настройке параметров алгоритма и показывают высокую эффективность по сравнению с заранее определенными решениями. В будущей работе результаты побуждают расширить распределенный алгоритм на случай множественных пересечений, чтобы исследовать, как пересечения могут взаимодействовать между ними реалистичным и распределенным образом, и что это может принести. Кроме того, введение новых элементов, таких как полосы общественного транспорта или пешеходный переход, может быть интересным и будет ближе к реальности.

Список использованной литературы

1. M. Tubaishat, Q. Qi, Y. Shang, and H. Shi, "Wireless sensor - based traffic light control," in 5th IEEE Conference on Consumer Communications and Networking (CCNC 2018), Las Vegas, USA, Feb. 2018.
2. B. Zhou, J. Cao, X. Zeng, and H. Wu, "Adaptive traffic light control in wireless sensor network - based intelligent transportation system," in 72nd IEEE Vehicular Technology Conference Fall (VTC 2016 - Fall), Ottawa, Canada, Sep. 2016.
3. F. Zou, B. Yang, and Y. Cao, "Traffic light control for a single intersection based on wireless sensor network," in 9th International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI 2009), Beijing, China, Aug. 2009.
4. K. M. Yousef, J. N. Al - Karaki, and A. M. Shatnawi, "Intelligent traffic light flow control system using wireless sensors networks," Journal of Information Science and Engineering, vol. 26, no. 3, May 2010.

© Т.А. Галчинова, И.В. Бондаренкова, 2020

СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ БАНГЛАДЕШ. СООРУЖЕНИЕ АЭС «РУППУР»

студент группа ЭН-460018 **Мридул Фархан Танвир**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Ташлыков Олег Леонидович**
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация: Представлен краткий обзор текущего состояния производства электроэнергии и истории развития энергетики в Бангладеш. Будучи развивающейся страной, спрос на энергию быстро растет. В настоящее время энергетический сектор страны в основном зависит от газового топлива. Чтобы уменьшить эту зависимость, Бангладеш развивает возобновляемую и ядерную энергетику. Представлена информация о сооружении АЭС «Руппур». Приведены сведения о подготовке специалистов для АЭС «Руппур» в России.

Ключевые слова: энергетика, гидроэлектростанция, ветроэнергетика, солнечная энергетика, атомная электростанция, экология

THE STATE, DEVELOPMENT PROSPECTS AND PROBLEMS OF BANGLADESH'S ENERGY SECTOR. CONSTRUCTION OF THE ROOPPUR NPP.

Mridul Farhan Tanvir,
Tashlykov Oleg Leonidovich

Abstract. A brief overview of the history of energy development in Bangladesh is presented. The data on the current state of electricity production are presented. As a developing country, energy demand is growing rapidly. Currently, the country's energy sector is mainly dependent on gas fuel. To reduce this dependence, Bangladesh is developing renewable and nuclear energy. Information is provided on the construction of the Rooppur NPP and about the training of specialists for Roppur NPP in Russia.

Keywords: energy, hydroelectric power plant, wind power, solar power, nuclear power plant, ecology

Введение

Бангладеш является восьмой по численности населения страной в мире с населением 164 миллиона человек. В 2020 году в Бангладеш темпы роста валового внутреннего продукта (ВВП) составят 7,8%, что делает страну одной из самых быстрорастущих экономик в мире [1, с. 5]. Быстрая урбанизация,

поддерживаемая стабильным экономическим ростом, создала огромный спрос на энергию.

Энергетика играет важную роль в экономическом развитии страны, а также в устойчивости инфраструктуры. В Бангладеш электричество является наиболее используемой формой энергии. Таким образом, экономическое развитие страны во многом зависит от электроэнергии. Крупнейшими потребителями энергии в Бангладеш являются промышленность и жилой сектор, за которыми следуют коммерческий и сельскохозяйственный секторы.

История электроэнергетики в Бангладеш

В 1901 г. в Бангладеш появилось первое электричество, когда в резиденции Наваба Ахсануллы в Дакке был установлен генератор. В 1919 г. британская компания представила коммерческую систему распределения электроэнергии в ограниченном районе Дакки. Позже, в 1933 году, в Дакке была построена электростанция с мощностью генерации 6 МВт для коммерческого потребления. В 1947 г. производство и распределение электроэнергии в этой части страны были в руках нескольких частных компаний. Электроснабжение тогдашних 17 провинциальных районов было в пределах города в ограниченном диапазоне. В городе Дакка электроэнергия производилась двумя генераторами мощностью 1500 кВт. В совокупности генерирующие мощности страны составляли всего 21 МВт, а системы передачи не было. Позже в Восточном Пакистане (сегодня Бангладеш) в 1948 г. было создано Управление электроэнергетики. В 1957 г. правительство приобрело все частные электростанции и линии электропередачи.

Сектор энергетики начал интенсивно расти после 1959 г., когда было создано Управление по развитию водоснабжения и энергетики (WAPDA). В то время многие электростанции были созданы в разных частях страны с относительно более высокой мощностью. Самая мощная электростанция с паровой турбиной мощностью 10 МВт находилась в Сиддхиргандже. Здесь последовательно были установлены три паротурбинных агрегата мощностью по 10 МВт каждый. В то же время Каптайская плотина строилась под контролем отдела ирригации. Мощность Каптайской ГЭС составляла 40 МВт, на тот момент она считалась крупной электростанцией. Параллельно было завершено строительство линии электропередачи 132 кВ Каптай-Сиддхиргандж длиной 273 км, и обе электростанции (Сиддхиргандж и Каптай) были подключены в одну систему. Строительство плотины Каптай и ввод в эксплуатацию линии электропередачи 132 кВ Каптай-Сиддхиргандж (Дакка-Читтагонг) в 1962 году считаются вехами в развитии энергетики этой страны.

В 1972 г., после того как Бангладеш стал независимым государством, в качестве законодательного органа для стимулирования энергетического сектора был создан Бангладешский совет по развитию энергетики (BPDB). Многие другие организации присоединились к ним для поддержки в целях выработки и распределения электроэнергии. Основным топливом, используемым для производства электроэнергии, является местный газ.

В 1991 году только 14,29 % населения имели доступ к электричеству, который увеличился до 93 % в 2019 году [2].

Первичные источники энергии

Большинство электростанций в Бангладеш являются газовыми и нефтяными. В Бангладеш природный газ является наиболее важным источником энергии, на который приходится 54,4% установленной мощности электростанций страны (табл. 1).

Тяжелое нефтяное топливо обычно импортируется из зарубежных стран, а внутренние ресурсы газа используются для заправки станций. Страна понимает, как уменьшить зависимость от этих видов топлива, и ищет альтернативные виды.

Таблица 1. Установленная мощность электростанций BPDB на апрель 2020 г.

Вид топлива	Мощность, (МВт)	Доля, (%)
Уголь	524	2,67
Газ	10678	54,4
Мазут	5208	26,53
Дизельное топливо	1795	9,14
ГЭС	230	1,17
Импорт	1160	5,91
Солнце	35	0,18
Всего	19630	100

Для удовлетворения потребностей страны в энергии первый блок мощностью 660 МВт вновь построенной угольной электростанции Пайра был введен в эксплуатацию в январе 2020 г. Общая мощность ТЭС Пайра составляет 1320 МВт. Второй блок планируется ввести в эксплуатацию в этом году. Потребность в угле для ТЭС оценивается в 4,12 млн. тонн в год, который будет импортироваться из Индонезии, Китая и Австралии. В Бангладеш в настоящее время имеется 137 электростанций мощностью 22 787 МВт. [3]

Возобновляемая энергия

Правительство Бангладеш дало решительный импульс для увеличения производства электроэнергии от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В настоящее время в стране вырабатывается около 530 МВт электроэнергии от ВИЭ, из которых почти половина - гидроэлектростанции. Производство электроэнергии на основе ВИЭ планируется 7 ТВт·ч - всего 3 % от общей потребности к 2041 г. В Генеральном плане развития энергосистемы 2016 (PSMP-2016) также оценивается 3,6 ГВт потенциальной выработки электроэнергии на основе ВИЭ в целом. Согласно Политике в области ВИЭ 2008 г., основной целью является разработка ВИЭ для удовлетворения 10% общего

спроса на электроэнергию в 2020 г. [4]. Из-за географического расположения страны большинство ВИЭ основаны на солнечной технологии. Крупнейшая в стране солнечная электростанция мощностью 28 МВт начала работу в 2018 г. в Текнафе. Предлагаемый проект для солнечной электростанции в Фени может увеличить мощность генерации на 50 МВт [5], [6]. Правительство также инициировало программу по выработке 500 МВт солнечной электроэнергии для национальной сети. В этой программе частный сектор был определен в качестве основного партнера. Основными компонентами этой программы являются: замена дизельных ирригационных насосов на солнечную энергию; солнечная мини-энергосистема в отдаленных деревнях; солнечные парки; солнечные энергетические установки на крыше для коммерческих, в том числе государственных зданий, промышленных и жилых зданий, электрификация медицинских центров, учебных заведений, религиозных учреждений и железнодорожных вокзалов.

Сегодня гидроэнергетика составляет наибольшую долю электроэнергии, вырабатываемой из возобновляемых источников. В Каптае была построена единственная ГЭС с установленной мощностью 230 МВт. Бангладешский совет по развитию энергетики (BPDB) определил два других объекта в Сангу (140 МВт) и Матамухури (75 МВт) для крупных ГЭС. Дальнейшее расширение гидроэнергетики ограничено из-за равнинной местности Бангладеш. В нескольких исследованиях было выявлено несколько участков с потенциалом от 10 кВт до 5 МВт.

Атомная энергетика

Чтобы удовлетворить постоянно растущий спрос на электроэнергию в Бангладеш, внимание было обращено на атомные электростанции. План строительства АЭС был впервые предложен в 1961 г. Для реализации плана был выбран участок Руппур в районе Пабна, примерно в 160 км к северо-западу от Дакки (рис. 1) [7, с. 282]. После оценки целесообразности реализации проекта и одобрения его правительством деятельность была остановлена на несколько лет (1963-69) из-за сложной ситуации в стране.

После провозглашения независимости Бангладеш правительство страны начало обсуждение проекта строительства АЭС с Советским Союзом в 1974 г., однако соглашение достигнуто не было. В 1976-77 гг. французская компания «Sofratom» провела технико-экономическое обоснование и нашла проект в Руппур осуществимым. В 1980 г. проект АЭС мощностью 125 МВт был одобрен, и было получено предложение от Германии о строительстве АЭС. В период 1987-88 гг. было проведено еще одно технико-экономическое обоснование, и было принято решение построить АЭС мощностью от 300 до 500 МВт. В 1998 г. были предприняты шаги для строительства АЭС мощностью 600 МВт. В 2005 г. Бангладеш подписал соглашение о сотрудничестве в ядерной сфере с Китаем. В 2007 г. Комиссия по атомной энергии Бангладеш (BAEC) предложила два ядерных реактора мощностью 500 МВт для Руппур к 2015 г. В 2009 г.

правительство Бангладеш вновь начало обсуждение строительства АЭС с Россией, и был подписан меморандум о взаимопонимании.



Рисунок 1. Расположение АЭС Роппур

В феврале 2011 г. было подписано соглашение с Росатомом о строительстве двух реакторов мощностью 1000 МВт в Руппур для Комиссии по атомной энергии Бангладеш (ВАЕС). Был затронут ряд отдельных вопросов: от непригодности площадки до устаревания предложенной модели ВВЭР-1000, сомнительных механизмов финансирования и отсутствия соглашения с Россией по поводу утилизации ядерных отходов. В 2015 г. предложение было отложено на год. Росатом предложил две реакторные установки ВВЭР-1200, увеличив мощность до 2400 МВт [8, с. 15]. Строительство первого энергоблока Руппур началось в ноябре 2017 г., а ввод в эксплуатацию запланирован на 2023 г. Строительство второго блока начато в июле 2018 г., его завершение планируется в 2024 году. Бангладеш развивает ядерную энергетику с целью получения 10% производство энергии к 2023 г. и 19% к 2030 г. (рис. 2).

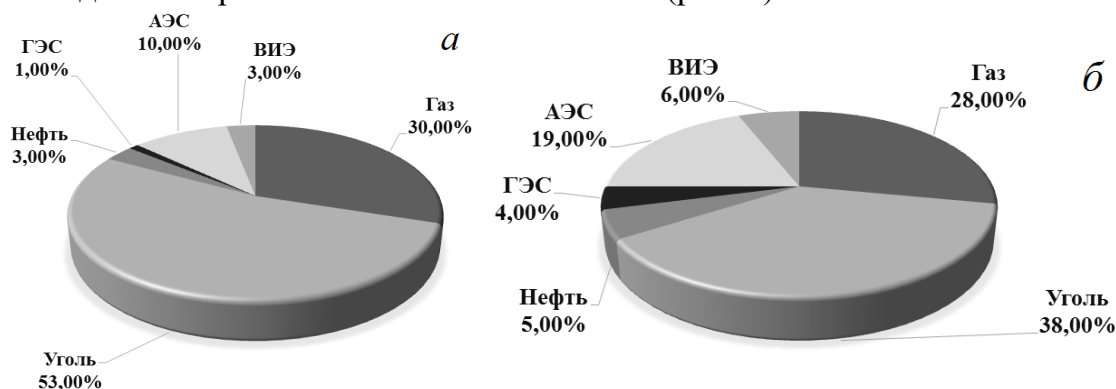


Рисунок 2. Перспективный план развития энергетики Бангладеш: структура производства электроэнергии в 2023 (а) и 2030 (б) годах

АЭС «Руппур», первая в Бангладеш атомная электростанция, является одним из самых современных проектов повышенной безопасности поколения 3+ с реакторной установкой ВВЭР-1200 (проект АЭС-2006) с использованием специальных пассивных средств безопасности [9, с. 154]. Конструкция энергоблоков АЭС «Руппур» разработана на базе реакторной установки ВВЭР-1200 с учетом опыта проектирования, изготовления оборудования, строительства и ввода в эксплуатацию Нововоронежской АЭС-II (рис.3). Высокое качество технического решения и конструкторской документации разработано на основе применения современных российских норм, правил и стандартов, рекомендаций МАГАТЭ.



Рисунок 3. Проект АЭС "Руппур"

Главной особенностью АЭС Руппур является ее простая конструкция. Каждый реакторный блок содержит реактор и четыре циркуляционных контура, каждый из которых включает циркуляционные трубопроводы, насос охлаждающей жидкости реактора и горизонтальный парогенератор. АЭС Руппур будет обладать некоторыми специальными техническими характеристиками с дополнительной возможностью, которая отличает ее от других АЭС с ВВЭР, которые в настоящее время эксплуатируются. Одним из главных преимуществ АЭС «Руппур» является увеличение срока службы основного оборудования до 60 лет без необходимости его замены.

Подготовка персонала представляет собой продолжительный, ответственный и трудоёмкий процесс и должна начинаться не позднее, чем за 5 лет до физического пуска АЭС. Продолжительность программы обучения определяется уровнем подготовки обучаемого. Обучение проводится в специализированном УТП высококвалифицированными преподавателями, имеющими опыт практической работы на АЭС. Подготовка завершается

выходным контролем знаний обучаемых. Обучаемый персонал Заказчика должен вернуться на площадку АЭС к началу этапа ввода в эксплуатацию. Лицензируемый персонал должен сдать специальный экзамен и получить допуск к самостоятельной работе от национального регулятора. Занятия первой учебной группы представителей Бангладеш для АЭС «Руппур» в составе 8 человек начались 28.05.2018 г. в Технической академии Росатома [10, с.749].

Параллельно в ведущих университетах России, в том числе в Уральском федеральном университете, проходят обучение по программе специалитета «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», а также в аспирантуре выпускники школ и университетов Бангладеш.

Список использованной литературы

1. https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCN@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOORLD/BGD. International Monetary Fund 2020
2. <https://www.thedailystar.net/backpage/access-to-electricity-in-bangladesh-coverage-reaches-93-percent-1748935>, The daily star, accessed in May 26, 2019
3. <http://www.apscl.gov.bd/site/page/02355397-60d6-45a3-9d6a-5d8f675cb249/>
4. Largest Solar Power Plant starts operation in Teknaf, Energy Bangla, April 17 2020
5. Renewable Energy Policy of Bangladesh. IEA, 1 March 2018
6. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/03/01/world-bank-helps-bangladesh-expand-renewable-energy>
7. Исмаил Хоссейн, Ташлыков О.Л. Анализ состояния ядерной инфраструктуры Бангладеш, необходимой для строительства первой АЭС // Труды первой научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института. Екатеринбург: УрФУ, 2016. – С. 282-285.
8. Nuclear Power in Bangladesh. World Nuclear Association. August 2019
9. Ташлыков О. Л. Основы ядерной энергетики; – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 225 с.
10. Крицкий Р.О., Борисенко М.И., Лященко С.А. Особенности организации подготовки персонала АЭС «Руппур» в России / Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики // Доклады XI международной конференции – Москва: АО «Концерн Росэнергоатом», 2018 – 749 с.

© Ф.Т. Мридул, О.Л. Ташлыков, 2020

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ «СУПРОТЕК» НА ТУРБОКОМПРЕССОРЕ ЦК-135/8

студент гр.421 **Зверев Леонид Олегович**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Злобин Владимир Германович**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В процессе эксплуатации надежность оборудования снижается вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости и старения материала и других вредных процессов, протекающих в технике. Эти процессы вызывают появление различных неисправностей и дефектов, которые необходимо устранять. Обозначены способы устранения данных дефектов и изучены новые технологии.

Ключевые слова: оборудование, дефект, материал, обработка, триботехнический состав, турбокомпрессор.

APPLICATION OF “SUPROTECH” TRIBOTECHNICAL COMPOSITIONS ON THE TK-135/8 TURBOCHARGE COMPRESSOR.

Zverev Leonid Olegovich,
Zlobin Vladimir Germanovich

Abstract: During operation, the reliability of the equipment is reduced due to wear of parts, corrosion, fatigue and aging of the material and other harmful processes occurring in the technique. These processes cause various malfunctions and defects that need to be addressed. The methods of eliminating these defects are indicated and new technologies are studied.

Keywords: equipment, defect, material, processing, tribological composition, turbocharger.

В процессе эксплуатации надежность оборудования снижается вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости, старения материала и других вредных процессов, протекающих в технике. Данные процессы вызывают появление различных неисправностей и дефектов, которые необходимо своевременно устранять. Поэтому в процессе эксплуатации необходимы техническое обслуживание и ремонт.

В условиях ограниченности финансовых ресурсов необходимо снижать затраты на эксплуатационные расходы и ремонт оборудования. Снижение затрат осуществляется по двум направлениям [1, с.123-126]:

1. Значительное применение ремонтных работ с восстановлением изношенных деталей для вторичного использования энергетического и технологического оборудования.
2. Упрочнение деталей различных агрегатов и механизмов в процессе эксплуатации.

Прочностные свойства деталей зависят от физико-механических свойств материала. Для создания поверхностных слоев с требуемыми характеристиками (состав, структура, толщина, пористость, микротвердость, маслостойкость) используют различные способы обработки — механические, термические, электрофизические, электрохимические и их сочетание. В последнее время часто используют нанотехнологическую обработку поверхности детали, в результате чего формируются поверхностные слои толщиной от нескольких микрометров до 1 мм и более, с улучшенными характеристиками и противостоящие истиранию, повышенной температуре, коррозии и другим факторам, способствующим изнашиванию рабочих поверхностей деталей [2, с.113-115].

Износ деталей связан с изменением их геометрической формы и номинальных размеров. Восстановление деталей возможно тремя основными способами [3, с.73-74]:

1. Способ индивидуальной подгонки: заключается в том, что из двух сопряженных деталей одна деталь подвергается механической обработке, другая деталь заменяется на новую, или на ее поверхности наращивается слой металла, который обрабатывается потом под размеры первой части. Метод дорогостоящий и применяется в редких случаях.
2. Способ стандартных ремонтных размеров: заключается в механической обработке дорогостоящей детали под определенный установленный размер. При этом более дешевая деталь изготавливается заново под этот же установленный размер, а затем без подгонки устанавливается в сопряжении.
3. Способ восстановления первоначальных размеров: метод позволяет восстанавливать первоначальные размеры без замены самих деталей [4, с. 37-41].

Достигается это наращиванием металла электролитическим способом; наплавлением металла газопламенными или электродуговыми аппаратами; пластической деформацией материалов деталей; формированием новой структуры поверхности трения на основе кристаллической решетки металла.

Восстановление деталей включает в себя комплекс операций и мер по устранению основных дефектов, обеспечивающий возобновление работоспособности и параметров, установленных в нормативно-технической документации.

Многолетний опыт восстановления деталей как в России, так и за рубежом, доказал их эффективность.

Были проведены опытно-промышленные испытания триботехнических составов (ТС) «СУПРОТЕК» и методики применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8.

Турбокомпрессор ЦК-135/8 предназначен для подачи воздуха в блоки разделения кислородных установок, а также для сжатия атмосферного воздуха, используемого для пневмооборудования, пневмоинструмента и технологических процессов в различных отраслях промышленности, при работе в условиях, соответствующих характеристикам установки.

Проведенные рабочие испытания на машине трения показали, что в процессе обкатки образцов трения формируется новый слой, отличающийся от исходной поверхности и типичной приработанной поверхности. Коэффициент трения после приработки образцов снижался на порядок и более (с 0,1 до 0,005), а скорость изнашивания уменьшалась в 3-5 раз.

Новый слой формируется самой системой трения. Смазочная композиция компании «СУПРОТЕК» выполняет функцию инициатора качественного перехода системы трения в новое равновесное энергетическое состояние.

Триботехнический состав «СУПРОТЕК» предназначен для восстановления изношенных поверхностей трения и оптимизации зазоров в сопряженных парах (узлах трения) различных механизмов оборудования и применяются в режиме штатной эксплуатации машин и механизмов. Эта система способствует формированию новой структуры поверхности трения на основе кристаллической решетки металла. В процессе работы узла трения в присутствии ТС «СУПРОТЕК» происходит последовательное постепенное наращивание слоев на атомном уровне. Именно поэтому технологию «СУПРОТЕК» относят к нанотехнологиям [5].

Способ внесения триботехнических составов «СУПРОТЕК» выбирается из следующих операций:

- Заливка ТС «СУПРОТЕК» в маслозаливную горловину агрегата (заливное отверстие, люк и т.д.);
- Нанесение концентрата ТС «СУПРОТЕК» на поверхности трения при разборке – сборке механизма;
- Нанесение ТС «СУПРОТЕК» спреем на основе спирта с последующим его испарением;
- Пробивка шприцом концентрата ТС «СУПРОТЕК» подшипниковых и других узлов с пластичной смазкой.

На первом этапе происходит удаление верхней части дефектного слоя, окислов и отложений с поверхности металла. На этом этапе ТС работает как мягкий абразив, твердость которого выше прочности дефектного поверхностного слоя узла трения. Попадая в зону трения, частицы ТС «СУПРОТЕК» с крупностью, превышающей удвоенную среднюю

шероховатость контртел, разрушаются между микровыступами в зоне фактического контакта поверхностей трения.

На втором этапе на очищенной поверхности за счет резкого увеличения числа нескомпенсированных наружных связей решетки металла формируется новая трибоструктура.

В дальнейшем работа узла трения приводит к формированию слоя, толщина которого не превышает 15 мкм, но он отличается высокой адгезией, повышенной микротвердостью и маслоудерживающей способностью. Локально образуется новый металлический монокристалл (поликристалл), способный прочно удерживать у поверхности углеводородные цепочки смазочного масла, тонкодисперсные продукты изнашивания, горения топлива и частиц смазочной композиции «СУПРОТЕК». Этот третий, масляный слой толщиной от 5 до 100 мкм, позволяет эффективно восстанавливать геометрические размеры деталей трения, снижать зазоры до номинальных значений.

На третьем этапе наращивание слоев происходит с характеристиками, наиболее выгодными трибосистеме при данном режиме трения. Входными характеристиками являются скорость скольжения, нагрузка, материал, смазка, цикличность, температура, шероховатость, адгезия, выходными характеристиками: толщина сформированного слоя, пористость, шероховатость, волнистость, микротвердость, упругость.

При обработке поршневых компрессоров происходит восстановление газоплотности узла ЦПГ, подшипников качения и скольжения, увеличение ресурса компрессора.

При обработке винтовых «сухих» компрессоров восстанавливаются поверхности трения, качения подшипников, снижаются потери на трение и увеличивается ресурс этих узлов.

Эффективность от обработки компрессоров заключается в следующем:

1. Увеличение ресурса деталей ЦПГ и КШМ до 2-х раз.
2. Восстановление параметров компрессора до номинальных значений по давлению и по производительности.
3. Снижение расхода электроэнергии до 15 %.
4. Уменьшение расхода масла в сжимаемую среду до 3 раз.
5. Снижение шумов и вибрации на 3 - 5 дБ.
6. Возможность работы в течение некоторого времени при аварийной потере смазки.

По результатам, полученным в ходе выполнения программ опытно-промышленных испытаний ТС «СУПРОТЕК» и методики её применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8, сделаны следующие выводы:

1. ТС «СУПРОТЕК» и методики их применения не оказали на компрессорную технику отрицательного воздействия.

2. В результате обработки турбокомпрессора ЦК-135/8 ТС «СУПРОТЕК» произошло снижение коэффициента трения в тракте передачи энергии турбокомпрессорной установки, при этом удельное потребление снизилось с 121,5 до 120,5 Вт/м³, что при нагрузках в 7000 м³/час и режиме работы 8700 час/год даст экономию 60 900 кВт·ч в год.

3. Общий уровень вибрации по турбокомпрессорной установке ЦК-135/8 после обработки снизился на 17,14 %, что свидетельствует о создании определенного защитного слоя на подшипниках скольжения элементов и в зацеплениях зубчатых пар мультипликатора, приведшего к улучшению состояния уровня вибрации по агрегату.

4. Несмотря на то, что после обработки турбокомпрессорная установка работала в условиях более высокой входной температуры воздуха и при бóльшей производительности, температура на поверхности агрегатов либо незначительно поднималась, либо снизилась на 0,5 – 1%.

5. Для регистрации увеличения ресурса агрегатов компрессорных установок, согласно программе обработки, необходим более длительный период наработки установок.

Таким образом, согласно результатам, полученным в ходе выполнения программ опытно-промышленных испытаний триботехнических составов «СУПРОТЕК» и методики её применения на турбокомпрессоре ЦК-135/8, доказана высокая эффективность восстановления деталей энергетического оборудования, что, несомненно, заинтересует специалистов промышленности и теплоэнергетиков.

Список использованной литературы

1. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин. - М. : ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
2. Чичинадзе, А.В. Трение износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун, Н.А. Буше [и др.]. - М.: Машиностроение, 2003. - 576 с.
3. Хмелевская, В. Б. Технологии восстановления и упрочнения деталей и триботехнические характеристики покрытий / В. Б. Хмелевская, Л. Б. Леонтьев, Ю. Г. Лавров. - СПб.: СПГУВК, 2002. - 309 с.
4. Радин, Ю. А., Суслов, Л. Г. Безизносность деталей машин при трении. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. - 229 с.
5. [Электронный ресурс] URL: <https://suprotec.ru/suprotek-stati/chto-takoe-suprotek/> (дата обращения 23.03.2020)

© Л.О. Зверев, В.Г. Злобин, 2020

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ В МИРЕ И РОССИИ

студентка.гр.ЭК-61 **Зайцева Дарья Евгеньевна**,
науч. руководитель: канд. экон. наук, доцент **Стародубцева Ольга Анатольевна**
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация: В статье рассматриваются общие тенденции развития в области энергетики в мире и России, подчеркивается необходимость внедрения инноваций в энергетической отрасли, в особенности внедрения альтернативных видов топлива, выделяются некоторые особенности программы инновационного развития электросетевого сектора и проблемы, связанные с внедрением инноваций.

Ключевые слова: инновационная энергетика, альтернативные источники, мировое сообщество, инновационные решения, электросетевой сектор, цифровые подстанции, умная сеть, автоматизированные системы управления.

MAIN DIRECTIONS OF ENERGY INNOVATION DEVELOPMENT IN THE WORLD AND RUSSIA

Darya Evgenievna Zaytseva,
Olga Anatolyevna Starodubtseva

Abstract: The article examines the General trends in energy development in the world and Russia, emphasizes the need for innovation in the energy industry, especially the introduction of alternative fuels, highlights some features of the program for innovative development of the electric grid sector and the problems associated with the introduction of innovations.

Keywords: innovative energy, alternative sources, global community, innovative solutions, power grid sector, digital substations, smart grid, automated control systems.

Инновационная энергетика для России - это базовый ресурс развития. Анализ инновационной деятельности позволил установить, что наибольшая доля инноваций на сегодняшний день приходится на научные изобретения в области энергетики, поэтому многие страны направляют свои финансовые ресурсы на создание условий для осуществления инновационной деятельности в области энергетических ресурсов.

Основным направлением развития инноваций в энергетической отрасли является альтернативная энергетика, к которой относятся: ветроэнергетика,

солнечная энергетика, водородная энергетика, энергия приливов и отливов и гидроэнергетика. Многие страны мира занимаются инновационной деятельностью в данной области с целью оптимизации затрат, связанных с получением и потреблением необходимого объема электрической энергии. По существующим прогнозам, мировое потребление возобновляемых источников энергии (ВИЭ) к 2040г. достигнет почти 3 млрд т н.э., из которых на производство электроэнергии и тепла пойдет 2,7 млрд т н.э., включая 0,5 млрд т н.э. гидроэнергии.

Однако, несмотря на актуальность внедрения и использования такого рода инноваций, переход к альтернативной энергетике происходит медленно.

Было выявлено, что получение альтернативной энергии довольно дорогое удовольствие. Исключением являются такие случаи, когда потребитель удален от источников большой энергетики. Тогда оправдано использование альтернативной энергетике [2, с.51].

Ведущее место в мире по инновациям в альтернативных видах энергетике занимает США (более 40% действующих мощностей в мире). В США действуют:

- ✓ работает 8 крупных солнечных энергетических систем модульного типа общей мощностью около 450 МВт;
- ✓ площадь солнечных коллекторов в США составляет 10 млн. м²
- ✓ выпущены солнечные фотоэлектрические преобразователи, которые достигают 40% от мирового объема в 300 МВт в год;

В настоящее время в мире работает более 2,1 млн. инновационно разработанных и установленных гелиоустановок горячего водоснабжения. Например, в Японии площадь солнечных коллекторов составляет 8 млн. м².

В США и Японии работают более 5 млн. инновационно разработанных тепловых насосов.

Инновационная деятельность Германии, Франции и Великобритании направлена ветроэнергетику.

При этом важно помнить, что для развития и внедрения в жизнь инноваций в электроэнергетике необходимо, чтобы выход энергии в несколько раз превышал затраты на ее получение [3, с.22].

Внедрение энергетических инноваций в мире осуществляется неравномерно в виду природных особенностей стран. Например, в Исландии широко используется энергия геотермальных источников. В некоторых странах Азии и Европы развиваются такие возобновляемые источники как ветер, солнце и биомассы, их доля составляет 10% . Этому есть объяснение: это достаточно дорогая энергия не только относительно ее производства, но и применения для этого устройств, цены на которые растут. Необходимо отметить, что большой популярностью на сегодняшний день пользуется гидроэнергетика, несмотря на ее негативное влияние на экологию [4].

Так же инновационные решения применяются в атомной энергетике на основе использования урана 235 как источника нейтронов, и урана 238 и тория 232 как источников энергии различного качества и искусственных нуклидов. При широкомасштабном внедрении атомная энергетика позволит получить экономически приемлемый источник энергии, необходимый для компенсации вредных последствий неизбежного использования органических ресурсов.

Рассмотрим программы инновационного развития ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС» на период 2016-2020 гг. с перспективой до 2025 года (таблица 1).

Таблица 1. Инновационные программы сетевых компаний

Отличительные характеристики	
ПАО «Россети»	ПАО «ФСК ЕЭС»
Технологические решения	
Создание ФИЦ электротехнического оборудования в РФ	Цифровое проектирование
Инфраструктура зарядки электромобилей	Энергоэффективность и снижение потерь
Информационное сопровождение жизненного цикла объектов электрической сети	Качество электроэнергии
	Композитные материалы и сверхпроводимость
Управленческие решения	
Создание высокопроизводительных рабочих мест / Адаптация	Разработка и обновление нормативной базы
Целевые программы компании	
	Импортозамещение и локализация производств
	Развитие кадров
Обобщенные характеристики сетевых организаций	
Технологические решения	
Цифровая подстанция	
Интеллектуальные системы учета электроэнергии и повышение качества обслуживания / Удаленное управление	
Развитие системы управления производственными активами и надежностью	
Управленческие решения	
Развитие системы разработки и внедрения инноваций	
Коммерциализация инновационных технологий и защита интеллектуальной собственности	
Развитие механизмов инвестирования в инновации	
Целевые программы компании	
Энергосбережение и повышение энергоэффективности	
Реализация экологической политики	

Источник: Программы инновационного развития ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС» [5,6]

Несмотря на отличие программ, которое связано с тем, что ПАО "Россети" является дочерней компанией ПАО «ФСК ЕЭС», в целом инновационные программы сетевых организаций схожи и направлены на переход к электрической сети с новым технологическим укладом и качественными характеристиками надежности, эффективности, доступности и т.п.

Однако существует в реализации данных программ следующие проблемы:

- 1 - отсутствие нормативной базы, соответствующей стандарту МЭК-61850;
- 2 - отсутствие технологических решений по применению «цифровой подстанции»;
- 3 - недостаток инвестиций в развитие таких технологий;
- 4 - неготовность и нехватка знаний и мощностей промышленных предприятий производить инновационное оборудование для электроэнергетики.

Таким образом, инновационный путь развития - это необратимый процесс, который влияет на экономику любой страны. К инновационной деятельности подключается все большее количество стран, из которых появились лидеры по внедрению инноваций в энергетике. Однако, существуют проблемы в развитии некоторых областей, таких как ветроэнергетика, геотермальная энергетика, водородная энергетика и так далее, найти выход из которых поможет время и новые технологии.

Список используемой литературы

1. Коверникова Л.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. Качество электроэнергии в ЕЭС России. Текущие проблемы и необходимые решения. //Электроэнергия. Передача и распределение, 2016, №2(35). - С.40-51.
2. Воротницкий В.Э., Дементьев Ю.А., Лазарев Г.Б., Шакарян Ю.Г. Организация комплексного процесса управления качеством электроэнергии – приоритетная задача энергетической стратегии развития России. //Электроэнергия. Передача и распределение, 2017, №4(43). - С.40-52.
3. Кудрявый В.В. Системное разрушение системы. Надёжность электроснабжения в текущих реалиях. //Энергорынок. Профессиональный журнал, 2012, №7(132). - С.14-23.
4. Ованесов А. Инновационные системы в электроэнергетике [Текст] / Ованесов А., Киселева Е., Петрухин А. //Strategy.ru, 2011-2012. URL: <http://strategy.ru/UserFiles/File/Strategy.ru/innovative-systems-in-the-power.pdf> (дата обращения: 24.02.2020).
5. Программа инновационного развития ПАО «Россети» на период 2016–2020 гг. с перспективой до 2025 г., Москва, 2016.
6. Программа инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» на 2016-2020 годы с перспективой до 2025 года, Москва, 2016.

© Д.Е. Зайцева, О.А. Стародубцева, 2020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

студентка гр. 48т **Рожкова Анастасия Владимировна**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Гаак Виктор Климентьевич**
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)
г. Омск, Российская Федерация

Аннотация: В статье приведен анализ различных современных способов очистки, осветления и обеззараживания воды для применения на теплоэлектростанциях. Рассмотрена эффективность современных технологий очистки и возможность их применения на производстве. Рассмотрены достоинства и недостатки каждого метода и принцип действия.

Ключевые слова: мембрана, водоподготовка, обратный осмос, обработка воды, электрокоагуляция, УФ-обеззараживание.

EFFICIENCY OF USING MODERN WATER TREATMENT TECHNOLOGIES AT HEAT POWER PLANTS

Rozhkova Anastasia Vladimirovna,
Gaak Victor Klementevich

Abstract: The article provides an analysis of various modern methods of purification, clarification and disinfection of water for use in thermal power plants. The effectiveness of modern cleaning technologies and the possibility of their application in production are considered. The advantages and disadvantages of each method and the principle of action are considered.

Keywords: membrane, water treatment, reverse osmosis, water treatment, electrocoagulation, UV disinfection.

Качество воды в водоемах любых масштабов в наше время является острой проблемой для всего человечества. Эта проблема затронула человека не только в бытовом применении воды, но и во всех отраслях промышленности. Одной из важнейших отраслей промышленности в данном вопросе является энергетика. Огромное количество примесей в воде наносит существенный вред тепловым электростанциям и котельным, а также отопительным системам и системам водоснабжения. Для уменьшения вредного влияния на всех системах устанавливаются комплексы по очистке воды, используемой для производства тепловой и электрической энергии.

Очистные сооружения, размещенные на станциях, значительно устарели, что снижает их эффективность. В настоящее время разработаны более эффективные, как заявляют разработчики, технологии по очистке воды на ТЭС. В данной статье рассмотрены технологии и произведена оценка эффективности и целесообразности использования современных технологий очистки воды

Водоподготовка на ТЭС производится в цехе химводоочистки, который осуществляет контроль за водно-химическим режимом подготовки воды, который также делится на несколько этапов.

Первый этап – осветление, в процессе которого вода проходит через несколько установок, в результате чего происходит значительное уменьшение количества вредных примесей в ней.

Второй этап – умягчение воды, благодаря которому снижается концентрация примесей, образующих накипь на поверхностях нагрева (добавляются реагенты, а также коагулянты, флокулянты). При этом количество и состав реагентов зависит от качества воды, используемой на производстве, а также типа и параметров работы оборудования электростанции.

При химводоочистке происходит постоянное перемешивание воды с различными реагентами. Для удаления истинно растворимых веществ применяют методы ионного обмена – Na-, H-катионирование и анионирование, использующие процесс ионного обмена на ионитах отечественного или зарубежного производства.

При данном способе используются коагулянты, химические реагенты для фильтров, используется вода на собственные нужды, применяется катионит и анионит на досыпку фильтров и образуется большой объем сточных вод. Для исключения негативного влияния на окружающую среду стали применять безреагентные способы очистки воды от вредных примесей.

Основной интерес в современных способах очистки воды являются мембранные технологии, которые в свою очередь можно разделить на баромембранные (ультра-, микро-, нанофильтрация и обратный осмос) и электрохимические.

В основу мембранной технологии заложен натуральный природный процесс фильтрации воды. Основной фильтрующий элемент установки - полупроницаемая мембрана. Мембранные методы очистки воды классифицируются по размерам пор мембран в следующей последовательности: (рис.2)

- микрофильтрация воды - размер пор мембраны 0,1-1,0 мкм;
- ультрафильтрация воды - размер пор мембраны 0,01-0,1 мкм;
- нанофильтрация воды - размер пор мембраны 0,001-0,01 мкм;
- обратный осмос - размер пор мембраны 0,0001 мкм.(рис.1)

Примеси, размер которых превышает размер пор мембраны, при фильтрации физически не могут проникнуть через мембрану [1].

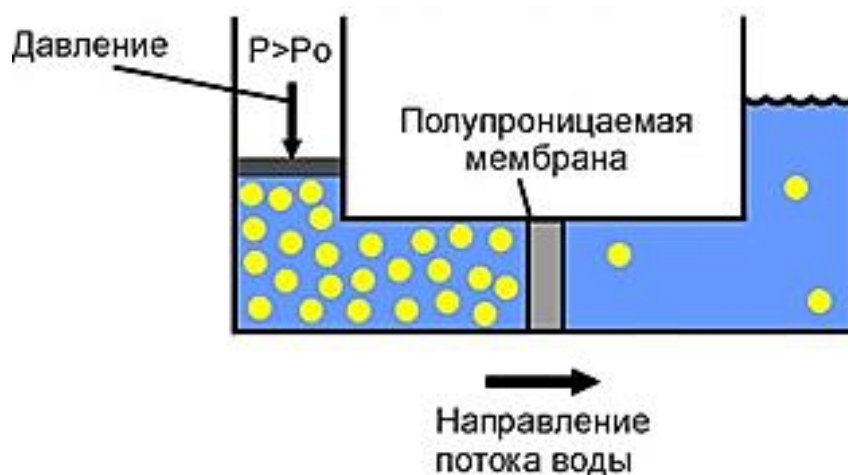


Рисунок 1. Технология обратного осмоса

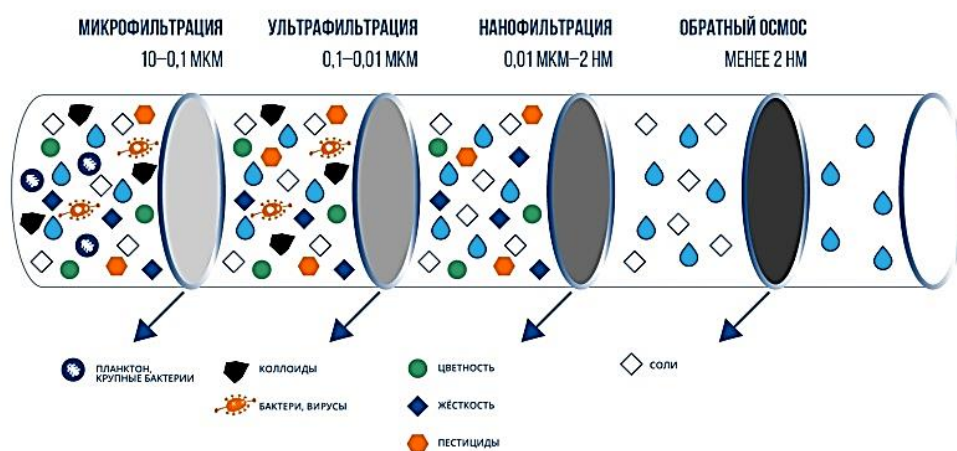


Рисунок 2. Мембранные технологии очистки воды

Мембранные технологии имеют такие преимущества как: компактность, уменьшение количества обслуживающего персонала, сведение к минимуму вредного влияния на окружающую среду, высокий уровень автоматизации. Наибольшее применение в производственных процессах нашла технология обратного осмоса (рис. 1). Но многие предприятия столкнулись с проблемой уменьшения производительности и выходе из строя мембран при обратном осмосе. Снижение производительности последних на 95-97 % вызвано загрязнением поверхности мембран и на 3-5 % уплотнением полимерного материала мембран в результате длительного воздействия повышенного давления [2]. Для предотвращения отложения кристаллических загрязнений и удаления с поверхности мембран коллоидной пленки проводятся профилактические регенерационные промывки мембранного контура такими химикатами, как антискалат, коагулянт, хлор или восстановителями (например, метабисульфитом натрия), которые могут самостоятельно стать источниками загрязнения [3].

Метод электрокоагуляции основан на физико-химическом процессе оседания (коагуляции) коллоидных систем при воздействии на них постоянным электрическим током. С помощью стальных или алюминиевых анодов вода подвергается электролизу, в результате чего происходит электрохимическое растворение металлов, загрязняющих воду [4].

Данный метод чаще всего применяется на промышленном производстве. На рис. 3 представлена схема прибора для проведения данного способа, представляющего собой ванну с электродами, в которую помещены анод и катод, подключенные к внешнему источнику тока. При воздействии постоянного электрического тока на анод и катод происходит растворение металла, в результате чего в воду переходят катионы железа или алюминия, которые, встречаясь с гидроксидными группами, образуют гидроксиды металлов в виде хлопьев. Наступает интенсивная коагуляция

Преимуществом таких установок является компактность, легкость в управлении, экономичность в силу того, что не используются реагенты, а также данная установка не зависит от температуры среды, уровня кислотно-щелочного баланса, появления токсичных элементов. В этом процессе происходит обеззараживание воды. Недостатком метода является большая энергоемкость и металлоемкость процесса, большое количество шлама в конце процесса, в процессе коагуляции образуются токсичные реагенты, достаточно маленькая производительность.

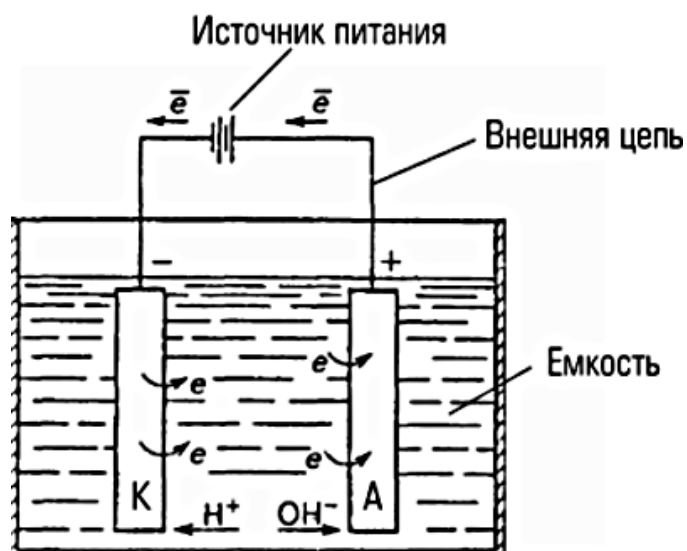


Рисунок 3. Схема электрохимического метода очистки воды

Одной из проблем очистки воды является дезинфекция. Для дезинфекции воды используют УФ - технологию. Ультрафиолет представляет собой электромагнитное излучение, имеющее длину волны от 10 до 400 нм. Подобные волны находятся на границе видимости и рентгеновских лучей, а непосредственно излучение может быть трех видов: ближнее, среднее, дальнее.

В процессе УФ-обеззараживания воды применяют средний ультрафиолет, чья длина волн колеблется от 200 до 400 нм, это и есть бактерицидное излучение. Наилучший результат при очистке воды достигается за счет ультрафиолетового излучения с длиной волны от 250 до 270 нм. Наиболее часто в установках УФ-обеззараживания длина волны равна 260 нм [5].

Данный метод наиболее применим для получения питьевой жидкости, с помощью УФ-обеззараживания также очищают сточные воды, поступающие из производства обратно в экосистему.(рис.4)

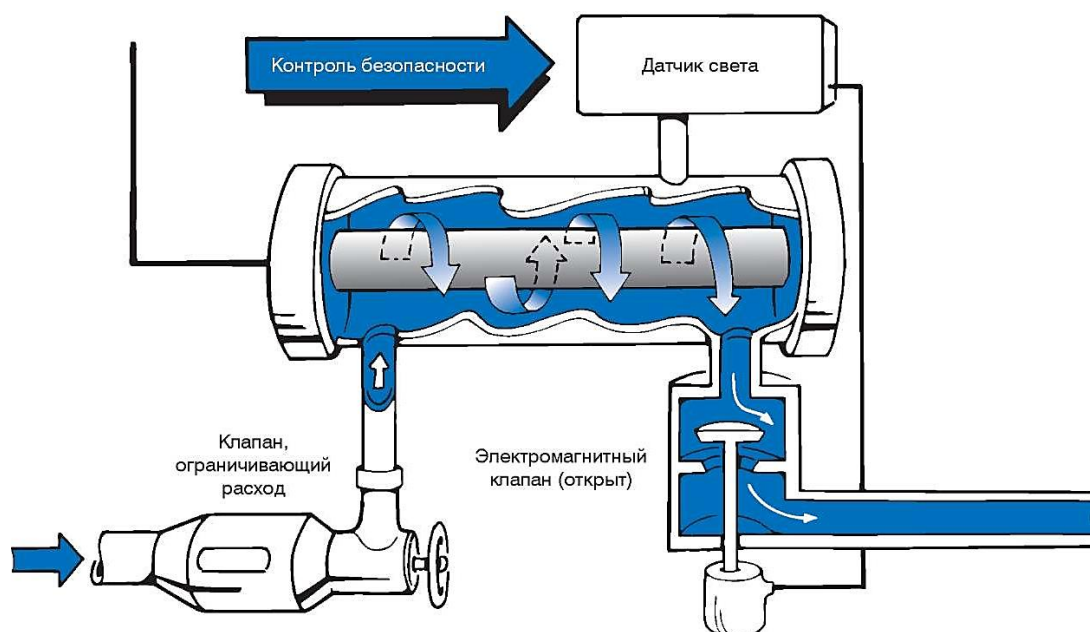


Рисунок 4. Очистка и обеззараживание воды ультрафиолетом

Преимуществами данного метода является то, что УФ-лампа способна уничтожить бактерии и вирусы, которые устойчивы к хлору.

Недостатком метода является то, что после обработки ультрафиолетом вода, двигаясь по трубопроводу, получает повторное микробиологическое загрязнение. Для исключения этого необходимо совместное применение ультрафиолета и хлорирования.

Помимо приведенных выше способов очистки существует также электромагнитная обработка воды.

Проведенные исследования не показывают, что отложения на трубопроводах возможно уничтожить путем электромагнитного излучения, которое также смягчает воду и устраняет старые остатки накипи.

Принцип действия существующих магнитных аппаратов умягчения воды основан на комплексном многофакторном воздействии магнитного поля, генерируемого постоянными магнитами или электромагнитами на растворённые в воде гидратированные катионы металлов и структуру гидратов и водных ассоциатов, что приводит к изменению скорости электрохимической коагуляции (слипания и укрупнения) дисперсных заряженных частиц в потоке

намагниченной жидкости и образованию многочисленных центров кристаллизации, состоящих из кристаллов практически одинакового размера.

При магнитной обработки воды происходят несколько процессов:

- смещение электромагнитным полем равновесия между структурными компонентами воды и гидратированными ионами;
- увеличение центров кристаллизации растворенных в воде солей в заданном объеме воды на микровключениях из дисперсных феррочастиц;
- изменение скорости коагуляции и седиментации дисперсных частиц в обрабатываемом магнитном поле потоке жидкости [6].

Положительной стороной такой технологии является долговечность работы подобного устройства.

Кроме того, доказательств, что с помощью электромагнитного поля возможно избавиться от ненужных примесей в воде, нет. Опыт показывает, что это не более чем маркетинговый ход для незнающих пользователей.

Рассмотрев в данной статье различные способы очистки воды в промышленных масштабах, можно прийти к выводу, что не все они являются эффективными. Выбор способа очистки для конкретного производственного процесса зависит от качества исходной воды, установленного на ТЭЦ оборудования и объема финансовых вложений, которые предприятие готово потратить на модернизацию.

Список использованной литературы

1. Интернет ресурс: [https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3024]
2. Беликов С. Е. Водоподготовка: справочник. - М.: Аква-Терм – 2007 – 240 с.
3. Черкасов С. А. Обратный осмос: теория, практика, рекомендации - Энергослужба предприятия - 2006 – 23с.
4. Интернет ресурс: [<https://www.bwt.ru/useful-info/elektrokhimicheskie-metody-ochistki-vody-elektrokoagulyatsiya/>]
5. Интернет ресурс: [<https://biokit.ru/video-instructions/uf-obezzarazhivanie-vody/>]
6. Интернет ресурс [https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2666]

© А.В. Рожкова, В.К. Гаак, 2020

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ MASTERSCADA И SCADA КРУГ-2000

студентка гр. 519 **Корнелиук Надежда Вячеславовна**,
канд. техн. наук, доцент **Ремизова Ирина Викторовна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Проводится сравнительный анализ двух SCADA-систем, направленный на выбор подходящей среды для реализации проектов по заданным критериям: доступность демонстрационной версии; полнота функциональных возможностей; совместимость с операционными системами; поддержание стандарта OPC для передачи данных; наличие сопроводительной документации.

Ключевые слова: SCADA-система, MasterSCADA, SCADA КРУГ-2000, система управления, программное обеспечение, диспетчеризация.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MASTERSCADA AND SCADA KRUG-2000 SYSTEMS

Kornelyuk Nadezhda Vyacheslavovna,
Remizova Irina Viktorovna

Abstract: A comparative analysis of two SCADA systems is conducted, aimed at selecting the appropriate environment for project implementation according to the specified criteria: availability of the demo version; full functionality; compatibility with operating systems; maintaining the ORS standard for data transmission; availability of accompanying documentation.

Keywords: SCADA, MasterSCADA, SCADA KRUG-2000, control system, software, scheduling.

Подготовка инженерных кадров, компетентных в области современных средств управления технологическими процессами при отсутствии доступа к реальным объектам управления, приводит к необходимости разработки соответствующих тренажеров и методических материалов, основанных на имитационных моделях реальных объектов управления.

Эффективность работы специалистов повышается при использовании автоматизированных рабочих мест (АРМ). АРМ оператора позволяет свести к минимуму рутинную работу с информацией, такую, как сбор данных о технологическом процессе, передача, первичная обработка полученной

информации, отображение и представление полученных данных.

Оператор должен владеть как профессиональными знаниями технологического процесса, основ управления им, так и иметь опыт работы с информационными системами, уметь принимать решения, работать в диалоге с системой, в нештатных и аварийных ситуациях и многое другое. Основная ответственность по принятию решений остается за человеком - главным действующим лицом в управлении технологическим процессом.

Поэтому остро встает вопрос о подготовке инженерных кадров, компетентных в области создания и работы с автоматизированной системой управления технологическим процессом.

Из-за многообразия SCADA продуктов на рынке возникает вопрос о выборе. Адекватный выбор SCADA-системы требует определить критерии оценки программных технических средств. Основными критериями оценки SCADA-систем являются технические и эксплуатационные характеристики, стоимость системы. В качестве критериев выбора SCADA-системы рассмотрены:

- доступность демоверсии системы;
- полнота функциональных возможностей предоставляемой версии;
- совместимость с операционными системами Windows Vista/ Windows 7;
- поддержание стандарта OPC-технологии (OLE for Process Control) для передачи данных;
- доступность технической и обучающей документации на русском языке.

Для сравнительного анализа в данной статье выбраны программные комплексы MasterSCADA и SCADA KRUG-2000.

MasterSCADA - это основа автоматизированных систем управления технологическими процессами различной информационной мощности – от простых систем управления отдельными технологическими установками до многоуровневых клиент-серверных или распределенных систем, управляющих заводами и электростанциями.

Ключевым отличием системы MasterSCADA от всех других SCADA-систем является сохранение полных функциональных возможностей в бесплатной демоверсии данного продукта, при ограничении времени работы в режиме исполнения. Что делает ее наиболее подходящей для учебного процесса, максимально приближая студентов к реальным условиям создания автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления технологическим процессом.

Особенностью MasterSCADA является встраиваемая исполнительная система для любых контроллеров с открытой архитектурой, полная поддержка стандарта OPS для связи с внешними контроллерами, возможность подключения нового оборудования без написания драйверов обеспечивает совместимость MasterSCADA любых устройств связи с объектом, что облегчает не только

выбор технических решений при создании новых систем, но и дает возможность безболезненной модернизации уже существующих [1].

Особое внимание в MasterSCADA уделено повышению надежности. Возможность резервирования всех уровней системы, "горячего" восстановления после рестарта, мощные средства самостоятельной диагностики и протоколирования нештатных ситуаций, контроль прав доступа операторов делают MasterSCADA оптимальным выбором для создания отказоустойчивых систем в ответственных отраслях.

Средства метрологической поверки измерительных каналов, паспортизации оборудования, управления расписаниями, производственной оптимизации (маршрутов, поставок, отгрузок), «прозрачной» связи с любыми внешними базами данных позволяют реализовать с помощью MasterSCADA современную систему оперативного управления производством или MES-систему (Manufacturing Execution System).

Диспетчеризация территориально-распределенных объектов предъявляет ряд требований, которым полностью отвечает данная SCADA система.

MasterSCADA поддерживает обмен данными по каналам сотовой или модемной связи, включая загрузку новых конфигураций проекта.

Также система поддерживает прямой импорт архивов приборов коммерческого учета и возможность "сквозной" записи этих архивов в любую внешнюю базу данных.

Контроллеры со встроенной исполнительной системой MasterPLC выполняют функции аппаратуры системы передачи данных, поддерживают опрос и «прозрачный» обмен с внешними интеллектуальными устройствами, подключение устройств новых типов оборудования без программирования [2].

SCADA КРУГ-2000 – это программный продукт для создания систем мониторинга, управления и сбора данных, функционирующих на базе компьютеров, под управлением операционной системы Windows.

SCADA КРУГ-2000 позволяет компоновать из отдельных модулей программные комплексы с требуемым набором функций: от простейшей станции мониторинга, обеспечивающей только контроль параметров, до полнофункциональной станции оператора, сервера базы данных, архивной станции, обеспечивающих контроль, управление, архивирование, печать и связь с системами верхнего уровня.

К основным особенностям системы относятся: модульная структура и масштабируемость; резервируемые структуры; открытость; интеграция SCADA и программирования контроллеров; система единого времени; история процесса; сигнализации.

Одной из главных особенностей SCADA КРУГ-2000 является возможность компоновки и создания своего собственного варианта среды исполнения.

Резервирование обеспечивают модули среды исполнения КРУГ-2000. Не требуется разработка дополнительного прикладного программного обеспечения.

В состав программного обеспечения SCADA КРУГ-2000 входят такие программные продукты, как: OPC-сервер, OPC-клиент, Open Database Connectivity (ODBC)-драйвер, универсальный конвертер данных в EXCEL и XML, файл-обмен, web-контроль, библиотека драйверов, комплект средств разработки для определённого пакета программ для разработки драйверов [3].

В результате анализа сравнения SCADA-систем, максимально удовлетворяющих заданным критериям для реализации проектов, признана система MasterSCADA. Она имеет простой и понятный интерфейс, реализует большинство действий пользователя методом «перетаски и брось», имеется подробный справочный материал и большое количество обучающих методических пособий на русском языке. В отличие от SCADA КРУГ-2000 MasterSCADA предоставляет полный набор функциональных возможностей в бесплатной демоверсии данного продукта, при ограничении времени работы в режиме исполнения. Серьезным недостатком SCADA КРУГ-2000 является невозможность организации двустороннего обмена данными с использованием OPC-технологии, что делает MasterSCADA наиболее подходящей для учебного процесса, максимально приближая студентов к реальным условиям создания автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления технологическим процессом.

Список использованной литературы

1. MasterSCADA. Основы проектирования [Электронный ресурс]: URL: <https://insat.ru> (дата обращения: 10.04.2020).
2. Динамизация в MasterSCADA. Обзор возможностей [Электронный ресурс]: URL: <https://masterscada.insat.ru/metodicheskie-materialy> (дата обращения: 15.04.2020).
3. Модульная интегрированная SCADA КРУГ-2000. Введение в КРУГ-2000: руководство пользователя. НПФ «КРУГ», [Электронный ресурс]: URL: www.krug2000.ru (дата обращения: 17.04.2020).

© Н.В. Корнелюк, И.В. Ремизова, 2020

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИЕМЛЕМОСТЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

студентка гр. ЭН-280018 **Родыгина Екатерина Александровна**,
студент, гр. ЭН-280018 **Чалпанов Сергей Валерьевич**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Ташлыков Олег Леонидович**
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация: Актуализированы задачи надежного энергообеспечения растущего населения Земли и возникающие при этом экологические проблемы. Особое внимание обращено на необходимость борьбы с глобальным потеплением. Обоснована роль АЭС в сокращения выбросов парниковых газов. Проведен сравнительный анализ воздействия на окружающую среду атомных, тепловых, солнечных и гидроэлектростанций.

Ключевые слова: стабильное развитие; энергообеспечение; парниковый эффект; глобальное потепление; атомная электростанция; тепловая электростанция; гидроэлектростанция; солнечная электростанция

THE ENVIRONMENTAL ACCEPTABILITY OF NUCLEAR TECHNOLOGY

Rodygina Ekaterina Aleksandrovna,
Chalpanov Sergey Valerevich,
Tashlykov Oleg Leonidovich

Abstract: Actualize the tasks of reliable energy supply to the growing population of the Earth and the problems arising from this. Particular attention is paid to the need to fight global warming. The role of nuclear power plants in reducing greenhouse gases is substantiated. A comparative analysis of the environmental impact of nuclear, thermal, solar and hydroelectric power plants is carried out.

Keywords: sustainable development; power supply; Greenhouse effect; global warming; nuclear power station; thermal power plant; hydroelectric power station; solar power station.

Введение

В XXI веке резко возрастет спрос на энергию, особенно в развивающихся странах, где свыше миллиарда человек не имеют доступа к современным энергетическим услугам. Для удовлетворения глобального спроса на энергию потребуется на 75% увеличить к 2050 году первичное энергоснабжение. Если не

будет предпринято шагов по снижению выбросов, то за тот же период связанные с выработкой энергии выбросы CO₂ почти удвоятся.

Энергетические установки, работающие на органическом топливе, являются главными источниками загрязнения воздуха. Атомные электростанции практически не производят выбросов загрязнителей воздуха в ходе своей эксплуатации. ГЭС, АЭС и ветряные энергоустановки входят в число источников самых низких объемов выбросов CO₂, если учитывать выбросы в течение всего энергетического жизненного цикла [1, с. 51].

Ядерная энергетика выгодно отличается от других технологий в сфере энергетики в плане «интернализации» всех внешних издержек на этапах от безопасности до захоронения отходов и снятия с эксплуатации. «Интернализация» затрат означает то, что затраты во всей этой деятельности в значительной степени уже учтены в цене, которую мы платим за электроэнергию, выработанную на АЭС. Если бы экологические издержки, связанные с использованием ископаемого (органического) топлива, были «интернализированы» в его цене, то цена, которую мы платим за электроэнергию, произведенную на основе ископаемого топлива, была бы значительно выше [2].

Доступ к устойчивым источникам энергии является ключевым условием стабильного развития человечества. Большая часть потребляемой человечеством энергии получается при использовании химической реакции горения органического топлива. Это приводит к быстрому исчерпанию природных ресурсов и прогрессирующему загрязнению окружающей среды. Вклад возобновляемых источников энергии в общее энергопроизводство остается незначительным.

Современная угольная тепловая электростанция (ТЭС) мощностью 1000 МВт сжигает в год 2,5 млн. тонн угля, производит значительное количество твердых и газообразных отходов. ТЭС являются крупнейшими потребителями кислорода воздуха и источниками углекислого газа. АЭС той же мощности потребляет в год менее 50 тонн топлива. Экологически значимые отходы АЭС (жидкие, твердые, газообразные) тщательно собираются, уменьшаются в объеме (выпаривание, фильтрация, прессование, сжигание и пр.) и надежно изолируются от окружающей среды. Годовой объем отходов для хранения менее 100 м³. Отходы находятся под контролем специальных служб и надзорных органов [3, с.134].

По оценке межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ядерная энергетика обладает самым большим потенциалом по смягчению негативных последствий различных технологий производства электроэнергии при наименьших средних затратах в секторе энергоснабжения [4].

Энергия реакции деления ядер, превышающая энергию сжигания в миллионы раз, имеет колоссальный потенциал, который может использовать

человечество. Уникальным свойством ядерной энергетики является воспроизводство ядерного топлива. Это определяет перспективы его использования. В настоящее время это свойство используется слабо, т.к. есть доступные ресурсы урана.

Существуют два основных варианта обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ): однократный цикл, при котором топливо используется только один раз, после чего хранится как отходы и цикл с повторным использованием, при котором ОЯТ перерабатывается с извлечением урана и плутония для их дожига в реакторах. В настоящее время разработана концепция двухкомпонентной ядерной энергетики с использованием реакторов на тепловых нейтронах и быстрых натриевых реакторов, многолетний опыт создания и эксплуатации которых имеется в России. При этом решается проблема накопления отработавшего ядерного топлива, минимизируется количество радиоактивных отходов, ядерная энергетика получает гарантированное обеспечение топливом на многие столетия [5, с. 76].

Воздействие ТЭС на окружающую среду

Из всех типов электростанций наибольшее отрицательное воздействие на окружающую среду в настоящее время оказывают тепловые электростанции (ТЭС), особенно работающие на угле. Многие ТЭС работают на низкосортном угле с высоким содержанием золы. Сжигание углей низкого качества приводит к резкому снижению КПД ТЭС и, как следствие, к перерасходу топлива, а также к загрязнению атмосферы.

В процессе сгорания топлива образуются вредные вещества, которые выводятся в атмосферу с дымом и попадают в почву с золой. Помимо того, что эти выбросы неблагоприятно влияют на окружающую среду, продукты сгорания вызывают парниковый эффект, который вызывает изменение климата.

На рис. 1 представлены данные по выбросам с дымовыми газами вредных веществ ТЭС мощностью 2400 МВт при высоте трубы 180 метров.

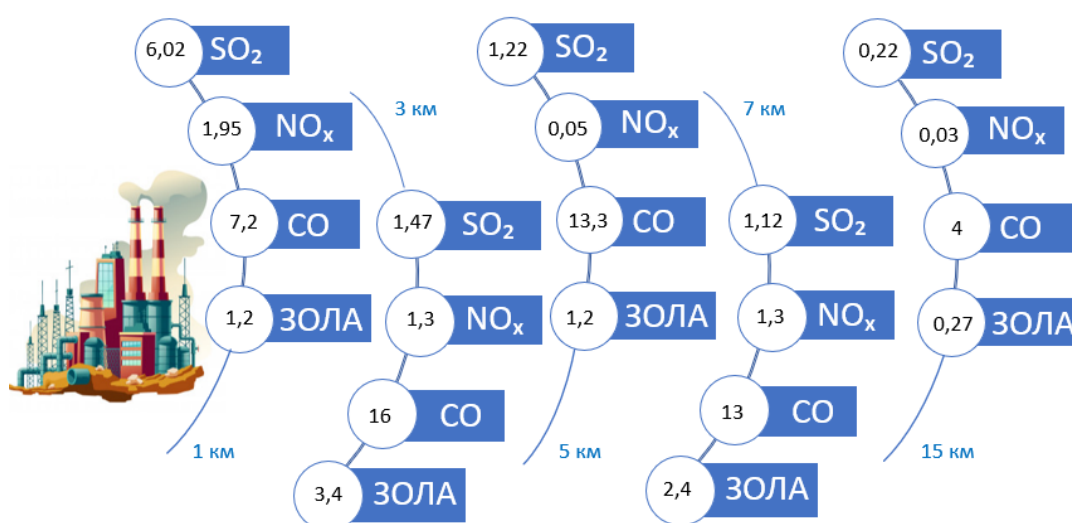


Рисунок 1. Зависимость выбросов загрязняющих веществ от расстояния до ТЭС

Как видно, концентрация выбросов существенно зависит от расстояния между точкой замера и электростанцией. Концентрации выбросов ниже предельно допустимых значений (табл. 1) достигаются на расстоянии более 15 км [6].

Таблица 1. Предельные концентрации выбросов в атмосферу ТЭС, мг/м³

Расстояние от трубы	Сернистый газ	Оксиды азота	Оксид углерода	Зола
Предельно допустимая концентрация	0,5	0,085	3,0	0,5

На ТЭС суммарные годовые выбросы вредных веществ, в которые входят сернистый газ, оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, альдегиды и золовая пыль, на 1000 МВт установленной мощности составляют от примерно 13000 тонн в год на газовых до 165000 на пылеугольных ТЭС. Подобные выбросы на АЭС полностью отсутствуют.

Так, по данным государственного доклада «О состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области» доля Белоярской АЭС в валовом объеме выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух, сбросах ЗВ в водные объекты составляет сотые доли процента (рис. 2). При этом основными источниками выбросов (более 98% выбросов от всех источников АЭС) являются пуско-резервные котельные, работающие на мазуте [7, с. 10].

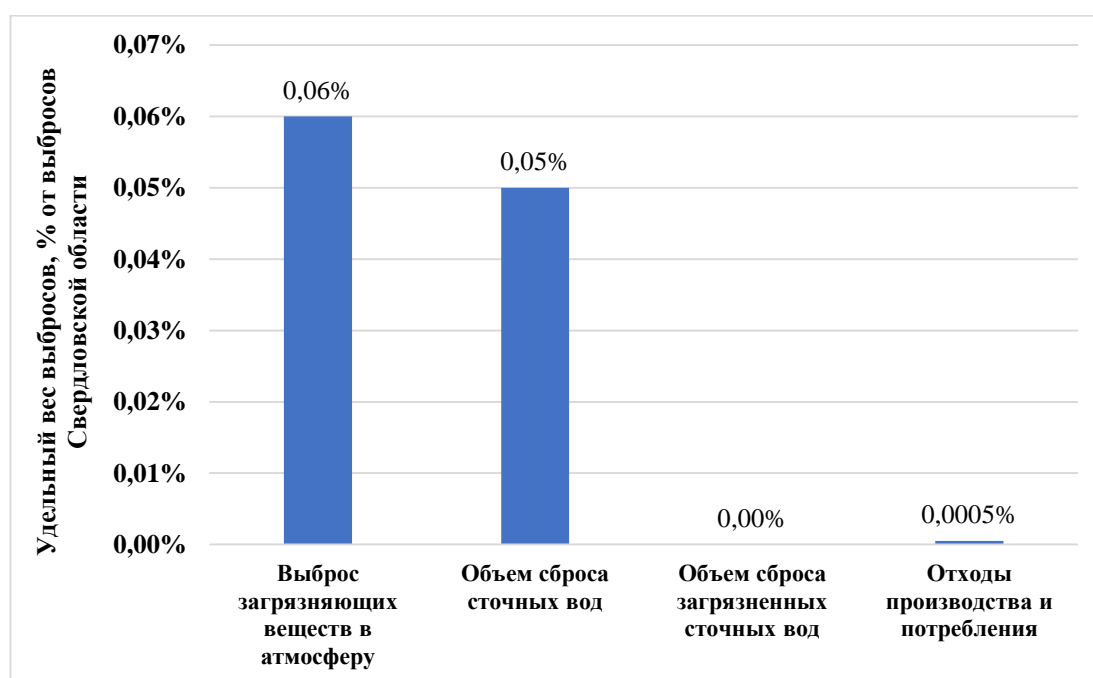


Рисунок 2. Удельный вес выбросов Белоярской АЭС среди предприятий Свердловской области

ТЭС мощностью 1000 МВт потребляет 8 миллионов тонн кислорода в год для окисления. Кроме того, большой удельный (на единицу произведенной электроэнергии) выброс радиоактивных веществ даёт угольная станция. В угле всегда содержатся природные радиоактивные вещества, при сжигании угля они практически полностью попадают во внешнюю среду. При этом удельная активность выбросов ТЭС в несколько раз выше, чем от АЭС [8, с. 21].

Влияние гидроэнергетики на окружающую среду

Гидроэнергетика – один из важнейших видов безуглеродной энергетики, который в настоящий момент вносит большой вклад в мировое производство электроэнергии (примерно 18%).

Этот возобновляемый источник энергии имеет множество преимуществ, но утверждение об экологической «чистоте» гидроэнергетики справедливо только для конечной стадии – выработки электроэнергии на ГЭС. Гидроэлектростанции оказывают значительное неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Нарушается водный баланс в районе расположения ГЭС, что ведёт к изменению условий существования флоры и фауны, возникают климатические последствия (изменение теплового баланса, увеличение количества осадков, скорости ветра, облачности и т.д.). Перегораживание русла реки приводит к образованию водоёма и эрозии берегов, ухудшению самоочищения проточных вод и уменьшению содержания кислорода, затруднению свободного перемещения рыб. Но самым главным недостатком является затопление огромных площадей сельскохозяйственных угодий и населённых пунктов (например, в России, в процессе строительства ГЭС под водой оказались площади, составляющие не менее 6 млн. гектаров).

Таблица 2. Площадь водохранилища плотинных ГЭС

Название ГЭС	Площадь водохранилища, Га	Мощность, МВт	Удельная площадь гидроэнергетического комплекса, Га/ МВт
Саяно-Шушенская	62100	6400	9,7
Красноярская	200000	6000	33,3
Братская	548000	4500	120
Богучанская	232600	2880	80,7
Волжская	311700	2671	117

Значения потребной площади для размещения электростанций различных типов в перерасчете на мощность 1000 МВт приведены на рис. 3. При этом для ГЭС взяты самые низкие значения, соответствующие «оптимальному» горному рельефу местности Саяно-Шушенской ГЭС. Для равнинных ГЭС (например,

Волжской) площадь, занятая водохранилищем, и соответственно, потерянная для использования, на порядок выше!

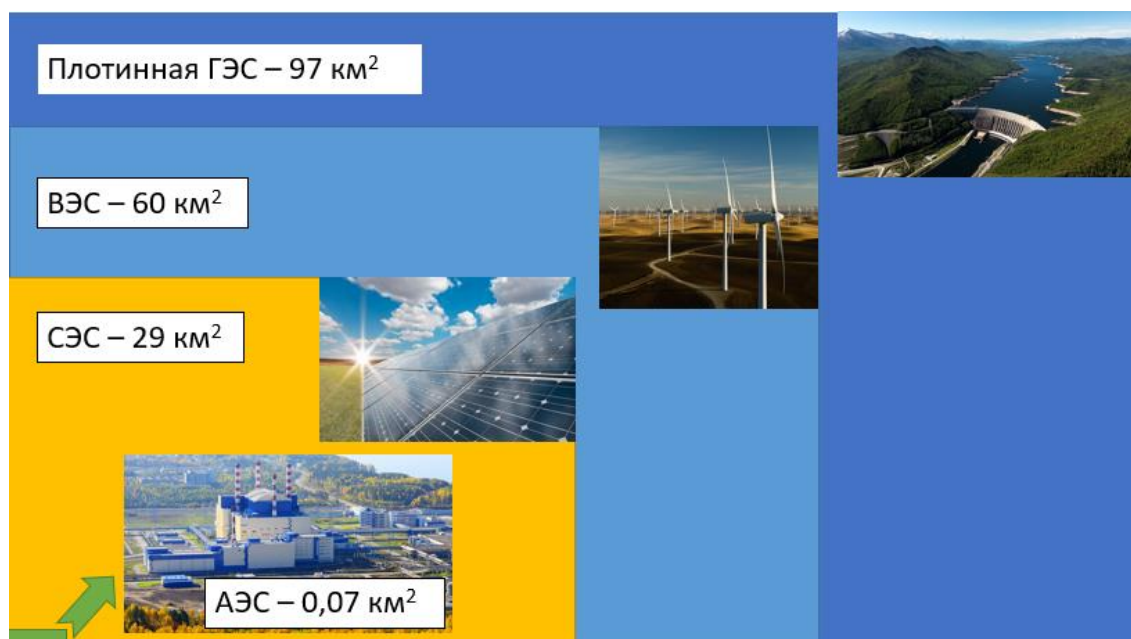


Рисунок 3. Площадь, необходимая для размещения АЭС, СЭС, ВЭС и ГЭС

Как видно из схемы, АЭС имеет несомненное преимущество перед другими типами электростанций в размерах площадки для ее размещения. Так, для СЭС требуется площадь больше примерно в 400 раз больше, чем для АЭС одинаковой мощности, для ВЭС – в 850 раз, ГЭС с «оптимальным» горным рельефом местности – в 1400 раз, равнинной ГЭС – в 1,5 млн. раз!

Солнечная энергетика и окружающая среда

В поисках альтернативных источников энергии человечество давно обратило свой интерес к Солнцу. Ежедневно Земля получает огромное количество солнечной энергии, в тысячи раз больше всей электроэнергии, потребляемой населением планеты. Но для ее преобразования нужно специальное оборудование.

Производство солнечных панелей является энергоемким и экологически опасным процессом. В настоящее время большая часть энергии, используемой для создания солнечных панелей, связана с переработкой ископаемого сырья, необходимого для изготовления панелей. Исходным материалом для изготовления солнечных батарей служит трихлорсилан, ядовитый и взрывоопасный продукт. При его перегонке и восстановлении при помощи водорода получают чистый кремний. Побочным продуктом на этом этапе производства является соляная кислота. Для производства солнечных панелей требуется использование опасных химических веществ. Мышьяк, хром и ртуть являются побочными продуктами производственного процесса. Эти химические вещества могут нанести серьезный ущерб окружающей среде, если их правильно не утилизировать. При соблюдении технологий улавливания и очистки

токсичных газов и жидкостей производство не будет вредным, но часто, особенно в развивающихся странах, такое оборудование не устанавливается на предприятиях, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Серьезной проблемой является утилизация солнечных батарей. Несмотря на экологическую безопасность эксплуатации солнечных батарей, их производство и утилизация может навредить окружающей среде и здоровью людей. Солнечные панели содержат такие металлы, как свинец, медь, галлий и кадмий, синтетические материалы. Их основа изготавливается из алюминия. Все это требует использования сложной технологии утилизации. Также, размещенные на больших площадях, они могут влиять на климат, нарушая естественный температурный режим.

Заключение

Анализ прогнозов развития мировой энергетики показывает, что к 2050 году с целью решения экологических проблем ожидается существенное увеличение доли безуглеродной, снижение вклада угольной и рост газовой составляющих потребления первичных энергоресурсов. Решение экологических и ресурсных проблем требует диверсификации энергоисточников. Среди безуглеродных источников атомная энергетика обладает наибольшим ресурсным потенциалом, способным решить стоящие перед человечеством проблемы надежного энергообеспечения и малоотходности.

Список использованной литературы

1. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е. Экологическое прогнозирование в ядерной энергетике XXI века // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2015. № 8-9 (172-173). - С. 50-58
2. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-1/54104710404_ru.pdf
3. Tashlykov O., Shcheklein S., Nosov Y., Smyshlaeva O. Ecological foresight in the nuclear power of XXI century // International journal of energy production and management, 2016. Vol. 1, No. 2, pp. 133-140.
4. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-1/54104710506_ru.pdf
5. Ташлыков О. Л. Основы ядерной энергетики; – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 225 с.
6. <http://www.eco.nw.ru/lib/data/09/1/080109.htm>;
7. Годовой отчет по экологической безопасности Белоярской АЭС за 2018 г. <https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/2fd/2fd9823473ebf8ad2cc483d17f53dda0.pdf>
8. Безопасность атомных станций: справочник / Л.М. Воронин [и др.]. – EDF – EPN – DSN – Paris, 1994. - 256 с.

© Е.А. Родыгина, С.В. Чалпанов, О.Л. Ташлыков, 2020

ALTERNATIVE ENERGY AS AN PROMISING TREND FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT

PhD student, associate **Lipatov Maxim Sergeevich**
Higher School of Technology and Energy
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract: This paper introduces a combination of alternative measures to improve energy infrastructure of rural areas and provide them with energy independence.

Keywords: green energy, renewable energy sources, energy conservation, farming, rural areas development.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Липатов Максим Сергеевич

Аннотация: В данной работе предлагается ряд альтернативных мер для развития энергетической инфраструктуры сельских территорий и создания в регионах энергетической независимости.

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, энергосбережение, сельское хозяйство, развитие сельских территорий.

The main source of energy at the present stage of energy development is fossil fuel, the proportion of which is more than 90% of Russia's energy mix. Fossil fuel burning is environmentally hazardous and leads to air pollution [1]. Since the latter half of the twentieth century, increasing attention has been paid to the environmental aspects of power industry. Clean energy production is currently developing.

To solve the problems of providing agriculture with energy supply, renewable energy sources (RES) can be employed. On the one hand, RES can be a source of income if used as an alternative product of food production. On the other hand, RES create value for infrastructure development of rural areas, as well as help protecting the environment.

Sustainable development of rural areas implies: stable social and economic development, growth in agri-food sector, efficiency upgrading of agriculture, efficient land use, full-time employment of rural population as well as improvement of the quality of life [2].

However, real life is far from sustainable development and has lots of problems. So, in my opinion, alternative energy is one of the ways of economic advance.

The development of alternative energy technologies in rural areas will allow to:

- identify ways of industry development based on renewable energy sources and select the best ways to combine different types of energy;

- demonstrate the growth of agri-food sector on the basis of alternative energy, using widely the power of wind, water, sun and biomass energy;
- show environmental improvement (as there is no need to use external power supply) and reduce the risk of man-made disasters;
- enable environment for economic and social development as a result of related industries development, which leads to the modernization of society and sustainable development of the region.

However, despite of a significant number of advantages, renewable energy in rural areas has not been widely used in Russia. The reasons are the following: imperfect regulatory support, no state and local program support, lack of funding, a slight share of investments in green energy, logistics problems etc. [3].

To implement and use RES in rural areas, it is necessary, first of all, to estimate the actual level of the development; identify local problems and competitive advantages of rural areas; identify opportunities and risks by using SWOT analysis.

Rural areas occupy a significant part of the territory of Russia and are characterized by favorable natural resources and climatic conditions for living and business operations [4].

Therefore, there is a great difference between regions and their resource potential (including RES potential), levels of development, state of environment and lifestyle of the population. Taking into account all those factors, it is necessary to develop appropriate projects and programs for green energy development.

In this case, development of autonomous energy systems for rural areas will allow decentralize energy supply of rural areas and diversify renewable energy sources [4].

The most promising solution is integration in the use of natural resources. For instance, it could be reasonable enough for south regions to use home-based solar collectors and solar panels, which are reliable, simple to operate and almost free of maintenance.

One more green solution is the development of wind power. To introduce autonomous wind turbines is the best option for energy supply of remote facilities. People will not depend on traditional energy system. Autonomous wind turbines are widely used for power supply of private homes, recreation centers, individual consumers (farmers, gardeners, summer residents, hunters), as well as navigation, meteorological and other no-break system posts used in field conditions.

Another option for remote facilities is the development of water energy. Using resources of small rivers will encourage the flow of investment, boost job creation, and promote fish farming.

In addition, rural areas have significant potential for the use of bioenergy. Producing biomass, agriculture acts not only as a guarantor of food security, but also serves as a powerful producer and supplier of energy sources as well as a potential consumer of renewable energy. Top-priority goals of bioenergy development in rural areas are: the development of energy farming and biogas generation from agricultural waste [5].

Now it can be seen that for ensuring sustainable development of rural areas in Russia, one should take into account the economic climate and traditional energy

sources price increase, the problems of power optimization, energy efficiency, and alternative energy use.

In the foreseeable future, green energy development will provide rural areas with energy independence and energy security, encourage the flow of investments into agribusiness, promote employment, increase the utilization efficiency of farmland, implement eco-friendly technologies, save reserve of energy and the right to live in a safe and ecologically balanced environment.

References:

1. Osnovnye sposoby polucheniya energii.
URL: https://ozlib.com/804032/ekologiya/osnovnye_sposoby_polucheniya_energii [Basic methods of power development]. (date accessed: 5.02.2020).
2. Eloeva R.K., Esenov I.H. Perspektivy ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii v sel'skom hozyajstve. [Perspectives of energy alternative sources use in agriculture]. // Izvestiya gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Journal of proceedings of the Gorsky SAU]. Vladikavkaz, 2014. Vol 51. Part 3. 193-196 pp. (in Rus.).
3. Analiz gosudarstvennykh sistem podderzhki proizvoditelej "zelenoy energii" [State green energy producers support system analysis]. URL: https://nomitech.ru/articles-and-blog/analiz_gosudarstvennykh_sistem_podderzhki_proizvoditeley_zelenoy_energii/ (date accessed: 8.02.2020).
4. Decentralizovannoe energosnabzhenie s ispol'zovaniem vetroelektrostantsij [Decentralized energy supply through the use of wind power plants]. URL: <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/432-decentralizovannoe-energosnabzhenie.html> (date accessed: 13.02.2020).
5. Bioenergetika: vozrozhdenie. [Bio-energetics: new birth]. URL: <https://altenergiya.ru/bio/bioenergetika-vozrozhdenie.html> (date accessed: 13.03.2020).

Список использованной литературы:

1. Основные способы получения энергии.
URL: https://ozlib.com/804032/ekologiya/osnovnye_sposoby_polucheniya_energii (дата обращения: 5.02.2020).
2. Елоева Р. К., Есенов И. Х. Перспективы использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве // Известия горского государственного аграрного университета.- Владикавказ, 2014. Том 51. Часть 3. - С. 193-196.
3. Анализ государственных систем поддержки производителей "зеленой энергии". URL: https://nomitech.ru/articles-and-blog/analiz_gosudarstvennykh_sistem_podderzhki_proizvoditeley_zelenoy_energii/ (дата обращения: 8.02.2020).
4. Децентрализованное энергоснабжение с использованием ветроэлектростанций. URL: <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/432-decentralizovannoe-energosnabzhenie.html> (дата обращения: 13.02.2020).
5. Биоэнергетика: возрождение. URL: <https://altenergiya.ru/bio/bioenergetika-vozrozhdenie.html> (дата обращения: 13.03.2020).

© M.S. Lipatov, 2020

ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

студент гр. ЭЭ-8-18 **Романцов Михаил Михайлович**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Гибадуллин Рамил Рифатович**
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: В статье приводится анализ направления «Цифровая энергетика и перспективы развития интеллектуальных электрических сетей». Причины зарождения, актуальность, современные тенденции, причины появления технологии. Также рассмотрены ключевые технологии, лидирующие компании, которые уже применяют данные технологии.

Ключевые слова: анализ, энергетика, модернизация, цифровая трансформация.

DIGITAL ENERGY AND DEVELOPMENT PROSPECTS INTELLIGENT ELECTRICAL NETWORKS

Romantsov Mikhail Mikhailovich,
Gibadullin Ramil Rifatovich

Abstract: The article analyzes the direction "Digital energy and prospects for the development of intelligent electric networks". Reasons for the origin, relevance, current trends, and reasons for the emergence of technology. The key technologies and leading companies that already use these technologies are also considered.

Keywords: analysis, energy, modernization, digital transformation.

В современном мире человек не может представить свою жизнь без цифровых технологий. Они окружают нас повсюду, и современный мир диктует модернизированные пути развития.

Одной из основных тенденций является активный рост веб-технологий, всё острее встает вопрос о наиболее эффективном использовании ресурсов. Решить это может только цифровая трансформация или цифровизация, в основе которой лежит редизайн форм бизнеса, ориентированный на цифровое представление данных [1].

Цифровую трансформацию в статье рассматривается именно в контексте средства достижения целей цифровой экономики, то есть это хозяйственная деятельность, в которой основным фактором являются данные в цифровом виде, использование результатов анализа и обработка больших объемов, которые, если сравнивать с традиционными формами хозяйствования, позволяют существенно повысить производственную способность разных видов производства, оборудования, продажи, технологий и т.д. Это вовсе не означает, что цифровизация применима лишь к электронной коммерции. Она должна внедряться как можно в большее количество отраслей для достижения технологического прогресса. Это положительно отразится на социальной и экономической сфере жизни человека, а игнорирование – наоборот приведет к регрессу и не возможности конкурировать в целом [2].

Цифровая трансформация – рычаг цифровой экономики, заключающийся в объединении физического и цифрового миров, создании новых бизнес-моделей, процессов и универсальных коммуникаций, применимых к тем иным областям производства в равной степени.

К основным факторам, указывающим на необходимость развития электроэнергетики, относятся:

1. Рост цифрового спроса. Современный потребитель с каждым годом использует всё более сложную электронику и технику, из этого следует, что потребность в постоянстве энергообеспечения выходит на новый уровень.
2. Появление нового типа потребителя - активный потребитель, взаимодействующий с энергетическими компаниями интерактивно.

Данный вид энергетики предполагает переосмысление традиционных бизнес-процессов в сторону повышения производительности труда, надежности сетей, оптимизация и ускорение работы, переход на дистанционные формы обслуживания, а также использование систем распределения реестра (блокчейн), искусственный интеллект, машинное оборудование, цифровые двойники.

Возрастает роль управления, повышается управляемость энергосистемы, что позволяет решить проблему устойчивости энергетической системы, а главным средством управления становится информация [3, с. 199].

Ключевые технологии

Технологии и решения для цифровизации в электроэнергетике:

1. Платформа для сбора, обработки и использования больших данных.
2. Система управления и мониторинга надежности энергоснабжения.
3. Клиентские сервисы для потребителей.
4. Прогнозное планирование (стратегическое и инвестиционное), а также планирование рисков.

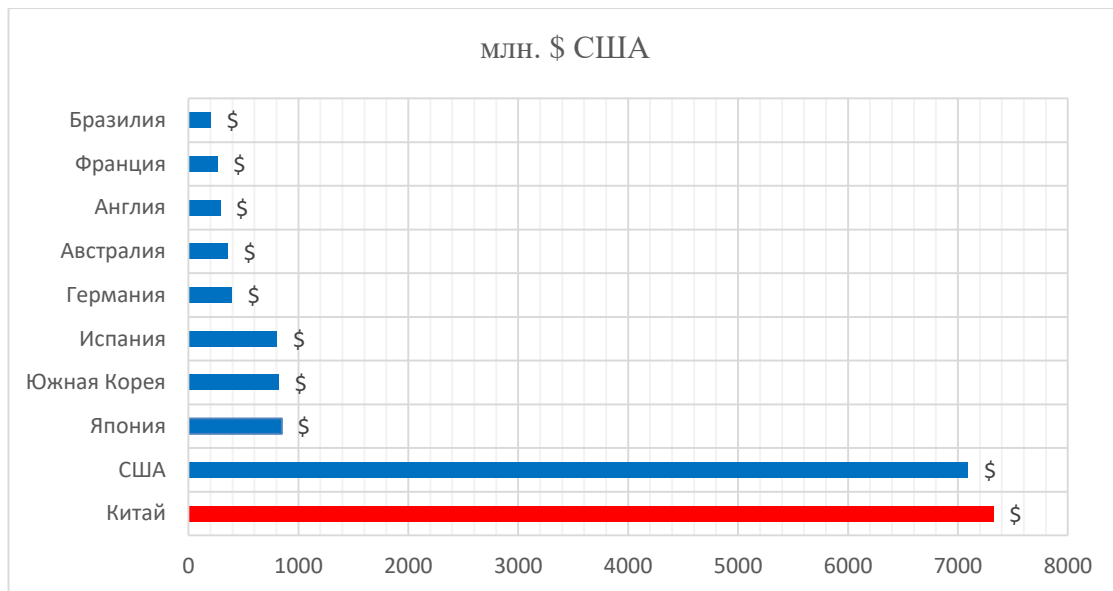


Рисунок 1. Сравнительный график десяти стран-лидеров инвестирования в интеллектуальные энергосистемы

Интеллектуальная энергосистема подразумевает:

- 1 - существенное повышение активности потребителей в управлении собственным электропотреблением;
- 2 - создание активно-адаптивной электрической сети;
- 3 - внедрение современного оборудования, создаваемого с помощью нанотехнологий (высокоэффективных электрических накопителей энергии, сверхпроводников, композиционных материалов с уникальными свойствами);
- 4 - создание автоматизированных(цифровых) подстанций [4].

Проанализировав результаты от внедрения умной системы, мы пришли к выводу:

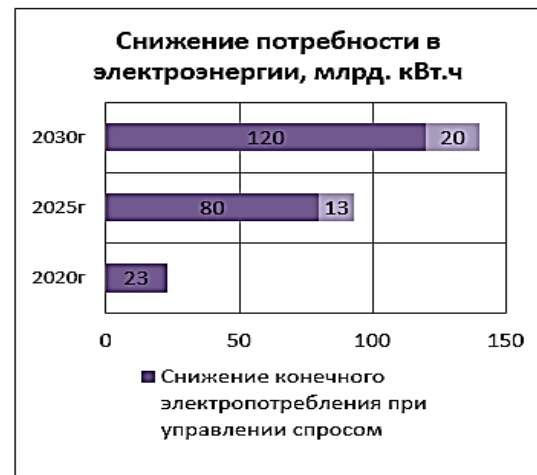
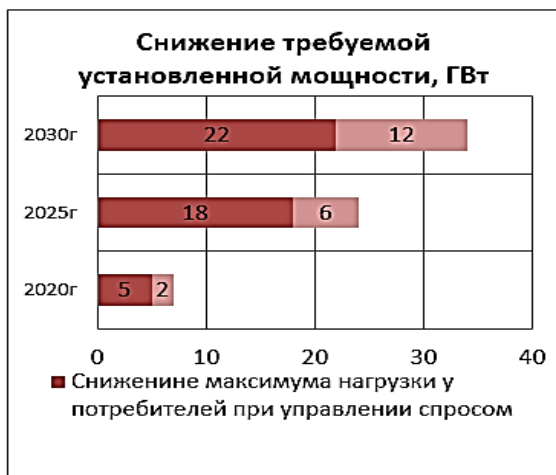


Рисунок 2. Развитие и перспективы в российской энергетической отрасли

На данный момент возможно внедрение активно-адаптивной электрической сети (интеллектуальной сети, «Smart Grid») по средствам следующих технологий:

1. Система мониторинга переходных режимов (WAMS, СМПП).

Эти системы позволяют принципиально улучшить качество мониторинга и управления. В России создается и развивается своя система на базе технологий векторных измерений - СМПП (Система мониторинга переходных режимов). Она позволяет получить более точную информацию о параметрах установившихся переходных режимов энергосистемы, возникших вследствие технологических нарушений или аварий. В связи с этим все больше объектов оснащаются концентраторами синхронизированных векторных измерений.

2. Системы автоматического контроля и сбора информации (SCADA).

Система SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, архивирования и отображения информации об объекте мониторинга и управления. Их используют в отраслях хозяйства, где требуется обеспечение автоматического управления технологическими процессами в режиме реального времени.

3. Системы постоянного тока высокого напряжения (HVDS).

Системы – HVDS преобразуют переменный ток в постоянный (потом, конечно же, обратно в переменный). Это нужно для передачи мощности из трудно доступных зон (например, под водой), на большие расстояния с низкими потерями, а также для установления связей между национальными энергосистемами.

4. Системы обнаружения неисправностей и восстановления.

Система автоматизации станции и подстанции осуществляет технический надзор, защиту, сбор данных и оценку неисправностей.

5. Системы накопления энергии.

Данные системы позволяют стабилизировать колебания сети; обеспечить баланс между пиком и спадом потребления электроэнергии; поддержания безопасной работы сети.

6. Цифровая подстанция.

Цифровая подстанция укомплектована интеллектуальным вторичным оборудованием, разработанном с применением международного стандарта МЭК 61850. На подстанции установлены высоковольтные цифровые измерительные оптические трансформаторы тока и напряжения или аналоговые с ПАДС, multifunctional приборы измерений и учета, релейная защита и автоматика зарубежных и российских компаний, система синхронизации, система отображения и управления подстанцией (SCADA). Коммуникационная среда подстанции, обеспечивающая информационный обмен по «станционной шине» и «шине процесса», между всем вторичным и первичным измерительным оборудованием (локальная сеть), выполнена с использованием активно-коммуникационного оборудования, объединенного волоконно-оптическими кабелями.

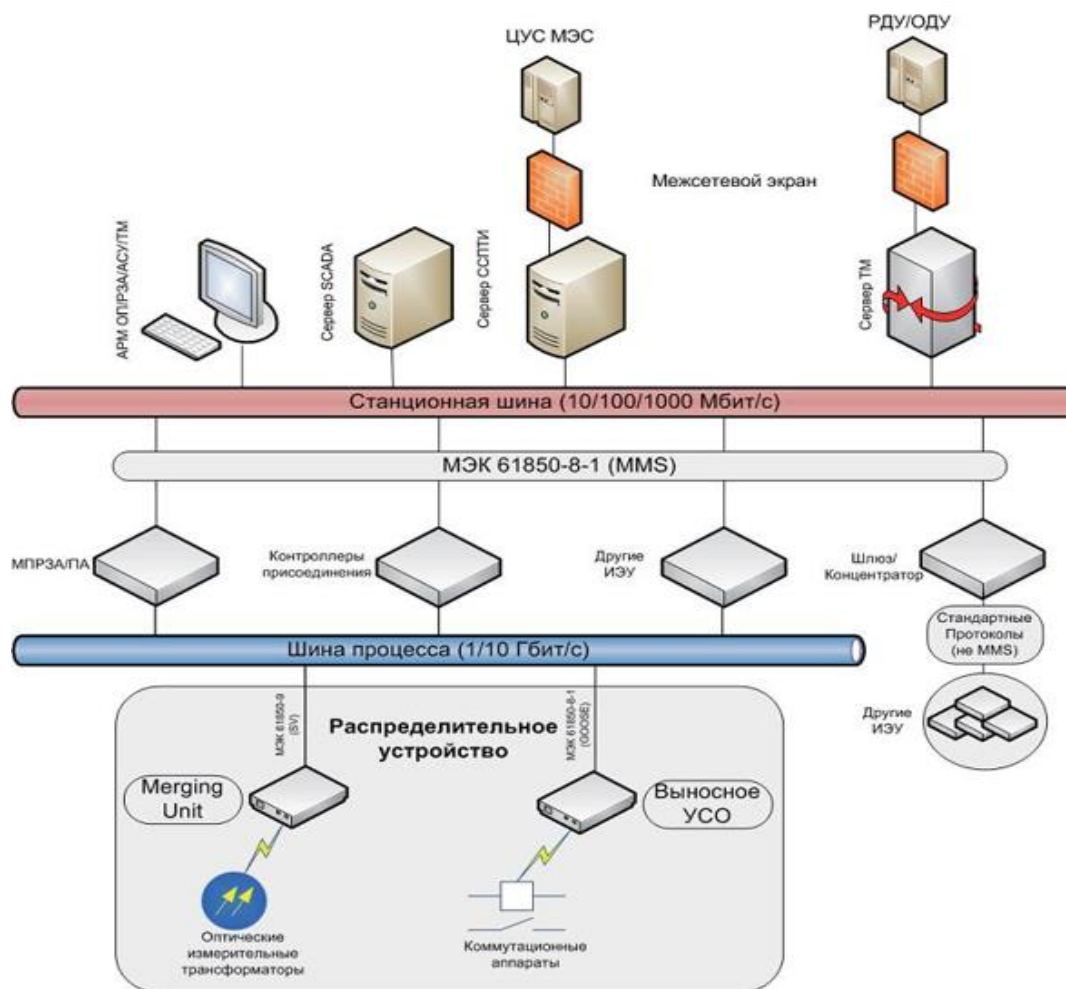


Рисунок 3. Структура цифровой подстанции

Компании реализующие данные технологии: ABB, Siemens, Cisco, Schneider Electric, Экра, Prosoft System [4].

Перспективы развития направления «Цифровая энергетика и перспективы развития интеллектуальных электрических сетей до 2030».

В рамках развития цифровой трансформации до 2030 года необходимо развитие по данным направлениям:

1. Искусственный интеллект и машинное обучение.

В данном направлении наибольший интерес вызывают задачи классификации, целеполагания, распознавание образов, принятие решений. Внедрение этих технологий позволит переложить на искусственный интеллект решение «интеллектуальных задач».

2. Цифровое проектирование и моделирование.

С помощью систем автоматического управления, возможно проектирование и планирование без участия человека. Цифровое моделирование даст возможность в минимальные сроки создать конкурентоспособную продукцию на основе использования мультидисциплинарных технологий, которые позволят разработать цифровые двойники производственных процессов.

3. Прогнозные алгоритмы.

При автоматизации сбора информации система анализирует поток данных, идентифицирует последовательность событий и определяет взаимосвязь между ними. Данная система поможет прогнозировать дальнейшее состояние электрооборудования, а также при возникшей проблеме поможет избежать её в будущем. Каждая компания сможет повысить систему энергосистем за счёт планирования ремонтных работ и оптимального распределения ресурсов, а также сократить время ликвидации аварийных режимов.

4. Роботизация.

Это направление направлено на полную автоматизацию процессов для избавления квалифицированного персонала от большого объема перерабатываемых данных, выполнения стандартных действий и принятия решений.

5. Виртуальная реальность.

Ключевыми возможностями виртуальной реальности моделирование и проектировка проектов, а также обучение персонала [5, с. 31].

Создание интеллектуального разума и максимальное интегрирование его в производственные задачи является одной из наиболее важных задач на сегодня. И в рамках мирового опыта выбор данной концепции определен перспективой решения многих проблем экологии, энергетики и экономики.

Список используемой литературы

1. Ассоциация НП Совет рынка. Зарубежная электроэнергетика. Германия. Режим доступа: <https://www.np-sr.ru/ru/market/cominfo/foreign/index.htm> (дата обращения 12.04.2020).
2. Ассоциация НП Совет рынка. Зарубежная электроэнергетика. США. Режим доступа: <https://www.np-sr.ru/ru/market/cominfo/foreign/index.htm#8> (дата обращения 12.04.2020).
3. Бондарева А.С. Цифровые подстанции /Актуальные проблемы энергетики//Сборник докладов. Минск. 2017. - С.199-203.
4. Цифровой переход в электроэнергетике России: доклад/ под ред. В. Н. Княгинина, Д. В. Холкина. ЦСР. 2017.
5. Концепция АО «Тюменьэнерго» «Цифровая трансформация 2030». Москва. 2018. - 31 с.

© М.М. Романцов, Р.Р. Гибадуллин, 2020

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ТЕРМОХРОМНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

канд. хим. наук **Гусарова (Маркова) Татьяна Сергеевна,**

канд. техн. наук **Федоров Андрей Викторович**

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Энергосберегающее светорегулирующее термохромное остекление (ЭСТО) - остекление принципиально нового типа, предназначенное для широкого использования в качестве структурного остекления фасадов зданий («вместо штукатурки»), а также оконного остекления. ЭСТО автоматически реагирует на изменение погодных условий (освещенности и температуры) и не требует для своей работы ни электроэнергии, ни управляющих устройств. Наиболее выгодным на сегодняшний день направлением использования ЭСТО представляется его применение в качестве внешнего остекления в составе оконных стеклопакетов с покрытием Low E.

Ключевые слова: окна с переменным светопропусканием, «интеллектуальное» структурное остекление, термохромное ламинированное остекление, регулирование поступления солнечного света и тепла.

ENERGY-SAVING THERMOCHROMIC GLAZING

Gusarova (Markova) Tatiana Sergeevna,

Fedorov Andrei Victorovich

Abstract: Energy-saving daylight regulating Thermochromic Glazing (EDTG) is the “smart” glazing of a new type aiming to create “intelligent” windows and facades. EDTG enables to regulate daylight automatically adapting dynamically to the continuously changing climatic conditions. No electrical power, or other power is needed to operate TLG. In combination with Low-E glass, EDTG makes possible to create regulated cover heating for “zero net energy” houses.

Keywords: variable Transmission Windows, “Intelligent facades”, Thermochromic laminated glazing, regulation of daylight and heat fluxes.

Известно, что на отопление и кондиционирование зданий как в России, так и в Западной Европе и США расходуется 45-50 % всех вырабатываемых энергоресурсов, на долю которых приходится 30 % всех выбросов парниковых газов. При этом 60 % подведенной к зданию энергии безвозвратно теряется через окна за счет конвекции (9 %), теплопроводности (9 %) и инфракрасного (планковского) излучения (42 %). Для исключения потерь на конвекцию и

теплопроводность в современных окнах (стеклопакетах) оптимизируют ширину межстекольного промежутка (15 – 20 мм) и заполняют его тяжелоатомным инертным газом (аргоном, криптоном). Потери на планковское излучение являются неизбежными, они подчиняются законам термодинамики и составляют 150 Вт/(м²·ΔТ) при перепаде температур снаружи и внутри помещения в 30⁰С. Эти потери связаны с потоком тепла, который зимой уходит из помещения наружу, а летом, наоборот, поступает в помещение и вызывает необходимость кондиционирования, которое обходится в 5 и более раз дороже отопления.

Сегодня в мире основное внимание уделяется разработке двух типов «интеллектуального остекления», изменяющих свое светопропускание под действием электрического тока (электрохромное, стоимость около 1000 USD/м²) или под действием света (фотохромное, стоимость 100 USD/м² – производится только для очков). Их недостатками являются сложность и дороговизна технологии, применение дорогостоящих материалов, необходимость использования источников электропитания и управляющих элементов, неравномерность окраски при срабатывании (для электрохромных материалов), что делает их использование нерентабельным на данный момент.

Альтернативой является разработанное сотрудниками кафедры физики ВШТЭ энергосберегающее светорегулирующее термохромное остекление (ЭСТО), автоматически реагирующее на изменение погодных условий (температуры и освещенности) и не требующее для своей работы ни электроэнергии, ни управляющих устройств. Остекление принципиально нового типа предназначено для широкого использования в качестве:

- 1) оконного остекления производственных, жилых и офисных помещений, витрин магазинов;
- 2) структурного остекления фасадов зданий («вместо штукатурки»).

ЭСТО представляет собой стеклотриплекс, в котором между двумя листами стекла находится внутренний полимерный термохромный слой, содержащий наноразмерные комплексы переходных металлов, обратимо изменяющие свою структуру под действием световых и тепловых потоков, что приводит к автоматическому регулированию светопропускания и теплообмена с окружающей средой новым видом остекления. Состав ЭСТО оптимизирован таким образом, что, при температурах, меньших 20⁰С (например, зимой), достигается максимальное поступление света и тепла в помещение, способствуя снижению расходов на отопление. Летом при температурах, больших 20⁰С, наоборот, ЭСТО будет уменьшать поступление света и тепла в помещение, тем самым, снижая затраты на кондиционирование и устраняя избыточную освещенность. Для производства ЭСТО не требуется разработки ни специального оборудования, ни специальной технологии. Оно может производиться на стандартном оборудовании.

Отличающееся простотой технологии и дешевизной (70-80 USD/м²), по сравнению с лучшими мировыми аналогами, ЭСТО понижает энергетические

затраты на отопление и кондиционирование зданий и создает комфортные условия внутри помещения, не давая при этом слепящего эффекта (запрещенного в Европе и Америке законодательно). Расчеты и экспериментальные исследования показывают, что экономия затрат на кондиционирование и отопление при использовании ЭСТО в качестве окна на широте Москвы составит 25-70 USD/м² в год каждый год, что позволит более, чем на 25% сократить потребление мировых энергоресурсов и на 15% уменьшить выбросы «парниковых» газов. В южных районах эффективность использования ЭСТО будет существенно выше.

Наиболее выгодным на сегодняшний день направлением использования ЭСТО представляется его применение в качестве внешнего остекления в составе оконных стеклопакетов с покрытием Low E (отражающим тепловое излучение в области 10 мкм), мировой рынок сбыта которых составляет 200-300 млн. м² в год.

В настоящее время в ВШТЭ СПбГУПТД разработаны составы и технологии производства различных видов ЭСТО (переходы: серый ↔ темно-серый, коричневый ↔ темно-коричневый, бесцветный ↔ синий, розовый ↔ синий, желтый ↔ зеленый и др.), которые осуществлены в виде жидкостных и заполненных гелем вариантов стеклопакетов, в пленочном варианте – с использованием стандартного оборудования НПО «Пластполимер», включающего стадии нанесения термохромного слоя с помощью экструдера на подложку, сушки и последующего триплексования (ламинирования) стеклопакета, производимого на стандартном оборудовании предприятия «Зеркальный завод», а также в варианте стеклотриплекса, заполненного термохромной фото-, термо-, либо химически отверждаемой композицией, производство которого было освоено на опытном участке в ВШТЭ СПбГУПТД в содружестве с ЗАО «Метробор», ООО «НПК «Теплизол» и ООО «Механобр-Триплекс». В 2009 году разработанным нами новым видом фотоотверждаемых триплексов осуществлено остекление магазина «Золотая середина» по адресу: Санкт-Петербург, Спасский пер., д. 14/35 (Сенная площадь).

Еще раз о преимуществах энергосберегающих окон:

1. Энергосберегающие окна способны создать комфортный микроклимат внутри помещения летом, за счет чего можно сэкономить на кондиционировании (до четверти мировых энергоресурсов).
2. Энергосберегающие окна препятствуют выгоранию обоев, мебели, ковров и других предметов интерьера.
3. ЭСТО может быть также применено для создания цветных витражей и перегородок, сюжет которых будет изменяться в течение дня в зависимости от температуры и освещенности.
4. ЭСТО может быть также использовано для создания микроклимата в теплицах.

ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КПД

студент гр. Д-М 225 **Зибаров Степан Андреевич**,
науч. руководитель: д-р. техн. наук, профессор **Растимешин Сергей Андреевич**
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: Происходящее в двигателе преобразование электрической энергии в механическую сопровождается потерями энергии, вызванными различными факторами. Коэффициент полезного действия двигателя коррелирует с количественными и качественными характеристиками этих факторов. В статье приведен обзор и анализ, а также способы нивелирования источников потерь энергии в асинхронном электродвигателе. Особое внимание уделено механическим потерям.

Ключевые слова: электропривод, трёхфазный асинхронный двигатель, мощность потерь, КПД, увеличение КПД электродвигателя.

ENERGY LOSS IN AN INDUCTION MOTOR AND WAYS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY

Zibarov Stepan Andreevich,
Rastimeshin Sergey Andreevich

Abstract: The conversion of electrical energy into mechanical energy in the engine is accompanied by energy losses caused by various factors. The engine efficiency correlates with the quantitative and qualitative characteristics of these factors. The article provides a review and analysis the sources of energy loss in an induction motor and ways to deal with the sources of energy loss. Particular attention is paid to mechanical losses.

Keywords: electric motor, three-phase induction motor, power loss, energy conversion efficiency, increase in efficiency of the electric motor.

Преобразование энергии в асинхронной машине сопровождается потерями энергии. В асинхронном двигателе эти потери разделяются на магнитные, электрические, механические и добавочные.

Магнитные потери P_M складываются из потерь на перемагничивание сердечников вращающимся магнитным полем (гистерезис) и потерь на вихревые токи:

$$P_M = P_{\Gamma} + P_{\text{ВТ}}$$

Механические потери $P_{МЭХ}$ это потери, обусловленные трением в подшипниках и потери на вентиляцию (при самовентиляции машины), а в двигателях с фазным ротором к ним добавляются еще и потери на трение щеток о контактные кольца.

Электрические потери обусловлены тепловым действием тока и складываются из потерь в обмотках статора и ротора. Эти потери пропорциональны квадрату тока в соответствующей обмотке:

в обмотке статора:

$$P_{Эст} = m_1 \cdot I_1^2 \cdot r_1$$

в обмотке ротора:

$$P_{Эр} = m_2 \cdot I_2^2 \cdot r_2$$

m_1 и m_2 – число фаз в обмотках статора и ротора;

I_1 и I_2 – сила тока в обмотках статора и ротора;

r_1 и r_2 – активные сопротивления обмоток статора и ротора;

В этих выражениях активные сопротивления обмоток должны быть приведены к рабочей температуре обмоток, так как при нагреве удельное электрическое сопротивление металлов увеличивается.

Так как токи I_1 и I_2 в обмотках зависят от того какую нагрузку испытывает двигатель, то электрические потери также зависят и от мощности сопротивления рабочего механизма, приводимого двигателем. Работа асинхронного двигателя наиболее экономична при малом скольжении, так как электрические потери в обмотке ротора пропорциональны скольжению:

$$P_{Эр} = s \cdot P_{Эм}$$

s – скольжение;

$P_{Эм}$ – электромагнитная мощность, то есть мощность, передаваемая через воздушный зазор между статором и ротором в ротор двигателя:

$$P_{Эм} = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 - (P_M + P_{Эст})$$

U_1 – напряжение, подаваемое на обмотку статора;

$\cos \varphi_1$ – коэффициент мощности асинхронного двигателя.

Добавочные потери включают в себя все виды трудноучитываемых потерь (пульсационные потери, потери от высших гармонических составляющих и т. п.). В двигателях с фазным ротором имеют место электрические потери в контакте щеток:

$$P_{Эщ} = 3 \cdot I_2 \cdot \Delta U_{щ}$$

$\Delta U_{щ}$ – переходное падение напряжения на пару щеток.

Совершенствованием конструкции и улучшением способов управления двигателем можно добиться значительного снижения потерь энергии и, соответственно, повышения КПД двигателя.

Потери на перемагничивание сердечников вращающимся магнитным полем прямо пропорциональны площади петли гистерезиса и зависят от ферромагнитных свойств металла, используемого для изготовления сердечника.

Сердечники изготавливают из магнитомягких материалов (незакаленной стали или железа), сплавляемых с кремнием. Нередко в качестве легирующей добавки в электротехнической стали может содержаться алюминий (до 0,5 %).

В настоящее время для производства сердечников в основном используются анизотропные стали, обладающие следующими удельными магнитными потерями $P_{1,7/50} = 1,35 \dots 1,4$ Вт/кг (марка 3405) и $P_{1,7/50} = 1,25 \dots 1,3$ Вт/кг (марка 3406) [2, с. 67].

Чтобы снизить магнитные потери стали, была разработана [2, с. 68] высокопроницаемая сталь (типа $HI = V$) с удельными потерями $P_{1,7/50} = 1,15 \dots 1,2$ Вт/кг при той же толщине листа, что и у сталей марки 3405 и 3406.

Технология её производства значительно отличается от действующих тем, что высокая проницаемость стали достигается при переделе по схеме с двойной холодной прокаткой. Результативность предлагаемой технологии состоит в уменьшении затрат на передел, а также исключении из технологического процесса трудоемких и экологически неблагоприятных операций [2, с. 68].

На эксплуатационные характеристики электротехнических сталей во многом также влияют и методы их обработки и изготовления. Например, холоднокатаная сталь имеет меньшие удельные магнитные потери чем горячекатаная [3, с. 66]. В исследовании [4, с. 16] описан режим эффективной лазерной обработки, при котором происходит улучшение практически всех свойств стали: потери на перемагничивание уменьшаются до 21 %.

Электрические потери в обмотках ротора и статора обуславливаются сопротивлением проводников, из которых они изготовлены. Уменьшить это сопротивление можно за счет использования максимально очищенной от примесей меди, это снизит нагрев обмоток. Однако само по себе применение чистой меди не улучшит энергосбережение по миру в целом, так как процесс обработки и очистки меди энергоёмкий и дорогостоящий [5, с. 220].

В настоящее время существуют и иные способы, позволяющие снизить активное сопротивление обмотки статора и, соответственно, электрические потери в двигателе. В частности, в работе [6, с. 5] приведён способ, заключающийся в скрещивании жгутов одной ветви между катушками таким образом, чтобы каждый жгут указанной ветви был расположен в пазах по меньшей мере n раз и максимум n' раз в каждом из соответствующих возможных положений жгутов указанной ветви относительно соответствующего наиболее глубокого возможного положения жгута в пазу, при этом n представляет собой целочисленное частное от деления количества s последовательно включенных катушек ветви и количества b возможных положений жгутов ветви, при этом $n' = n$, в случае если s делимо на b , и $n' = n + 1$, в случае если s не делимо на b .

Это расположение жгутов способствует тому, что данные жгуты по сравнению с остальными жгутами ветви находятся на наиболее одинаковом

возможном расстоянии внутри обмоток, расположенных в пазах статора. Таким образом, благодаря этому расположению жгутов значительно уменьшается вытеснение тока между проводниками обмотки статора. Поэтому в целом электрическая машина имеет более низкое омическое сопротивление, благодаря чему экономится энергия, потребляемая из сети.

Добавочные потери разделяют на добавочные потери при холостом ходе и добавочные потери при нагрузке. К добавочным потерям при холостом ходе относятся поверхностные и пульсационные потери. Поверхностные возникают в поверхностном слое зубцов или полюсов из-за пульсаций электромагнитного поля в воздушном зазоре между статором и ротором. Пульсационные потери – это потери в стали за счет колебаний магнитного потока в зубцах статора или ротора. Пульсационные потери зависят от индукции в зубцах и частоты колебаний. Добавочные потери при нагрузке появляются в обмотках и магнитопроводе из-за потоков рассеяния и искривления электромагнитного поля в воздушном зазоре при нагрузке на двигатель.

Для уменьшения влияния гармонических составляющих высших порядков применяется технология фиктивных пазов на статоре [7, с. 136]. Оценка влияния фиктивного паза на работу двигателя оценивается с помощью такого параметра, как коэффициент нелинейных искажений (*total harmonic distortions (THD)*). Этот показатель характеризует насколько отличается форма напряжения от синусоидальной и определяется следующим образом:

$$THD = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2}}{A_1} \cdot 100\%$$

A_n – амплитуда n -ой гармоники напряжения.

По результатам исследования [7, с. 135] применение фиктивного паза позволило снизить THD с 2,05 % до 1,58 %.

Также THD снижают за счёт усовершенствования конструкции статора, заключающегося в использовании шестифазных обмоток статора с дробным числом Q пазов на полюс и фазу [9, с. 15]. Такая технология позволяет не только повысить КПД машины, но и снизить её вибронегруженность.

Приближенно можно считать, что механические потери пропорциональны квадрату частоты вращения [9, с. 69]. Потери на трение зависят от плотности и значения вязкости среды, в которой совершает движение ротор машины. При заполнении машины водородом механические потери уменьшаются примерно в 10 раз по сравнению с потерями в воздухе [9, с. 70].

Потери на трение в подшипниках и вентиляционные потери в асинхронных двигателях с радиальной системой вентиляции рассчитываются по формуле [9, с. 70]:

$$P_{\text{МЕХ}} = k_{\text{тр}} \cdot \left(\frac{n}{1000}\right)^2 \cdot (10 \cdot D_p)^3$$

$k_{\text{тр}}$ – коэффициент трения (прямо пропорционально зависит от числа пар полюсов);

n – скорость вращения;

D_p – диаметр ротора.

Потери на трение щеток о контактные кольца (в двигателях с фазным ротором):

$$P_{\text{тр. щ.}} = k_{\text{тр. щ.}} \cdot p_{\text{щ.}} \cdot S_{\text{щ.}} \cdot v_{\text{л}}$$

$k_{\text{тр. щ.}}$ – коэффициент трения щеток о контактные кольца ($k_{\text{тр. щ.}} = 0,1 \dots 0,2$);

$p_{\text{щ.}}$ – давление на контактной поверхности щеток, Па;

$S_{\text{щ.}}$ – площадь контактной поверхности щеток, м²;

$v_{\text{л}}$ – линейная скорость поверхности контактных колец, м/с ($v_{\text{л}} = 2\pi Rn$).

Авторами учебных пособий и исследовательских работ, коррелирующих с темой данной статьи, даются рекомендации производить общий расчет механических потерь в двигателе без их стратификации. Потери на трение в подшипниках качения не велики, а в подшипниках скольжения, используемых в машинах большой мощности, ещё меньше и составляют лишь малую часть механических потерь. Для двигателей малой и средней мощности такой подход приемлем, так как их ротор обладает сравнительно малой инерцией и вентилятор таких машин развивает относительно низкий аэродинамический напор, не тратя на это много мощности. Однако, для машин высокой и сверхвысокой мощности такой подход неприемлем, так как в них объем циркулирующего воздуха значительно больше. Кроме того, нередко в ярме и зубцах сердечника статора таких двигателей выполняют дополнительные аксиальные каналы с целью улучшения теплообмена. От геометрических параметров этих каналов зависит какое сопротивление будет испытывать поток охлаждающего воздуха. В связи с изложенными обстоятельствами в подобных машинах мощность, отбираемая вентилятором охлаждения для поддержания температуры двигателя на требуемом уровне, будет значительно больше. К примеру, для двигателя АИР355М4 ($P_{\text{ном}} = 315 \text{ кВт}$) величина механических потерь будет составлять $\approx 4,5 \text{ кВт}$ и лишь $\approx 40 \text{ Вт}$ из этих 40 кВт будут приходиться на трение в подшипниках. Таким образом, расчёт аэродинамических потерь играет важную роль в проектировании машин высоких и сверхвысоких мощностей. Вычислив, от каких параметров зависят аэродинамические потери в двигателе, можно добиться значительного снижения данных потерь, влияя на параметры их обуславливающие.

Мощность, необходимая для привода вентилятора охлаждения, Вт:

$$P = \frac{HQ}{\eta_{\text{в}}}$$

H – напор воздуха, Н/м²;

Q – производительность вентилятора, м³/с;

$\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора.

$$Q = \frac{k_m \cdot \sum P}{c_B \cdot (t_r - t_x)}$$

k_m – коэффициент, учитывающий изменение условий охлаждения;

Таблица 1. Зависимость k_m от параметров исполнения двигателя

Число пар полюсов/Высота оси вращения	$h_B \leq 132$ мм	$h_B > 132$ мм	$h_B \leq 132$ мм	$h_B \geq 160$ мм
$2p = 2$	1,5...1,7	1,8...2,0		
$2p \geq 4$			1,2...1,4	1,4...1,6

$\sum P$ – суммарная тепловая мощность, выделяющаяся в двигателе из-за магнитных и электрических потерь, Вт;

c_B – объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·°С);

t_r – температура воздуха на входе в двигатель, °С;

t_x – температура воздуха на выходе из двигателя, °С;

$$\sum P = (m_1 \cdot I_1^2 \cdot r_{1\text{РАБ}}) + (m_2 \cdot I_2^2 \cdot r_{2\text{РАБ}}) + (k_{\text{обр}} \cdot P_{1,7/50} \cdot (f/50)^\beta \cdot B_i^2 \cdot G_i)$$

$k_{\text{обр}}$ – коэффициент обработки, зависящий от обработки стали (для асинхронных $k_{\text{обр}}=1,4...1,8$);

f – частота перемагничивания, Гц;

β – коэффициент, зависящий от марки стали;

B_i – индукция в i -ой части магнитопровода, Тл;

G_i – масса i -ой части магнитопровода, кг.

Напор воздуха определяется следующим образом:

$$H = Q^2 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{\xi_i}{S_i^2} \right)$$

ξ_i – коэффициент аэродинамического сопротивления i -го участка;

S_i – сечение i -того участка.

$$\xi_i = \alpha_i \cdot \xi_d$$

α_i – коэффициент местного сопротивления;

ξ_d – коэффициент динамического давления (для воздуха $\xi_d = 61 \cdot 10^{-3}$),

$$\frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

Коэффициент местного сопротивления α_i зависит от характера движения потока и от шероховатости поверхности. В общем случае коэффициент местного сопротивления для каналов определяется соотношением

$$\alpha_i = \lambda_{\text{тр}} \frac{l}{d}$$

l – длина канала, м;

d – диаметр канала, м.

$$\lambda_{\text{тр}} = f\left(\text{Re}, \left(\frac{\Delta}{d}\right)\right)$$

Re – число Рейнольдса;

Δ – абсолютный размер типичного выступа.

Величина $\lambda_{\text{тр}}$ называется коэффициентом трения и определяется по данным, получаемым эмпирически в каждом конкретном случае. С достаточной степенью точности для практических расчетов можно принять для аксиальных каналов сердечников электрических машин (шероховатые каналы) $\lambda_{\text{тр}} = 0,08 \dots 0,1$, а для гладких каналов $\lambda_{\text{тр}} = 0,025$.

С помощью программной среды Flow Vision авторами были получены значения α_i для наиболее часто используемых в производстве форм аксиальных охлаждающих каналов, выполняемых в ярме и зубцах сердечника статора, а также исследовано влияние геометрических параметров этих каналов на их аэродинамические характеристики.

Так как при изменении сечения поток охлаждающего воздуха срывается у стенки и образует вихревую зону, увеличивающую сопротивление тракта, то при выполнении в сердечнике статора охлаждающих каналов следует стремиться к тому, чтобы выполнять их, по возможности, одинакового сечения по всей длине канала, минимизируя при этом шероховатость внутренней поверхности канала. В случае невозможности выполнить канал одинаковым по всей длине его сечения, следует в местах перехода скруглять канал наибольшим возможным радиусом.

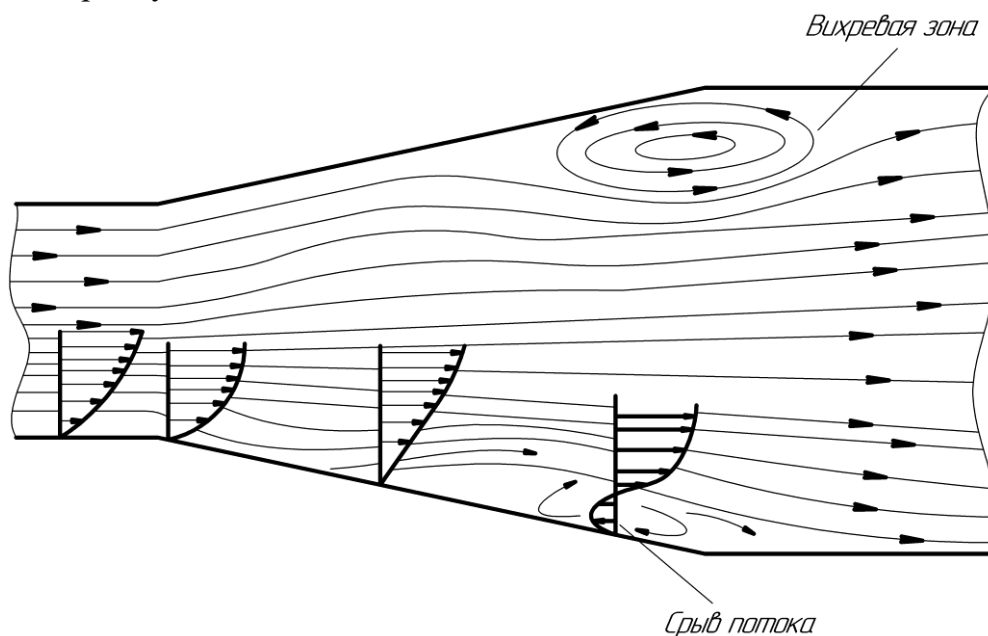


Рисунок 1. Схема срыва потока и образования вихревой зоны при расширении тракта

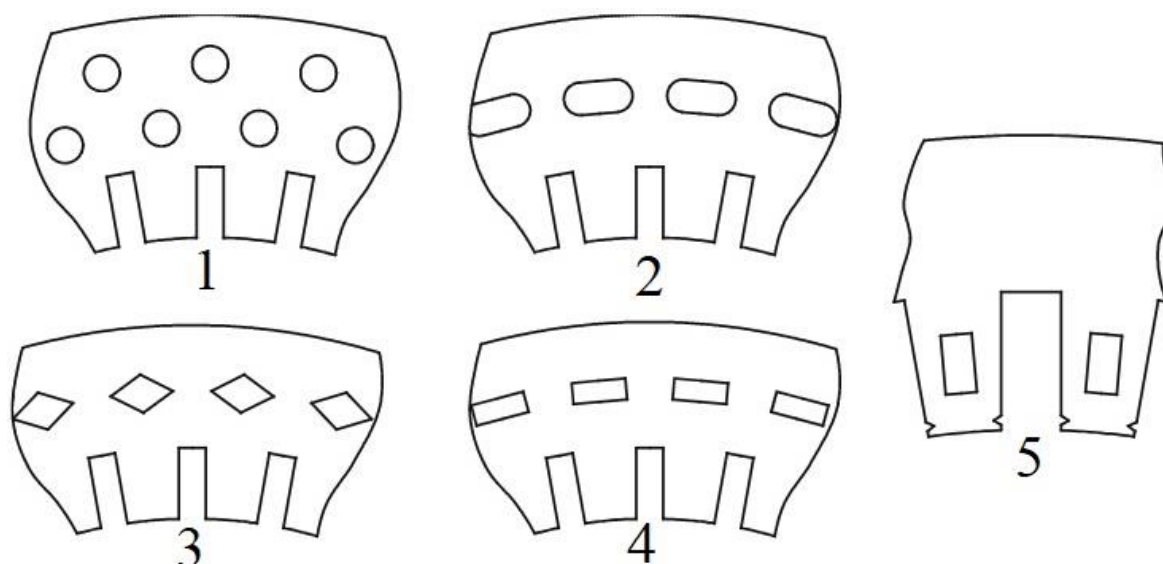
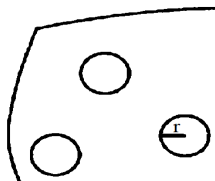
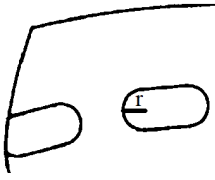
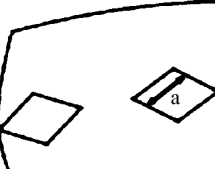
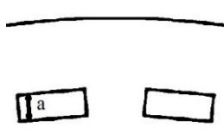



Рисунок 2. Наиболее часто используемые в производстве формы аксиальных охлаждающих каналов

Таблица 2. Значения α_i аксиальных каналов различного типа

№ п/п	Значения α_i	Примечание
1	$\alpha_i = \lambda_{\text{тр}} \cdot l \cdot (2r)^{-1}$	
2	$\alpha_i = \lambda_{\text{тр}} \cdot l \cdot 0,5 \cdot r^{-1}$	
3	$\alpha_i = \lambda_{\text{тр}} \cdot l \cdot a^{-1}$	
4	$\alpha_i = \lambda_{\text{тр}} \cdot l \cdot 0,694 \cdot a^{-1}$	
5		

Список использованной литературы

1. Стародубцев Ю. Н. Магнитомягкие материалы. – М.: Техносфера, 2011. – С. 35-36.
2. Шестопалов А. В. Медведко Л. Л. Повышение магнитных характеристик электротехнической анизотропной стали, посредством разработки высокопроницаемой стали (НП = В сталь). Научный форум: технические и физико-математические науки. Сборник статей по материалам VI международной заочной научно-практической конференции. – Липецк: Общество с ограниченной ответственностью "Международный центр науки и образования», 2017. – С. 66-70.
3. Дружинин В. В. Магнитные свойства электротехнической стали. – М: Энергия, 1974. – С. 66-69.
4. Милосердин В. Ю. Мищенко А. Ю. Самосадный В. Т. Влияние лазерного облучения на эксплуатационные характеристики электротехнических сталей анизотропного класса. – М: ООО "Интерконтакт Наука", 2006. – С. 12-16.
5. Кузьмин С. О. Малахова Т. Ф. Захаренко С. Г. Повышение КПД электродвигателя. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2016. – С. 220.
6. Патент РФ 2015101846/07, 06.06.2013. Tsentner M., Gels P., Shefer R., Vashek J. Reduced electrical resistance in electric machine with windings, arranged in slots.
7. Вавилов В. Е. Бекузин В. И. Айгузина В. В. Оценка эффективности применения фиктивных пазов на статоре для снижения влияния высших гармоник в магнитоэлектрическом генераторе. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2015. – С. 130-136.
8. Кручинина И. Ю. Штайнле Л. Ю. МДС многофазных обмоток статора с дробным числом Q пазов на полюс и фазу. – М: Фирма Знак, 2010. – С. 9-15.
9. Копылов И. П. Электрические машины: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 68-350.
10. Сипайлов Г. А. Санников Д. И. Жадан В. А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах. – М.: Высшая школа, - 1989.

© С.А. Зибаров, С.А. Растимешин, 2020

НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

магистр группы W41152 **Бубнов Кирилл Анатольевич**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Малышев Александр Александрович**
Национальный исследовательский университет ИТМО
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Как известно, что из-за уменьшения температурного графика снижается тепловая мощность теплообменных аппаратов, что отрицательно сказывается на энергоэффективности всей системы и требует интенсификации теплообмена. Эта проблема особенно актуальна для пластинчатых теплообменников. В статье будут описаны пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: пластинчатые ТО, энергоэффективность, интенсификация.

NEW METHODOLOGY FOR OPTIMIZING PLATE HEAT EXCHANGERS

Bubnov Kirill Anatolevich,
Malyshev Aleksandr Aleksandrovich

Abstract: It is known that due to a decrease in the temperature schedule, the heat capacity of heat exchangers decreases, which negatively affects the energy efficiency of the entire system and requires the intensification of heat exchange. This problem is particularly relevant for plate heat exchangers. This article will describe ways to solve this problem.

Keywords: Plate Heat Exchangers, energy efficiency, intensification.

Если рассмотреть глобальные тенденции в сегменте теплоснабжения, то первое очевидное явление - это снижение максимальной температуры, подводимой от источника к тепловым сетям. Разница температур между нагреваемой и греющей сторонами уменьшается каждые десять лет на несколько градусов. Это явление обусловлено несколькими факторами, в том числе износом генерирующих мощностей и тепловых сетей, стремлением замедлить процесс коррозии в теплоэнергетическом оборудовании, а также внедрением альтернативных источников энергии, которые имеют более пониженный температурный график по сравнению с классической энергетикой.

Уменьшение температурного графика неизбежно приводит к снижению средней логарифмической температуры, что напрямую влияет на тепловую мощность теплообменного аппарата, что видно из формулы (1):

$$Q = k * F * \Delta t_{\text{лог}} \quad (1)$$

где Q -тепловая мощность теплообменного аппарата, F -поверхность теплообмена, $\Delta t_{\text{лог}}$ – среднелогарифмический температурный напор, k – коэффициент теплопередачи.

В этих условиях, чтобы поддерживать тепловую мощность устройства на одном уровне, необходимо увеличить поверхность нагрева или коэффициент теплопередачи. Увеличение поверхности нагрева неизбежно влечет за собой увеличение стоимости теплообменника и увеличение его общих и весовых характеристик. Вот почему вопрос об интенсификации теплообмена в теплообменниках становится все более актуальным в последние годы. Инновационное решение было предложено инженерами компании Danfoss. В теплообменниках под торговой маркой Micro plate задача максимальной интенсификации теплообмена реализуется с помощью сферических углублений вместо традиционного шевронного гофрирования пластин.

Интенсификация теплообмена в теплообменниках

Интенсификация теплообмена связана с образованием турбулентного режима течения жидкости в теплообменнике. Как известно, что режим течения обусловлен геометрией канала, расходом теплоносителя и его кинематической вязкостью (число Рейнольдса). Исходя из этого, можно сказать, что чем больше скорость потока и чем сложнее обтекание поверхности, тем более вероятнее турбулентный режим течения. Большинство средств интенсификации теплообмена направлены на создание дополнительной турбулизации в проточном канале теплоносителя. Самым распространённым методом является - нанесение шероховатости на поверхность теплообмена.

Основная проблема, которую должны решить инженеры, демонстрируется простейшей аналогией Рейнольдса [1]:

$$\text{Nu}/\text{Nu}_0 = C_f/C_{f0} \quad (2)$$

где Nu , C_f - число Нуссельта (безразмерный коэффициент теплоотдачи) и коэффициент трения на поверхности с интенсификаторами теплообмена, Nu_0 , C_{f0} - число Нуссельта и коэффициент трения на гладкой поверхности.

Это уравнение показывает неразрывную связь между усилением теплообмена и увеличением гидравлического сопротивления.

Рассмотрим проблему уменьшения температурного графика на примере пластинчатого теплообменника. В данном случае для увеличения поверхности нагрева в теплообменнике можно использовать дополнительные пакеты пластин в раму, но, как уже упоминалось, это обеспечивает увеличение стоимости устройства, и, кроме того, уменьшение скорости тока в канале (с увеличением пакета тарелок увеличивается поперечное сечение каналов для теплоносителя, что снижает скорость тока и, как следствие, коэффициент теплопередачи в аппарате). То есть навеска дополнительных пакетов пластик не эффективна, поэтому для пластинчатых теплообменников проблема интенсификации

теплообмена может быть более злободневной, чем для других типов устройств. На сколько же актуальна сейчас обыкновенная шевронная пластина с точки зрения теплообмена?

Сегодня пластины этого типа практически исчерпали себя с точки зрения способов дальнейшей интенсификации теплообмена. Производители предлагают пластины с различными углами рифления (обычно 2 угла орифления, которые могут составлять 3 или более типов каналов) и различной глубиной штамповки для увеличения или сужения канала.

Однако, прошло уже более 50 лет, и отчетливо видны ограничения этого типа конструкции теплообменной пластины:

- наличие застойных зон в периферийной части пластинки, труднорешаемых за счет использования распределительных платформ;
- высокие механические напряжения в зоне контакта двух пластин, обусловленные формой шевронного гофрирования, приводят к необходимости увеличения толщины металла и, как следствие, к значительному увеличению термического сопротивления между двумя теплообменными средами;
- отношение роста гидравлического сопротивления к росту коэффициента теплопередачи не является оптимальным [2].

Нужно искать новые нагревательные поверхности, которые дадут прекрасную возможность оптимизировать конструкцию. Это инновационное решение было разработано и внедрено инженерами Danfoss в теплообменниках типа XGM. На рис. 1 приведены результаты экспериментального анализа различных методов интенсификации теплообмена [1]. Больше всего нас интересуют участки, обозначенные следующими номерами: 6, 6а, 6б - сферические углубления различной геометрии; 12 - сферические углубления (кипения); А: Линия аналогии Рейнольдса.

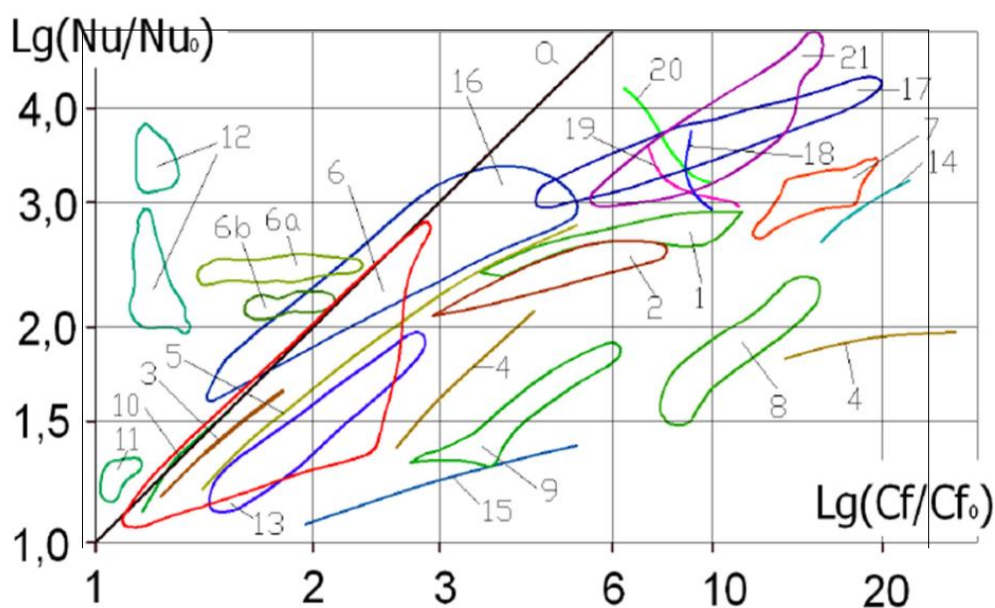


Рисунок 1. Сравнительный анализ различных способов интенсификации теплообмена

Видно, что наиболее оптимальные средства интенсификации, чьи экспериментальные данные располагаются выше кривой аналогии Рейнольдса. Как правило, такие результаты показывают средства вихревой интенсификации теплообмена. Они могут значительно улучшить теплообмен при умеренном увеличении сопротивления. В ряде исследований экспериментально установлено, что при использовании сферических углублений увеличение теплопередачи не сопровождается типичным квадратичным увеличением гидравлического сопротивления. В этом случае значительное увеличение теплопередачи соответствует почти эквивалентному увеличению гидравлического сопротивления, в отличие от других средств интенсификации, когда увеличение гидравлического сопротивления весьма значительно опережает рост коэффициента теплопередачи.

«Использование этой технологии в пластинчатых теплообменниках имеет большой потенциал», - сказал Илья Григорьев, ведущий специалист по теплообменному оборудованию в Danfoss. Специалист объясняет, использование сферических выемки для гофрирования пластин теплообменника позволяет увеличить коэффициент теплопередачи без значительного увеличения гидравлического сопротивления и габаритов теплообменника. Кроме того, появляется ряд дополнительных преимуществ:

Во-первых, становится возможным более гибко регулировать термогидравлические характеристики пластины в соответствии с конкретными условиями эксплуатации. Сферические выемки обеспечивают гораздо большую степень свободы при разработке пластин, поскольку переменными величинами могут являться: глубина штамповки, относительный шаг расположения, тип расположения, форма углубления (сферическая, овальная и т. д.). Более сложная структура потока по пластине позволяет увеличить эквивалентную тепловую длину пластины без физического увеличения ее длины.

Во-вторых, механическая прочность пластин может быть увеличена путем увеличения точек контакта между пластинами (чем больше сферических углублений сформировано на пластине, тем больше точек контакта будет на верхних частях углублений). Точки касания можно размещать относительно произвольно, увеличивая их количество при необходимости. Кроме того, контактные площадки могут быть выполнены плоскими, что реализовано в теплообменниках Danfoss типа XGM и помогает разгрузить пластину в зоне касания. Когда контактные площадки являются плоскими, возникают только нормальные напряжения, а не комбинация касательных и нормальных напряжений, как это происходит в точке контакта округленных вершин шевронных профилей. Кроме того, из-за увеличения числа точек контакта, возникающие при касании двух пластин, распределяются по большой площади, что снижает напряжения в металле в точке контакта пластин, позволяя пластине быть тоньше. Уменьшение толщины пластины приводит к уменьшению массы

теплообменника, что особенно важно при установке в стесненных условиях или при использовании устройств с большим пакетом пластин. Масса пакета пластин может быть уменьшен 30 %, при условии замена пакета с пластинами шевронного рифления.

В-третьих, возможно более эффективное использование поверхности нагрева пластины, благодаря более равномерному потоку теплоносителя вдоль пластины теплообменника. При использовании выемок вместо шеврона нет существенной зависимости гидравлического сопротивления от угла падения, есть только обычная зависимость гидравлического сопротивления от длины пути объема теплоносителя. За счет этого гидравлическое сопротивление линии основного потока и периферии для пластины с углублениями практически одинаково, а скорость на пластине более равномерна, без ярко выраженных минимумов и максимумов. Этот факт позволяет более эффективно использовать теплообменную поверхность пластинки.

Кроме того, две пластины с дискретной шероховатостью при контакте образуют канал в форме сопла-диффузора, который образует поверхность теплообмена нового типа. Последовательность сопла-диффузора образует микропульсации потока, которые помогают более эффективно вымывать загрязнения из пластины, что приводит к снижению затрат при обслуживании теплообменного аппарата.

Подводя итог, видно, что замена «классических» шевронных пластин на пластины с углублениями поможет решить сразу несколько проблем, связанных с пластинчатыми теплообменниками, а именно:

1. Повысить коэффициент теплоотдачи.
2. Уменьшить вес и стоимость конструкции.
3. Повысить долговечность конструкции.
4. Уменьшить эксплуатационные издержки.

Список используемой литературы

1. Аналогия Рейнольдса [Электронный ресурс] (URL: <https://ru.wikipedia.org>).
2. Особенности строения пластинчатого теплообменного аппарата [Электронный ресурс] (URL: <http://teplosibiri.com/technical-articles/osobennosti-stroeniya-plastinchatogo-teploobmennika>).

© К.А. Бубнов, А.А. Мылышев, 2020

О МЕСТЕ АЭС В РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИКИ ВЬЕТНАМА

студент гр. ЭН-640039 **Та Ван Тхьонг**,
студент, гр. ЭН-640039 **Ха Хуи Мань**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Ташлыков Олег Леонидович**
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация: Представлена история развития энергетики Вьетнама. Приведены данные по структуре энергопроизводства Вьетнама, планы развития энергетики, включая строительство АЭС «Ниньтхуан». Выполнен анализ причин переноса сроков строительства АЭС. Обоснована возможность возврата Вьетнама к планам сооружения АЭС. Описаны условия, созданные во Вьетнаме для сооружения АЭС: наличие регулирующих органов, правовой базы, подготовка специалистов для атомной энергетики, в том числе в Уральском федеральном университете.

Ключевые слова: энергетика, гидроэлектростанция, ветроэнергетика, солнечная энергетика, атомная электростанция, экология

ABOUT PLACE OF NPP IN THE DEVELOPMENT OF VIETNAM ENERGY

Ta Van Thuong,
Ha Huy Manh,
Tashlykov Oleg Leonidovich

Abstract: The history of Vietnam's energy development is presented. Data on the structure of Vietnam's energy production, energy development plans, including the construction of the «Ninh Thuan» NPP, are presented. The analysis of the reasons for the postponement of the construction of nuclear power plants was done. The possibility of returning Vietnam to the plans for building a nuclear power plant is justified. The conditions created in Vietnam for the construction of a nuclear power plant are described: the availability of regulatory authorities, a legal framework, the training of specialists for nuclear energy, including at the Ural Federal University.

Keywords: energy, hydroelectric power plant, wind power, solar power, nuclear power plant, ecology

Введение

Электроэнергетика Вьетнама после почти 80 лет создания и развития стала основой для социально-экономического развития страны. Первой

электростанцией во Вьетнаме является гидроэлектростанция (ГЭС) «Анкроет», построенная французами на реке Суой Ванг в деревне Дан Киа, в коммуне Лат Дуонг, в провинции Лам Донг. Строительство началось в октябре 1942 г., открыли ГЭС в октябре 1945 г., официальная выработка электроэнергии началась с 1946 г. ГЭС «Анкроет» с двумя блоками имела установленную мощность 600 кВт. В 1956 г. ГЭС была модернизирована японцами до 3,1 МВт, а затем повреждена в результате американских бомбардировок. В 1998 г. ГЭС «Анкроет» была модернизирована Южной энергетической корпорацией до 4,4 МВт и работает до сих пор.

С помощью Советского Союза в 1972 г. Вьетнам построил первую крупную ГЭС Thac Ba (108 МВт) на Севере на реке Чай, правом притоке реки Ло Из-за многократных американских бомбардировок ГЭС была сильно повреждена и восстановлена только в 1975 г. ГЭС «Thac Ba» вместе с ГЭС «Uong Bi» обеспечили надежную выработку электроэнергии для нужд Северного Вьетнама.

На рис. 1 приведены основные этапы развития электроэнергетики Вьетнама.

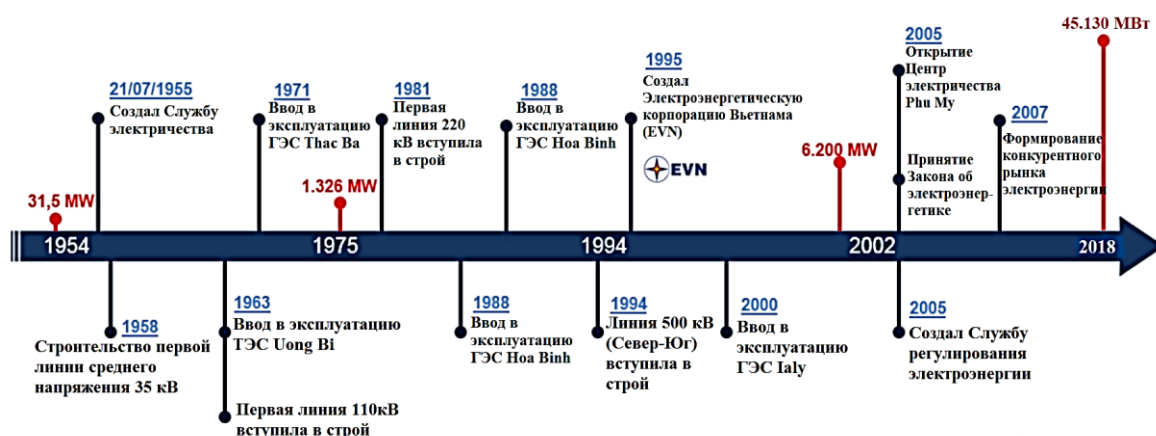


Рисунок 1. Этапы развития электроэнергетики Вьетнама: «От войны к объединению страны» (1954–1975); «Восстановление и построение основы» (1976–1994); «Совершенствование и развитие» (1995–2002); «Реструктурирование» (2003–2018)

Сейчас две части энергосистемы Вьетнама (Север и Юг) объединены в единую систему с помощью двух линий ЛЭП-500 кВ длиной около 8000 км. Примерно треть электроэнергии Вьетнама вырабатывают ГЭС, остальную часть – угольные, нефтяные, газовые и возобновляемые источники энергии. Стремительное развитие экономики Вьетнама приводит к растущему спросу на электроэнергию в среднем на 13% ежегодно.

Электрогенерирующие мощности и система электропередачи в настоящее время являются объектами постоянно возрастающих инвестиций. Планы развития (2020-2030) сформированы как основа для долгосрочного устойчивого развития. Основной целью стратегии развития энергетики является обеспечение

спроса на электроэнергию для обеспечения социально-экономического развития Вьетнама с ежегодным ростом ВВП около 7% в период до 2035 г.

Вьетнам обладает значительным количеством источников энергии (ГЭС, ТЭС, работающие на угле, газе, мазуте, возобновляемые источники энергии и другие). В настоящее время страна занимает второе место в Юго-Восточной Азии и 23-е место в мире по производству электроэнергии [1, с.2]

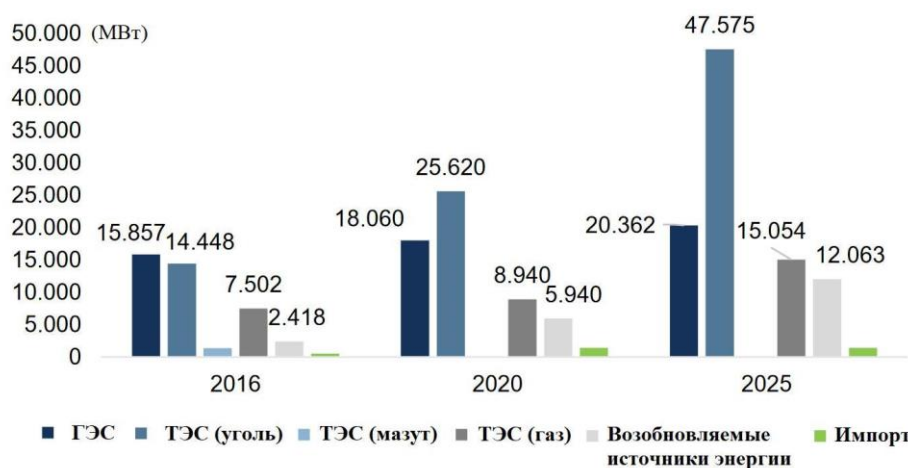


Рисунок 2. Структура источников электроэнергии по Плану Электроэнергии VII

К концу 2017 г. общая мощность системы достигла 43370 МВт, в 2018 г. - 45130 МВт. По данным EVN (Электроэнергетическая корпорация Вьетнама) годовая выработка электроэнергии по производству и импорту в 2018 г. достигла 210,5 млрд. кВт·ч.

Первичные источники энергии

Потенциал гидроэлектроэнергии Вьетнама довольно велик и почти полностью использован. По оценкам суммарная мощность ГЭС может достигать более 30000 МВт, однако многие малые ГЭС пагубно влияют на природную среду, вырубку лесов, являются серьезным препятствием, требующим подробной оценки воздействия на окружающую среду. К 2017 г. мощность крупных и средних ГЭС достигла 16192 МВт. Согласно VII электрическому плану, к 2020 г. мощность ГЭС достигнет 21600 МВт, около 24600 МВт к 2025 г. (1200 МВт ГАЭС) и около 27800 МВт к 2030 г.

В настоящее время добыча угля во Вьетнаме достигает 40-45 млн. тонн в год, обеспечивая большую часть внутреннего спроса и небольшой экспорт. Тенденция рынка - сокращение экспорта угля и увеличение импорта угля для удовлетворения внутреннего спроса. В 2017 г. импорт достиг 14,49 млн. тонн. Основными поставщиками угля являются Австралия, Индонезия и Россия.

Вьетнам является страной со средними запасами природного газа, основная часть которых находится в бассейнах рек Кыу Лонг, Нам Кон Сон, Малай-Тхо Чу, Ты Чинь-Вунг Май и частично в бассейне Фу Хань и Хонгха. Согласно Плану развития газовой промышленности до 2025 г. и прогнозу до 2035 года, ежегодная добыча природного газа составит в 2021-2025 гг. около 13-19

млрд. м³, в 2026-2035 гг. - 17-21 млрд. м³. Для производства электроэнергии используется примерно 70-80% газа [2, с.12].

Возобновляемые источники энергии

Вьетнам считается страной с высоким потенциалом развития ветроэнергетики (по оценкам - от 1800 до 9000 МВт). Наибольшим ветроэнергетическим потенциалом обладают побережье Центрального района, на Юге, Центральное нагорье и острова. Являясь сельскохозяйственной страной, Вьетнам обладает огромным количеством биомассы для производства энергии (около 150 млн. тонн в год). Вьетнам обладает значительным потенциалом солнечной энергии, которую можно использовать для получения горячей воды, производства электроэнергии и для других целей (например, сушки, приготовления пищи). Это является основой для развития солнечных энергетических технологий. Геотермальные ресурсы страны подробно не исследованы. По предварительным оценкам их электроэнергетический потенциал достигает 300 МВт.

Атомная энергетика

Согласно постановлениям премьер-министра № 01/2006/QĐ-TTg от 03.01.2006 г. об утверждении Стратегии мирного применения атомной энергии до 2020 г. и № 144/2007/QĐ-TTg 23.07.2007 г. об утверждении генерального плана реализации данной стратегии, Вьетнам должен был построить АЭС мощностью 2000-4000 МВт к 2020 г. Предполагалось, что строительство первой АЭС Вьетнама начнется в 2014 г. (проект «АЭС-92», два блока с ВВЭР-1000). Планировался пуск первого блока АЭС «Фьюкзинь» до 2020 г., второго - до 2021 г.; других АЭС - до 2030 г. Атомная энергетика должна была стать важной составляющей национальной электроэнергетики.

После аварии в 2011 г. на АЭС «Фукусима-1» все вопросы, связанные с обеспечением безопасности будущей атомной станции, исследовались повторно. АЭС «Фьюкзинь» была переименована в АЭС «Ниньтхуан-1», АЭС «Виньхай» был переименован в АЭС «Ниньтхуан-2». АЭС «Ниньтхуан-1» (Ninh Thuận I) должна была стать первой АЭС во Вьетнаме (рис. 3).



Рисунок 3. Проект АЭС «Ниньтхуан-1» во Вьетнаме

В проекте АЭС «Ниньтхуан-1» предусмотрены активные и пассивные системы безопасности, которые предотвращают развитие любых аварийных ситуаций. В качестве базового проекта АЭС вьетнамской стороной был выбран российский проект АЭС-2006 нового поколения «3+» с улучшенными технико-экономическими показателями [3, с.154].

В ноябре 2016 г. Нацсобрание Вьетнама проголосовало за прекращение строительства АЭС по экономическим причинам. Ядерная энергетика сейчас не включена в План электроэнергетики, сроки сооружения АЭС перенесены. Планы Вьетнама по развитию атомной энергетике остаются неясными. Однако, страна может вернуться к вопросу строительства АЭС в будущем.

Перспективы возврата Вьетнама к вопросу строительства АЭС

Официальными причинами остановки проектов АЭС во Вьетнаме называются сложная экономическая ситуация и недостаточный уровень научно-технического развития в стране. Однако на самом деле факторов, препятствующих развитию атомной энергетике во Вьетнаме, намного больше.

В настоящее время вьетнамская экономика переживает сложные времена. В условиях, когда внешний долг Вьетнама вырос почти до 65% ВВП, строительство АЭС не соотносится с финансовыми возможностями страны. По данным вьетнамских экспертов, строительство АЭС «Ниньтхуан-1» привело бы к росту внешнего долга еще на 4% ВВП только за период 2016-2020 гг.

Значительную роль в отказе Вьетнама от АЭС сыграла и ситуация на рынке энергоресурсов. В 2009 г., когда Вьетнам решил строить АЭС, стоимость нефти и угля на мировом рынке была выше, чем сейчас. За тот же период стоимость строительства АЭС возросла почти вдвое. Выросла и конечная стоимость электроэнергии, генерируемой АЭС. Если в 2009 г. планировалось, что себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, производимой на АЭС, составит 4,93 цента, то сейчас этот показатель – 8,65 центов.

На решение Национального собрания повлияли обновленные данные по дефициту электроэнергии в стране. В 2016–2020 гг. рост потребления электроэнергии составит 11% в год, а в 2021–2030 гг. –7-8% в год. Эти показатели ниже данных 2009 г., на основании которых принималось решение о развитии атомной энергетике. Тогда на фоне высоких темпов экономического развития прогнозировалось увеличение потребления электроэнергии на 17-20% ежегодно с 2016 по 2020 гг. На основании этого был принят прирост потребления электроэнергии на 22% в год после 2020 г. При этом внутренних ресурсов (угля и газа) не хватило бы для обеспечения Вьетнама электроэнергией.

Помимо экономических причин влияние на решение Вьетнама остановить строительство АЭС оказали риски, связанные с безопасностью. После аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 г. в мире ухудшилось отношение к атомной энергетике. Вьетнамский энтузиазм, связанный с возможностями, которые дала бы стране АЭС, также в значительной степени угас. Вьетнамцы потребовали

дополнительных гарантий безопасности, что привело к неоднократному переносу сроков начала строительства станции.

После отказа от АЭС Вьетнам решил компенсировать ее мощности угольной энергетикой, малыми ГЭС, природным газом и зеленой технологией. В ближайшие 10 лет основной упор будет на угольную энергетiku. При этом Вьетнам не может полностью покрыть производство за счет собственной сырьевой базы, поэтому вынужден импортировать уголь. Помимо необходимости в импорте сырья угольная энергетика усугубляет экологические проблемы. Большинство угольных ТЭС относятся к старому поколению, наносят большой урон экологии.

22.04.2016 г. Вьетнам подписал Парижское соглашение по климату, взяв обязательства по сокращению выбросов углекислого газа. Выполнить эти обязательства будет сложно без постепенного отказа от угольной энергетики. Именно на это были нацелены планы Вьетнама по строительству АЭС. Теперь, после отказа страны от АЭС, необходимо искать новые направления.

В настоящее время Вьетнам делает ставку на зеленую энергию. Однако развитие зеленых технологий является сложной задачей. Несмотря на хороший потенциал, до настоящего времени в стране практически не уделялось внимания развитию возобновляемых источников энергии. До 2010 г. на долю зеленой энергии приходилось лишь 3,5% всей производимой энергии. Зеленая генерация требует больших инвестиций. В современных экономических условиях Вьетнаму непросто выделить средства на зеленое развитие. Попытки привлечь в данную сферу частный сектор пока мало результативны.

В среднесрочной перспективе возобновляемые источники энергии нельзя считать выходом из сложившейся трудной ситуации, связанной с дефицитом электроэнергии. Поэтому в ближайшее время Вьетнаму потребуются найти другие дополнительные источники электрогенерации. Исходя из вышеизложенного, возрастает вероятность того, что в среднесрочной перспективе Вьетнам может вернуться к вопросу развития атомной энергетики.

Недавно эксперты Энергетического журнала Вьетнамской энергетической ассоциации (VEA) выступили с предложением о пересмотре политики развития атомной энергетики. Предложено включить атомную энергетiku в новую национальную стратегию развития энергетики и План электроэнергии VIII, заменив Резолюцию 18-NQ/TW от 25.10.2007.

Вьетнам продолжает программу по развитию мирного атома, ведется подготовка вьетнамских специалистов-ядерщиков, планируется создание Центра ядерной науки и технологий, в стране функционируют такие направления как ядерная медицина, производство изотопов, применение атомной энергии в сельском хозяйстве. Россия остается лидером среди вьетнамских партнеров в сфере атомной энергетики. Очевидно, что атомная энергетика в настоящее время переживает кризис. Отчасти этот кризис вызван глобальным спадом в развитии атомной энергетики, отчасти внутренними проблемами Вьетнама.

Во Вьетнаме созданы все условия, позволяющие в скором времени вернуться к вопросу строительства АЭС: разработана правовая база в сфере атомной энергетики, ядерной и радиационной безопасности, имеется научно-практическая база.

После принятия решения о строительстве АЭС для подготовки специалистов для ее эксплуатации и обслуживания вьетнамские студенты приступили к обучению в университетах России. В Уральском федеральном университете обучение студентов из Вьетнама по специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг» началось в 2014 г. (рис.4) [4, с.191], [5, с.775].



Рисунок 4. Группа вьетнамских студентов (УрФУ), специальность «Атомные станции»: окончание первого курса (а), защита дипломных проектов (2020), шестой курс (б)

Список использованной литературы

1. Annual report 2018 / Vietnam Electricity (EVN) [https://www.evn.com.vn/userfile/User/tcdl/files/2019/8/EVNAnnualReport2018\(1\).pdf](https://www.evn.com.vn/userfile/User/tcdl/files/2019/8/EVNAnnualReport2018(1).pdf)
2. BÁO CÁO NGÀNH KHÍ / Tháng 7-2018 // FPT Securities: http://www.fpts.com.vn/FileStore2/File/2017/09/13/FPTS_Natural%20Gas%20Industry%20Report_08%20August%202017.pdf
3. Ташлыков О. Л. Основы ядерной энергетики; – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 225 с.
4. Ташлыков О.Л., Климова В.А., Та Ван Тхыонг. О проблемах подготовки иностранных специалистов для атомной энергетики стран-партнеров Росатома в УрФУ // Новые образовательные технологии в ВУЗе: сборник статей XII международной конференции НОТВ-2015. -Екатеринбург, 2015 - с. 189-195.
5. Тхыонг Та Ван, Мань Ха Хюи, Ташлыков О. Л. Разработка учебных материалов на вьетнамском языке для подготовки специалистов для атомной энергетики Вьетнама // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика : материалы Международной конференции. Екатеринбург: УрФУ, 2019 - С.773.

© Т.В. Тхыонг, Х.Х. Мань, О.Л. Ташлыков, 2020

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СТАНЦИИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

студентка гр.541 **Воропанова Мария Андреевна**,
науч. руководитель: ст. преп. **Новиков Александр Игоревич**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В данной статье изложены общие сведения о станциях подготовки питьевой воды. На примере разрабатываемой станции подготовки питьевой воды рассмотрен ряд типовых проблем, которые возникают при разработке АСУ ТП. Кроме того, в статье предложены решения данных проблем. Эти решения могут быть применены на аналогичных объектах.

Ключевые слова: уровень автоматизации, водоподготовка, ModBus, контроллер, SCADAPack357, ISaGRAF 5.

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATION SYSTEM FOR THE DRINKING WATER PREPARATION STATION

Voropanova Mariya Andreevna,
Novikov Alexandr Igorevich

Abstract: This article describes the general information about drinking water preparation stations. A number of typical problems, that arise during the development of an automated control system of technological processes, are reviewed on the example of the drinking water preparation station, that's being developed. In addition, the solutions to these problems are suggested.

Keyword: automation level, water preparation, ModBus, controller, SCADAPack357, ISaGRAF 5.

В связи с возросшими потребностями человечества в качестве и количестве потребляемой продукции возникла необходимость во все большем использовании систем автоматизации.

Автоматизация внедряется во многие промышленные отрасли. Модернизируются многие существующие объекты и производства. Однако потребности человечества возрастают, и появляется необходимость строительства все новых объектов и производств, которые также нуждаются в автоматизации. В числе таких объектов находится разрабатываемая станция подготовки питьевой воды. Автоматизация на подобных станциях необходима для эффективности технологического процесса добычи и транспортировки воды,

снижения затрат электроэнергии, повышения качества и надежности подачи воды потребителям.

Современные станции водоподготовки – это совокупность сложных сооружений, механизмов и аппаратов, все части которой должны точно и без сбоев работать совместно и непрерывно.

К числу основных особенностей станций водоподготовки как объектов автоматизации относятся:

- высокая степень ответственности;
- работа сооружений в условиях постоянно меняющейся нагрузки;
- зависимость режима работы сооружений от изменения качества исходной воды;
- сложность и качественность технологического процесса;
- необходимость обеспечения наиболее экономичной работы насосных агрегатов;
- необходимость сохранения работоспособности при авариях на отдельных участках.

Водоподготовка – комплекс технологических процессов обработки и очистки воды для приведения ее качества в соответствие с требованиями потребителей [3].

Для того, чтобы разработать систему автоматизации станции подготовки питьевой воды, необходимо знать, какие технологические процессы протекают на подобных объектах. В подготовку питьевой воды включаются несколько этапов (рис.1).

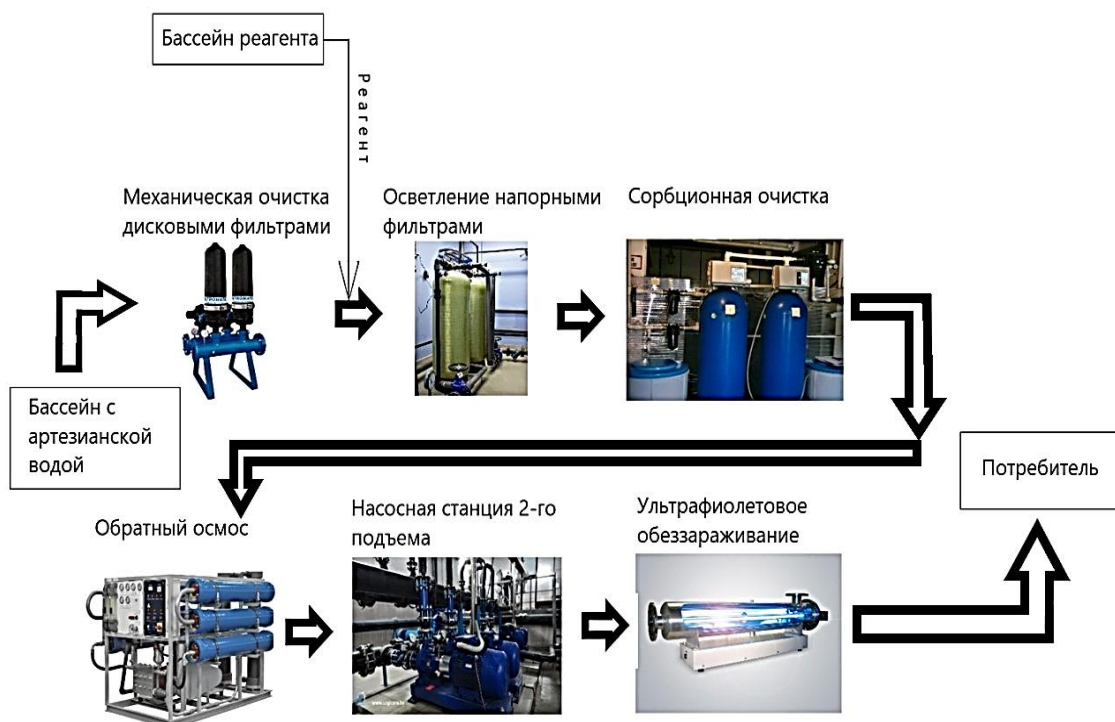


Рисунок 1. Этапы подготовки питьевой воды

Вода поступает на станцию с помощью насосов из бассейна артезианской воды. Затем вода подается в дисковые фильтры механической очистки. После этого вместе с присоединяемым реагентом вода поступает на напорные фильтры для осветления. Затем идет стадия сорбционной очистки, которая проводится при помощи сорбционных фильтров. После сорбционной очистки следует стадия обратного осмоса, который завершает процесс очистки воды. После этого полученная вода с помощью насосной станции второго подъема подается потребителю, проходя при этом ультрафиолетовое окончательное обеззараживание.

У разрабатываемой станции подготовки питьевой воды, как и у любой АСУ ТП, выделяется три уровня автоматизации (рис.2).

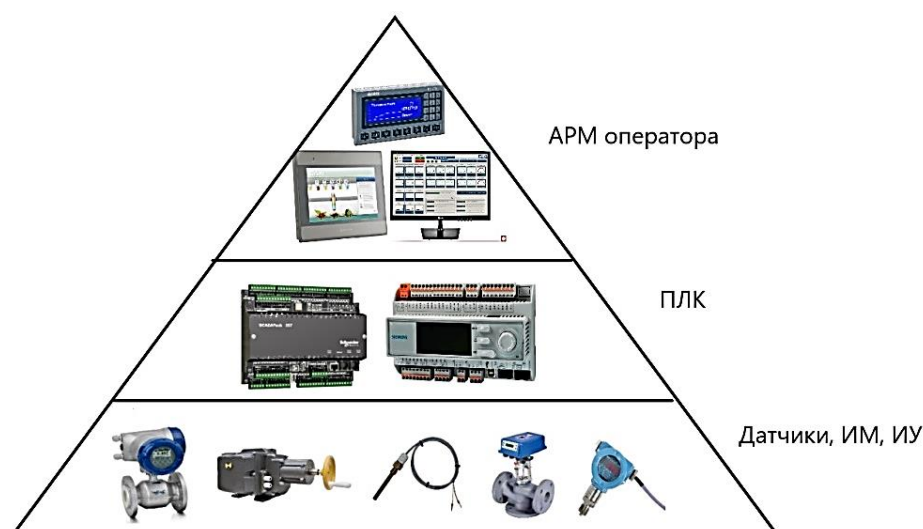


Рисунок 2. Уровни автоматизации

На нижнем уровне автоматизации (уровень исполнителей, полевом уровне) располагаются датчики и измерительные устройства, которые контролируют управляемые параметры, а также исполнительные устройства, которые воздействуют на эти управляемые параметры для приведения их в соответствие с требованиями. На этом уровне происходит согласование сигналов с устройств уровня со входами устройств управления (располагающимися на среднем уровне) и согласование вырабатываемых команд с исполнительными устройствами.

На среднем уровне (уровне управления оборудованием) располагаются контроллеры (ПЛК). Эти контроллеры получают сигналы с информацией от полевого уровня и выдают команды управления в соответствии с запрограммированными алгоритмами на исполнительные механизмы.

На верхнем уровне (уровне операторских и диспетчерских станций) производится контроль хода производства. С нижнего уровня собираются данные, производится визуализация и диспетчеризация хода технологического процесса. Компонентами данного уровня являются мониторы или графические панели и человек-оператор. Оператор осуществляет контроль за ходом

технологического процесса и состоянием оборудования. Верхний уровень является уровнем HMI и SCADA.

Все технические средства автоматизации и контроллеры располагаются в служебных сооружениях. Контроллеры с оборудованием полевого уровня обмениваются информацией при помощи сигналов тока и напряжения.

АРМы же располагаются в административном здании, которое может быть значительно удалено от служебных сооружений. В связи с этим возникает необходимость обеспечения связи между оборудованием станции и АРМов.

Эта проблема является типовой. Ранее для ее решения каждый производитель создавал и развивал свой собственный протокол обмена данными. Но теперь все чаще используются протоколы ModBus RTU и ModBus TCP. Они поддерживаются практически всеми производителями, в том числе и зарубежными.

Но следует помнить о том, что ModBus следует использовать только в системах с надежной передачей информации, т.е. в системах «реального времени».

Решением данной проблемы на разрабатываемой станции стало применение интерфейса RS-485 с протоколом ModBus RTU.

Еще одной типовой проблемой при разработке АСУ является выбор ПЛК. В настоящее время на рынке представлен широкий выбор контроллеров различных производителей. Чтобы не ошибиться в выборе ПЛК, необходимо правильно определиться с необходимым количеством точек ввода/вывода, фирмой-производителем и языком программирования.

Самая важная характеристика ПЛК при его выборе – количество точек ввода/вывода. Это максимальное количество дискретных устройств (датчиков и исполнительных механизмов типа включен/выключен), которое можно подключить к ПЛК. Аналоговые входы/выходы в это число не входят. Количество аналоговых сигналов, чаще всего, ограничивается количеством модулей расширения.

При выборе фирмы-производителя необходимо изучить уже существующие АСУ подобных объектов.

Язык программирования контроллера лучше выбирать тот, которому обучен персонал.

В разрабатываемом проекте после расчета необходимого количества точек ввода/вывода, анализа аналогичных существующих АСУ ТП и выбора языка программирования в качестве средства автоматизации среднего уровня было решено использовать ПЛК SCADAPack 357.

Контроллер SCADAPack 357 состоит из платы контроллера и нижнего модуля ввода/вывода.

Плата контроллера имеет встроенный источник питания, три дискретных/счетных входа, вход прерывания, выход состояния, порт Ethernet 10-BaseT и три последовательных коммуникационных порта, два из которых

являются портами RS-232, а третий устанавливается по желанию, либо RS-232, либо RS-485.

Нижний модуль ввода/вывода имеет восемь аналоговых входов, шестнадцать дискретных входов, двенадцать дискретных выходов и один последовательный коммуникационный порт. На нижнем модуле ввода/вывода могут быть установлены два дополнительных аналоговых выхода.

Общее число точек ввода/вывода контроллеров SCADAPack 357 расширено путем использования модулей ввода/вывода серии 5000. В данном случае ими являются модули:

- аналогового вывода, 4 аналоговых выхода 5304;
- дискретного ввода, 16 дискретных входов 5414;
- аналогового ввода, 8 аналоговых входов 5506;
- дискретного вывода, 8 дискретных выходов 5407.

Последовательный коммуникационный порт RS-232 на нижнем модуле ввода/вывода поддерживает полудуплексную связь и процедуру аппаратного установления связи с использованием сигналов RTS/CTS для подключения к модемам и радиомодемам. Этот порт RS-232 работает при скорости от 1200 Бод до 115200 Бод.

SCADAPack 357 имеет 8 МБ памяти SDRAM, 4 МБ flash ROM и 0,5 МБ КМОП SRAM. Память КМОП SRAM является долговременной (с питанием от батареи). В календаре часов реального времени предусмотрено время дневной работы и сигналы тревог. Аппаратный сторожевой таймер защищает от неполадок в прикладных программах.

SCADAPack 357 должен включать и выключать светодиоды состояния на всех модулях серии 5000, подключенных к шине ввода/вывода, включая плату контроллера и нижние модули ввода/вывода.

Одной из основных проблем, решаемых при разработке любых АСУ ТП, в том числе и АСУ для данной станции подготовки питьевой воды, является выбор среды и средств программирования.

Проблема выбора среды связана с тем, что для разных объектов автоматизации требования к техническим характеристикам ОС отличны, т.к. различны регулируемые процессы. Например, скорость переключения между заданиями принципиальна при разработке АСУ для телефонии, а для регулирования процессов подготовки воды эта характеристика не так важна.

Проблема выбора средств программирования связана с тем, что они должны быть совместимы с выбранной ОС, должны иметь знакомые разработчику языки программирования, и удобный пользовательский интерфейс.

Для разрабатываемой станции было отдано предпочтение операционной системе реального времени Windows 8 (x64). Программирование контроллера осуществляется в инструментальной графической среде разработки прикладных программ ISaGRAF 5.

Эта среда позволяет писать программы на всех языках стандарта МЭК 61131-3 и МЭК 61499, можно объявлять переменные, используя стандартные типы данных МЭК 61131-3 (т.е. Boolean, integer, real и т.д.) или пользовательские типы, такие как массивы или структуры. В данной версии графической среды реализована поддержка функциональных блоков стандарта МЭК 6149.

Отдельные ресурсы устройств, входящих в проект могут загружаться на целевые узлы с помощью ETCP (TCP-IP), HSD, или сеть ISARSI (COM порт Windows). По умолчанию связь между устройствами может осуществляться по сети TCP-IP или по собственному сетевому протоколу.

Процесс разработки ISaGRAF-приложения (задачи пользователя) в общих чертах описывается следующим алгоритмом:

- программирование приложения в рамках интегрированной среды разработки ISaGRAF (ISaGRAF DevSys);
- загрузка приложения из ПК в ПЛК (через RS-232) с использованием встроенных средств системы разработки ISaGRAF и коммуникационной задачи со стороны ПЛК;
- запуск пользовательского приложения под управлением ядра ISaGRAF системы исполнения (ISaGRAF Target);
- запуск интерактивного отладчика со стороны системы разработки ISaGRAF для контроля выполнения пользовательского приложения.

Итак, на примере станции подготовки питьевой воды были рассмотрены некоторые этапы разработки новых АСУ ТП и проблемы, которые возникают у разработчика этих систем. Но независимо от того, насколько сложны эти проблемы, разрабатывать АСУ ТП рационально потому, что в дальнейшем не придется сталкиваться с более серьезными проблемами, потребуется меньше затрат на обслуживание и улучшится качество итогового продукта.

Список использованной литературы

1. Яковлев А.В., Липовец А.В., Золотарев С.В.. Использование мощного исполнительного ядра ISaGRAF 5 в качестве инструментальной платформы для создания интегрированных решений в области АСУ ТП в совокупности с расширениями ISaGRAF 5 образуют комплекс открытых программных средств для создания таких систем на базе интеллектуальных ПЛК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fiord.com/download/New_articlies/MIR%20Avtom%20N5%202009.pdf, свободный (30.03.2020)
2. Каталог SCADAPack 350/357 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://soliton.com.ua/catalog/scadapack/Catalog_SCADAPack.pdf, свободный (25.03.2020)
3. Химическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gufo.me/dict/chemistry_encyclopedia, свободный (23.03.2020)

© М.А. Воропанова, А.И. Новиков, 2020

SWOT- АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫБОРА СТРАТЕГИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВ НА ПРИМЕРЕ ООО "ИРКУТСКЭНЕРГОСБЫТ"

студентка гр. ЭЖ-61 **Чугунова Валерия Олеговна**,
науч. руководитель: канд. экон. наук, доцент **Стародубцева Ольга Анатольевна**
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация: Применение SWOT-анализа позволят систематизировать всю имеющуюся информацию и принимать своевременные и правильные управленческие решения, касающиеся развития энергетического предприятия. В статье рассматривается корпоративный профиль компании, разработана матрица первичного стратегического анализа и рассмотрено практическое применение SWOT-анализа на примере энергетической компании ООО "ИРКУТСКЭНЕРГОСБЫТ".

Ключевые слова: корпоративный профиль, высокоценные активы компании, бесполезные усилия, проблемы, требующие решения, балласт стратегический анализ, SWOT-анализ, сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, стратегия.

SWOT ANALYSIS AS A TOOL FOR SELECTING STRATEGIC ALTERNATIVES ON THE EXAMPLE OF IRKUTSKENERGOSBYT LLC

Chugunova Valeria Olegovna,
Starodubtseva Olga Anatolievna

Abstract: The use of SWOT analysis will allow you to systematize all available information and make timely and correct management decisions related to the development of an energy enterprise. The article discusses the corporate profile of the company, developed a matrix of primary strategic analysis and considered the practical application of SWOT analysis on the example of the energy company LLC IRKUTSKENERGOSBYT"

Keywords: corporate profile, high-value assets of the company, useless efforts, problems requiring solutions, ballast strategic analysis, SWOT analysis, strengths and weaknesses, opportunities and threats, strategy.

SWOT-анализ – это оценка фактического положения и стратегических перспектив компании, получаемая в результате изучения сильных и слабых сторон компании, ее рыночных возможностей и факторов риска [1].

В первую очередь оценивается корпоративный профиль моделируемого предприятия через оценку степени воплощения и важности отдельных сильных и слабых сторон и расчете интегрального коэффициента.

Корпоративный профиль – это совокупность характеристик предприятия, многоаспектно описывающих его деятельность, ресурсы, компетенции и прочее [2].

Оценки воплощения характеристик даются по 10-балльной системе (слабые стороны с отрицательным знаком, сильные – с положительным) (таблица 1).

Из таблицы видно, что интегральная оценка корпоративного профиля равна +3,944, что свидетельствует о значительном преобладании сильных сторон.

В зависимости от оценок воплощения и оценок важности характеристики корпоративного профиля могут быть разделены на четыре группы [2]:

- «высокоценные активы компании» – сильные стороны предприятия, которые являются важными для успешной деятельности предприятия;
- «бесполезные усилия» – сильные стороны предприятия, стороны, на которые направлены большие усилия для их реализации, но которые не являются важными для успешной деятельности предприятия;

Таблица 1. Оценка сильных и слабых сторон ООО "Иркутскэнергосбыт"

Входы деловых процессов	Характеристики корпоративного профиля	Оценка воплощения характеристики	Оценка важности характеристики	Ранг характеристики
Кадровые ресурсы	1. Уровень квалификации сотрудников	+7	0,033	0,231
	2. Опыт новым сотрудникам	+3	0,019	0,057
	3. Компетентность сотрудников	+5	0,027	0,135
	4. Текучесть кадров	-4	0,032	-0,128
	5. Повышение квалификации	+5	0,023	0,165
	6. Наличие высшего образования сотрудников	+5	0,019	0,095
	7. Корпоративная культура предприятия	-3	0,025	-0,075
Финансовые ресурсы	1. Собственные средства	+6	0,027	0,182
	2. Заемные средства	-5	0,032	-0,16
	3. Финансовая устойчивость	+8	0,038	0,304
	4. Дебиторская задолженность	-6	0,03	-0,18
	5. Стабильное финансовое планирование	+7	0,026	0,182
Информационные ресурсы	1. Знание компьютерных программ персоналом	+3	0,029	0,087
	2. Единая корпоративная сеть для передачи информации	+6	0,028	0,168
	3. Специализированное программное обеспечение	+7	0,027	0,189
	4. Информационная защищенность от утечки информации	+7	0,04	0,28
	5. Автоматизированная система документооборота	+6	0,04	0,24
Материальные ресурсы	1. Оборудование и оснащенность рабочих мест инженеров	+5	0,029	0,145
	2. Автопарк	+6	0,028	0,168

	3. Наличие современного оборудования	+8	0,038	0,304	
	4. Наличие необходимых, для производства, ресурсов	+6	0,04	0,24	
	5. Высокотехнологичное оборудование для контроля потерь	+7	0,03	0,21	
	6. Необходимость в модернизации оборудования	+6	0,03	0,18	
	Производственный блок и рынок	1. Устойчивые отношения с партнерами	+5	0,04	0,2
		2. Лидирующие позиции на рынке	+7	0,033	0,231
3. Выполнение требований заказчика		+7	0,034	0,238	
4. Опыт на рынке		+6	0,033	-0,198	
5. Качество предоставляемых услуг		+8	0,036	0,288	
Регламенты и корпоративное управление	1. Выстроенная организационная структура	+6	0,022	0,132	
	2. Система контроля качества обслуживания	+6	0,027	0,162	
	3. Недостаток корпоративной культуры	-4	0,028	-0,112	
	4. Соблюдение регламентов поставок энергии	+5	0,04	0,2	
	5. Лидерство директора филиала	+4	0,019	0,076	
Всего			1,000	+3,944	

• «проблемы, требующие решения» – слабые стороны предприятия, отсутствие которых могло бы положительно сказаться на успешной деятельности предприятия;

• «балласт» – слабые стороны предприятия, не играющие большой роли в обеспечении конкурентоспособности предприятия.

Проведя такой анализ, был сделан вывод: ООО «Иркутскэнергосбыт» обладает как сильными, так и слабыми сторонами, но благодаря хорошей репутации имеет больше сильных сторон. Сильными сторонами для компании, в первую очередь, являются уровень квалификации сотрудников, передача опыта новым сотрудникам, компетентность, повышение квалификации, наличие высшего образования сотрудников, собственные средства, финансовая устойчивость, стабильное финансовое планирование, единая корпоративная сеть для передачи информации, специализированное программное обеспечение, информационная защищенность от утечки информации, автоматизированная система документооборота, оборудование и оснащенность рабочих мест инженеров, автопарк, наличие современного оборудования, наличие необходимых для производства ресурсов, высокотехнологичное оборудование для контроля потерь, устойчивые отношения с партнерами, лидирующие позиции на рынке, выполнение требований заказчика, опыт на рынке, качество предоставляемых услуг, система контроля качества обслуживания, соблюдение регламентов поставок энергии. К имеющимся проблемам следует отнести текучесть кадров, корпоративная культура предприятия, заемные средства и

дебиторская задолженность, знание компьютерных программ персоналом, необходимость в модернизации оборудования.

Далее необходимо разработать матрицу первичного стратегического анализа, т.е. сопоставить сильные и слабые стороны с возможностями и угрозами предприятия (рис.1): S – Сильные стороны; W – Слабые стороны; O – Возможности; T – Угрозы. В стратегическом анализе основное внимание акцентируется на качественных, содержательных аспектах. Количественные методы же играют в стратегическом анализе, в целом, подчиненно-вспомогательную роль [3].

Корреляционная SWOT-матрица		Внешняя среда										СУММА											
		O – Возможности					T – Угрозы																
		1. Появление новых заказчиков	2. Появление новых потребителей	3. Проникновение в зоны влияния конкурентов	4. Появление новых молодых специалистов	5. Автоматизация трудоемких работ	1. Активная деятельность существующих конкурентов	2. Увеличение налогов	3. Повышение требований потребителей	4. Появление новых конкурентов	5. Устойчивые условия конкуренции												
S – Сильные стороны	1. Высокий уровень квалификации сотрудников		X	X	X	X																4	
	2. Опыт новым сотрудникам			X	X	X																	2
	3. Компетентность сотрудников		X	X	X			X															4
	4. Повышение квалификации				X																		1
	5. Наличие высшего образования сотрудников					X																	1
	6. Собственные средства			X						X	X												3
	7. Финансовая устойчивость	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X								8
	8. Стабильное финансовое планирование	X								X											X		3
	9. Знание компьютерных программ персоналом			X	X	X																	3
	10. Единая корпоративная сеть для передачи информации			X	X																		2
	11. Специализированное программное обеспечение		X	X	X	X																	4
	12. Информационная защищенность от утечки информации		X	X	X	X			X					X									5
	13. Автоматизированная система документооборота			X	X	X																	3
	14. Оборудование и оснащение рабочих мест инженеров	X				X					X												3
	15. Автопарк	X	X																				2
	16. Наличие современного оборудования	X		X			X				X												4
	17. Наличие необходимых для производства ресурсов	X		X	X						X												3
	18. Высокотехнологичное оборудование для контроля потерь	X		X	X						X												3
	19. Устойчивые отношения с партнерами	X		X					X			X	X	X									5
	20. Лидирующие позиции на рынке		X	X					X		X	X	X	X									6
	21. Выполнение требований заказчика		X											X									2
	22. Опыт на рынке		X	X																			2
	23. Качество предоставляемых услуг		X						X			X	X	X									4
	24. Система контроля качества обслуживания		X	X			X					X											4
	25. Соблюдение регламентов поставок энергии		X	X					X			X		X									4
СУММА		8	12	17	9	6		7	7	6	7	6	7	3									
W – Слабые стороны	1. Высокая текучесть кадров			X	X			X				X										4	
	2. Малоразвитая корпоративная культура предприятия				X									X								2	
	3. Заемные средства	X	X						X	X			X									5	
	4. Дебиторская задолженность		X										X									2	
	5. Знание компьютерных программ персоналом				X	X																2	
	6. Необходимость в модернизации оборудования		X				X				X											3	
СУММА		1	3	1	3	2		2	2	1	2	1	2	1									

Рисунок 1. Сопоставительная матрица SWOT-анализа

Вывод: У ООО «Иркутскэнергосбыт» можно выделить множество сильных сторон, которые позволяют реализовать возможности предприятия, в первую очередь это проникновение в зоны влияния конкурентов, появление новых потребителей и приход новых молодых специалистов. Большое количество сильных сторон способствует защите предприятия от внешних угроз и в первую очередь от активной деятельности существующих конкурентов. Несмотря на то, что слабые стороны «тормозят» развитие предприятия и не дают возможности использовать благоприятную ситуацию, а также делают предприятие уязвимым для внешнего неблагоприятного воздействия, их гораздо меньше, чем сильных сторон, что дает предприятию меньше поводов для беспокойства.

Также наиболее влиятельными сильными сторонами для предприятия являются финансовая устойчивость, лидирующие позиции на рынке и устойчивые отношения с партнерами.

Таким образом после проведения первичного стратегического анализа, у ООО «Иркутскэнергосбыт» было выявлено множество сильных сторон, которые

превосходят слабые стороны предприятия, а также способствуют реализации возможностей и защите от внешних угроз.

Третьим пунктом является разработка матриц возможностей и угроз (таблица 2). Для дальнейшего анализа выбираются возможности и угрозы, появление которых наиболее вероятно. Для долгосрочного периода порог вероятности принимается на уровне 50%.

Таблица 2. Матрица возможностей и угроз ООО "Иркутскэнергосбыт"

Возможности	Вероятность появления в периоде		
	Краткосрочном (до 1 года)	Среднесрочном (от 1 до 5 лет)	Долгосрочном (более 5 лет)
Появление новых инвесторов	0,1	0,28	0,4
Проникновение в зоны влияния конкурентов	0,2	0,3	0,55
Приход новых молодых специалистов	0,2	0,4	0,65
Угрозы			
Активная деятельность существующих конкурентов	0,3	0,45	0,7
Увеличение налогов	0,3	0,4	0,6
Появление новых конкурентов	0,1	0,15	0,2

В основу разрабатываемой стратегии предприятия закладываются возможности, возникновение которых может оказать существенное влияние на его деятельность и вероятность их появления достаточно высока, а именно проникновение в зоны влияния конкурентов и приход новых молодых специалистов. Для реализации данных возможностей у предприятия имеется достаточное количество сильных сторон, а именно 8 и 11 соответственно. При этом, у данных возможностей, всего одна слабая сторона, препятствующая их реализации. Таким образом, данные возможности могут быть положены в основу разрабатываемой стратегии.

Список использованной литературы

1. А.А. Томпсон-мл., А.Дж. Стрикленд III Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа. – М.: Вильямс, 2006. – 928 с.
2. Чернов С.С. Стратегический менеджмент. Экономика и управление на предприятиях (в отраслях ТЭК): методические указания к практическим занятиям для 4 курса факультета энергетики (специальность 080502) дневного отделения. – Новосибирск: НГТУ, 2007. – 62 с.
3. Стародубцева О.А., Фокина Е.А. Значение стратегического анализа для деятельности предприятия// Производственный менеджмент: теория, методология, практика: сборник материалов 11-й Международной научно-практической конференции / под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - с. 159-162

© В.О. Чугунова, О.А. Стародубцева, 2020

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВТОУСЛУГ С ФУНКЦИЕЙ ПОДБОРА ТОВАРА

студент гр. 515 **Ефремов Владислав Максимович**,
науч. руководитель: ст. преп. **Леонова Надежда Львовна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Данная работа посвящена разработке программы-парсера автоматизированной системы автоуслуг с функцией подбора товара для дальнейшего сравнения, хранения и обработки полученного результата.

Ключевые слова: автоматизация, подбор товара, система автоуслуг, python, html.

DEVELOPING OF AUTOMATED AUTO SERVICES SYSTEMS WITH SELECTION FUNCTION GOODS

Efremov Vladislav Maksimovich,
Leonova Nadezhda Lvovna

Abstract: This work is devoted to the development of a parser program for an automated system of auto services with the function of selecting goods for further comparison, storage and processing of the result.

Keywords: automation, product selection, auto services system, python.

Для пользователя, который ищет определенный товар, инструменты парсинга тоже станут незаменимы: с их помощью можно настроить выборку данных на основе различных прилагаемых фильтров и эффективно получать информацию, без рутинного ручного поиска. Отслеживание цен на разных сайтах. Данный сервис будет полезен и для тех, кто активно пользуется услугами онлайн-шоппинга, отслеживание цены на продукты, ищет вещи в нескольких магазинах сразу.

Алгоритм разработки системы был разбит на несколько этапов: Сбор и анализ данных; Настройка окружения разработки; Разработка кода программы; Обработка результатов.

Сбор и анализ данных

Чтобы набросать первичный алгоритм работы будущего парсера, нужно проанализировать html код страниц сайта-донора (рисунок 1).



Рисунок 1. Web-страница и ее html код

Ознакомившись с html кодом страницы, был выбран объект парсинга: автомобили марки: Subaru, парсинг заключается в поиске определённого автомобиля с определёнными критериями поиска на 2 сайта: «Avito» и «Auto».

План задачи для парсинга: марка автомобиля; год выпуска; цена; станция метро, ссылка на товар; краткое описание транспортного средства, в которое входит: 1. Пробег. 2. Объём двигателя. 3. Коробка передач. 4. Мощность двигателя (в л. с.). 5. Тип кузова. 6. Тип привода. 7. Тип двигателя.

После составления плана парсинга можно приступить к настройке окружения разработчика.

Настройка окружения разработчика

Перед тем как приступить непосредственно к написанию кода, необходимо настроить окружение разработки. Для этого нам понадобится наличие на компьютере интернета, Python 3.6.4, который можно загрузить с официального сайта абсолютно бесплатно, далее загружаем через cmd компонент для парсинга: BeautifulSoup.

В качестве рабочей среды для написания программы был выбран текстовый редактор Sublime Text - кроссплатформенный текстовый редактор, поддерживающий плагины на языке программирования Python. Разработчик позволяет бесплатно и без ограничений ознакомиться с продуктом.

Разработка кода программы

Разработка кода программы начинается с построения скелета, где прописываются библиотеки, определяется html код и указывается точка входа. После построения скелета приступаем к написанию основного кода: Сначала получим количество страниц (рисунок 2)

```

def get_total_pages(html):
    soup = BeautifulSoup(html, 'lxml')
    divs = soup.find('div', class_='pagination-pages clearfix')
    pages = divs.find_all('a', class_='pagination-page')[-1].get('href')
    total_pages = pages.split('=')[1].split('&')[0]
    return int(total_pages)

```

Рисунок 2. Код нахождения количества страниц

Следующим элементом будет заполнение графы: main. Указываем полный url-адрес страницы, затем разбиваем ссылку на базовую часть, которая содержит в себе ссылку без указания параметров, также на параметр, указывающий на количество страниц (page_part) и на марку автомобиля (query_par). Данная часть кода представлена на рисунке 3.

```

def main():
    url = "https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru?p=3&radius=0"
    base_url = "https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru?"
    page_part = "p="
    query_par = "subaru"

    # total_pages = get_total_pages(get_html(url))

    for i in range(1, 3):
        url_gen = base_url + page_part + str(i) + query_par
        html = get_html(url_gen)
        get_page_data(html)

```

Рисунок 3. Заполнение основного элемента кода

Если main был задан, можно приступить к указанию параметров парсинга, таких как: Title (Марка автомобиля + год), TextOsn (Краткое описание транспортного средства), Price (Цена), Metro (Станция метро), url (Ссылка на товар).

Завершающей фазой написания кода является объединение всего написанного: на рисунках 4 и 5 можно наблюдать готовый код программы.

```

1 import requests
2 from bs4 import BeautifulSoup #библиотеки
3 import csv
4
5
6 def get_html(url):
7     r = requests.get(url)
8     return r.text
9
10
11 def get_total_pages(html):
12     soup = BeautifulSoup(html, 'lxml')
13     divs = soup.find('div', class_='pagination-pages clearfix')
14     pages = divs.find_all('a', class_='pagination-page')[-1].get('href')
15     total_pages = pages.split('=')[1].split('&')[0]
16     return int(total_pages)
17
18
19 def write_csv(data):
20     with open('avito.csv', 'a') as f:
21         writer = csv.writer(f)
22         writer.writerow((data['title'],
23                         data['text0sn'],
24                         data['price'],
25                         data['metro'],
26                         data['url']))
27
28
29 def get_page_data(html):
30     soup = BeautifulSoup(html, 'lxml')
31     divs = soup.find('div', class_='catalog-content')
32     ads = divs.find_all('div', class_='item_table')
33     for ad in ads:
34         try:
35             div = ad.find('div', class_='description').find('h3')
36             if 'subaru' not in div.text.lower():
37                 continue
38             else:
39                 title = div.text.strip()
40         except:
41             title = ''
42         try:
43             div = ad.find('div', class_='description').find('h3')
44             url = "https://avito.ru" + div.find('a').get('href')
45         except:
46             url = ''
47         try:
48             div = ad.find('div', class_='specific-params.specific-params_block').text.strip()
49         except:
50             text0sn = ''
51         try:
52             price = ad.find('div', class_='about').text.strip()
53         except:
54             price = ''
55         try:

```

Рисунок 4. Готовый код (часть 1)

```

55     try:
56         div = ad.find('div', class_='data')
57         metro = div.find_all('p')[-1].text.strip()
58     except:
59         metro = ''
60     data = {'title':title,
61            'text0sn':text0sn,
62            'price':price,
63            'metro':metro,
64            'url':url}
65     write_csv(data)
66
67
68 def main():
69     url = "https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru?p=3&radius=0"
70     base_url = "https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru?"
71     page_part = "p="
72     query_par = "subaru"
73
74     # total_pages = get_total_pages(get_html(url))
75
76     for i in range(1, 3):
77         url_gen = base_url + page_part + str(i) + query_par
78         html = get_html(url_gen)
79         get_page_data(html)
80
81
82 if __name__ == '__main__': #точка входа
83     main()

```

Рисунок 5. Готовый код (часть 2)

Запустив готовый скрипт, Python приступает к парсингу программы, как указано на рис 6.

```

Всего найдено страниц 123
Парсинг 0%
Парсинг 1%
Парсинг 2%
Парсинг 2%
Парсинг 3%

```

Рисунок 6. Процесс парсинга

Когда Парсинг дойдёт до 100% Python автоматически создаст файл формата .csv. Аналогично создадим такой же код для парсинга, только уже на сайте “auto.ru”. Повторим точно такие же действия и получим второй файл формата .csv.

Обработка результата

Открываем файлы с помощью Microsoft Office Excel. Данные представлены на рисунке 7.

Название автомобиля	Цена/р	Краткое описание	станция метро	ссылка на товар
Subaru Legacy, 1984	29500	123 456 км, 2.0 MT (116 л.с.), седан, полный, бензин	м. Адмиралтейская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_legacy_1984_1190434748
Subaru Legacy, 2012	30000	150 000 км, 2.5 MT (120 л.с.), седан, полный, бензин	?	https://www.avito.ru/sankt-peterburg_zelenogorsk/avtomobili/subaru_legacy_2012_315649316
Subaru Outback, 2000	99000	200 000 км, 2.5 AT (156 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Московская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_outback_2000_1249377131
Subaru Outback, 1997	120000	270 000 км, 2.5 AT (150 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Елизаровская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_outback_1997_1214601271
Subaru Forester, 1999	190000	158 000 км, 2.5 AT (121 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Старая деревня	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_1999_1393025297
Subaru Forester, 1999	190000	158 000 км, 2.5 AT (121 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Старая деревня	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_1999_1393025297
Subaru Forester, 1999	199000	150 000 км, 2.5 AT (150 л.с.), универсал, полный, бензин	?	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_1999_147539777
Subaru Impreza, 2003	210000	100 000 км, 1.5 AT (100 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Василеостровская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2003_1100885979
Subaru WRX, 2002	270000	130 000 км, 2.0 MT (230 л.с.), седан, полный, бензин	м. Командантский проспект	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_wrx_2002_796370234
Subaru Legacy, 2000	285000	132 000 км, 2.0 AT (260 л.с.), седан, полный, бензин	м. Купчино	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_legacy_2000_1523354556
Subaru Impreza, 2008	310000	167 000 км, 1.5 AT (107 л.с.), седан, полный, бензин	м. Адмиралтейская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2008_1444453054
Subaru Impreza, 2009	355000	160 000 км, 1.5 AT (107 л.с.), седан, передний, бензин	м. Старая деревня	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2009_1235042444
Subaru Tribeca, 2007	430000	200 000 км, 3.0 AT (249 л.с.), внедорожник, полный, бензин	м. Московские ворота	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_tribeca_2007_1498251715
Subaru Impreza, 1998	450000	200 000 км, 2.0 MT (211 л.с.), седан, полный, бензин	м. Ленинский проспект	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_1998_1231200731
Subaru Outback, 2004	465000	265 000 км, 3.0 AT (245 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Московская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_outback_2004_1335674317
Subaru Forester, 2004	465000	200 000 км, 2.5 AT (211 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Командантский проспект	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2004_1663791875
Subaru Impreza, 2008	475000	180 000 км, 2.0 MT (150 л.с.), хэтчбэк, полный, бензин	м. Московские ворота	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2008_1595593599
Subaru Forester, 2010	480000	Битый, 140 000 км, 2.0 AT (150 л.с.), внедорожник, полный, бензин	м. Елизаровская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2010_1224254738
Subaru WRX STI, 2001	490000	201 000 км, 2.0 MT (210 л.с.), седан, полный, бензин	м. Звездная	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_wrx_sti_2001_1647602719
Subaru Forester, 2006	510000	156 000 км, 2.0 MT (350 л.с.), седан, полный, бензин	м. Нарвская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2006_1435732747
Subaru Forester, 2006	540000	154 000 км, 2.0 MT (158 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Гражданский проспект	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2006_1435732747
Subaru Forester, 2008	549000	136 000 км, 2.5 MT (230 л.с.), внедорожник, полный, бензин	м. Командантский проспект	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2008_1591095198
Subaru Forester, 2008	599900	131 000 км, 2.0 AT (150 л.с.), внедорожник, полный, бензин	м. Проспект Просвещения	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2008_1677540852
Subaru Impreza, 2010	610000	68 000 км, 2.0 AT (150 л.с.), хэтчбэк, полный, бензин	?	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2010_1684753029
Subaru Impreza, 2008	619000	111 000 км, 2.0 MT (280 л.с.), хэтчбэк, полный, бензин	м. Петроградская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_impreza_2008_1012953888
Subaru Outback, 2010	850000	119 000 км, 2.5 MT (167 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Проспект Большевиков	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_outback_2010_1112478198
Subaru Forester, 2012	885000	82 000 км, 2.5 AT (172 л.с.), внедорожник, полный, бензин	?	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2012_1095780745
Subaru Forester, 2014	1090000	76 000 км, 2.0 AT (150 л.с.), внедорожник, полный, бензин	м. Пioneвская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_forester_2014_1359027951
Subaru Outback, 2014	1250000	76 000 км, 2.5 CVT (167 л.с.), универсал, полный, бензин	м. Василеостровская	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/avtomobili/subaru_outback_2014_1034541884

Рисунок 7. Финальная таблица парсинга сайта «Avito»

Получив две таблицы, объединим два файла в один и получим одну общую таблицу, где мы уже сможем сравнить товары с двух разных сайтов.

Отсортируем товары по стоимости, и база данных будет окончательно готова к использованию.

Пользователю достаточно прочитать полное название автомобиля, краткое описание, взглянуть на цену и, если товар приглянулся, достаточно перейти по ссылке для дальнейшего изучения, а то и приобретения товара.

В ходе выполнения данной работы была выполнена поставленная цель по написанию программы-парсер на тему «Разработка автоматизированной системы автоуслуг с функцией подбора товара» для дальнейшего сравнения, хранения и обработки полученного результата.

Разработанная система корректно работает и генерирует на выходе таблицу с данными для дальнейшего анализа. Актуальность данной работы состоит в том, что с помощью данной программы-парсера, можно избежать получение ненужной информации, которая встречается в интернете. Пользователю не требуется выставлять критерии и из-за этого пропадает необходимость использования ручного поиска, потому что готовая программа упрощает все эти действия и заменяет ручной поиск на автоматический.

Можно сделать вывод, что теперь пользователю достаточно просто открыть таблицу и взглянуть на список товаров, не открывая сайт и не пользуясь ручным поиском.

Список использованной литературы

1. Марк Лутц. Изучаем Python./ пер. с англ. 5-е изд. - СПб.: ООО «Диалектика», 2019. Т 1.- 832 с.
2. Майкл Александер, Ричард Куслейка. Excel 2019. Библия пользователя/ пер. с англ.- СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 1136 с.

© В.М. Ефремов, Н.Л. Леонова, 2020

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС

Монашенко Антон Дмитриевич

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция»
г. Сосновый Бор, Российская Федерация

Аннотация: Надежная работа Ленинградской атомной станции способствует устойчивому социально-экономическому развитию Северо-Западного региона РФ и создает необходимый потенциал энергетической безопасности. Проект «АЭС-2006», в рамках которого ведется строительство новой Ленинградской АЭС-2, обеспечит замещение мощностей действующих энергоблоков при исчерпании их эксплуатационного ресурса и увеличит мощность станции на 20%, что отвечает росту энергопотребления в регионе.

Ключевые слова: атомная энергетика, атомные электростанции, паротурбинные установки АЭС, Ленинградская АЭС.

DEVELOPMENT STRATEGY OF THE LENINGRAD NPP

Monashenko Anton Dmitrievich

Abstract: Reliable operation of the Leningrad nuclear power plant contributes to the sustainable socio-economic development of the North-Western region of the Russian Federation and creates the necessary energy security potential. The "NPP-2006" project, under which the new Leningrad NPP-2 is being built, will replace the capacity of existing power units when their operational resource is exhausted and will increase the plant's capacity by 20%, which corresponds to the growth of energy consumption in the region.

Keywords: nuclear power, nuclear power plants, steam turbines of NPP, Leningrad NPP.

Ленинградская АЭС является крупнейшим в стране энергетическим предприятием и флагманом в составе АО «Концерн Росэнергоатом». На сегодня установленная электрическая мощность станции составляет 4200 МВт. Этот показатель обеспечивается работой четырех энергоблоков, характеристики которых указаны в таблице 1.

Энергоблок № 1 находится в процессе вывода из эксплуатации с 21 декабря 2018 года и на данный момент работает без генерации электрической энергии. Работы по сооружению энергоблока № 6 на завершающей стадии, физический пуск блока запланирован на 2020 год.

Таблица 1. Энергоблоки Ленинградской АЭС

№ п/п	Установленная мощность	Тип реакторной установки	Тип паротурбинной установки	Схема
1	1000 МВт	РБМК-1000	К-500-65 (2 шт)	1 контур
2	1000 МВт	РБМК-1000	К-500-65 (2 шт)	1 контур
3	1000 МВт	РБМК-1000	К-500-65 (2 шт)	1 контур
4	1000 МВт	РБМК-1000	К-500-65 (2 шт)	1 контур
5	1200 МВт	ВВЭР-1200	К-1200-6,8 (1 шт)	2 контура
6	1200 МВт	ВВЭР-1200	К-1200-6,8 (1 шт)	2 контура

Энергоблоки № 1-4 являются блоками одноконтурного типа: водяной пар, полученный в реакторной установке, является рабочим телом в паротурбинных установках.

В целях повышения безопасности, схемы новых энергоблоков № 5 и 6 выполнены двухконтурными. Рабочим телом паротурбинных установок является чистый нерадиоактивный пар, полученный в парогенераторах. Проектируемые энергоблоки № 7 и 8 так же будут выполнены в двухконтурном исполнении.

Ленинградская АЭС обеспечивает более половины энергопотребления Санкт-Петербурга и Ленинградской области (примерно 55 % по данным на 2019 год). Другими словами, каждая вторая лампочка в Санкт-Петербурге горит благодаря работе ЛАЭС. В энергетическом балансе всего Северо-Западного региона на долю Ленинградской АЭС приходится 28% (см рис. 1).

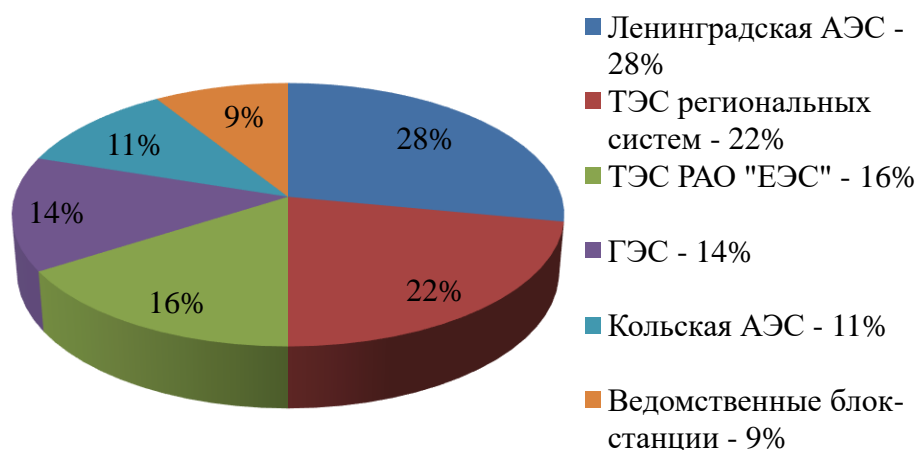


Рисунок 1. Структура производства электроэнергии на Северо-западе РФ

Следует отметить, что помимо электрической энергии, ЛАЭС также вырабатывает и тепловую энергию, основным потребителем которой является г. Сосновый бор. Выработка тепловой энергии на АЭС реализуется при помощи включения теплофикационных отборов, которые дополнительно предусмотрены

в конструкции конденсационных паротурбинных установок К-500-65 и К-1200-6,8. Характеристики паротурбинных установок приведены в таблице 2.

Отпуск тепловой энергии реализуется по температурному графику 150/70. Выработывая тепловую энергию, каждый энергоблок Ленинградской АЭС в среднем теряет по 15÷20 МВт электрической мощности.

Таблица 2. Технические характеристики паротурбинных установок К-500-65 и К-1200-6,8

Тип ПТУ	К-500-65	К-1200-6,8
Номинальная мощность	500 МВт	1195,4 МВт
Номинальная частота вращения ротора турбины	3000 об/мин	3000 об/мин
Конструкционная схема	2ЦНД + ЦВД + 2ЦНД	2ЦНД + ЦВД + 2ЦНД
Количество регенеративных отборов пара	6	7
Структурная формула системы регенерации	5ПНД+Д+3ПВД	4ПНД+Д+2ПВД
Тип парораспределения	Дроссельное	Дроссельное
Номинальная температура свежего пара перед СКВД	280,4°С	283,3°С
Давление свежего пара перед СКВД	6,45 МПа	6,8 МПа
Номинальная степень сухости пара перед СКВД	0,935	0,995
Расчетная температура охлаждающей воды	12°С	20°С

Новые энергоблоки Ленинградской АЭС сооружаются по проекту серии «АЭС-2006» с реакторными установками ВВЭР-1200. Строительство новых блоков позволит сохранить производство электрической и тепловой энергии, в том числе для поэтапного замещения действующих блоков с реакторными установками РБМК-1000 при исчерпании их эксплуатационного ресурса, и увеличить мощность станции на 20%, что отвечает росту энергопотребления в регионе. Новые блоки обеспечат выработку электроэнергии в объеме не менее 32,8 млрд кВт·ч в год (на 4 энергоблока ВВЭР-1200). Расчетный срок службы энергоблоков составит 50 лет, а основного оборудования – 60 лет.

Срок службы энергоблоков РБМК, заложенный проектом, составляет 30 лет. После проведенной модернизации было обосновано продление эксплуатации каждого энергоблока станции на 15 лет: энергоблок № 1 – до 2018

года, энергоблок № 2 – до 2020 года, энергоблок № 3 – до 2024 года и энергоблок № 4 – до 2025 года.

На АЭС с реакторами типа ВВЭР применяются двухконтурные схемы, принципиально более безопасные, чем одноконтурные. Первый контур – радиоактивный. Он состоит из реакторной установки, главных циркуляционных насосов, парогенераторов и компенсаторов давления. Основная задача первого контура – отвод тепла от реактора и передача его воде второго контура в парогенераторе. Второй контур – нерадиоактивный, он состоит из паропроизводительной части парогенераторов, главных паропроводов, турбогенератора с системой регенеративного подогрева питательной воды и ряда вспомогательных систем.

Все основное оборудование, содержащее радиоактивные вещества, находится внутри защитной оболочки (контейнмента), подаваемый на турбину пар не радиоактивен.

Здание реактора типа ВВЭР рассчитано не только на внешнее воздействие, такое как падение широкофюзеляжного самолета, смерч, землетрясение или взрыв (см. рис. 2), но и выдерживает внутреннее давление в 5 кг/см^2 .

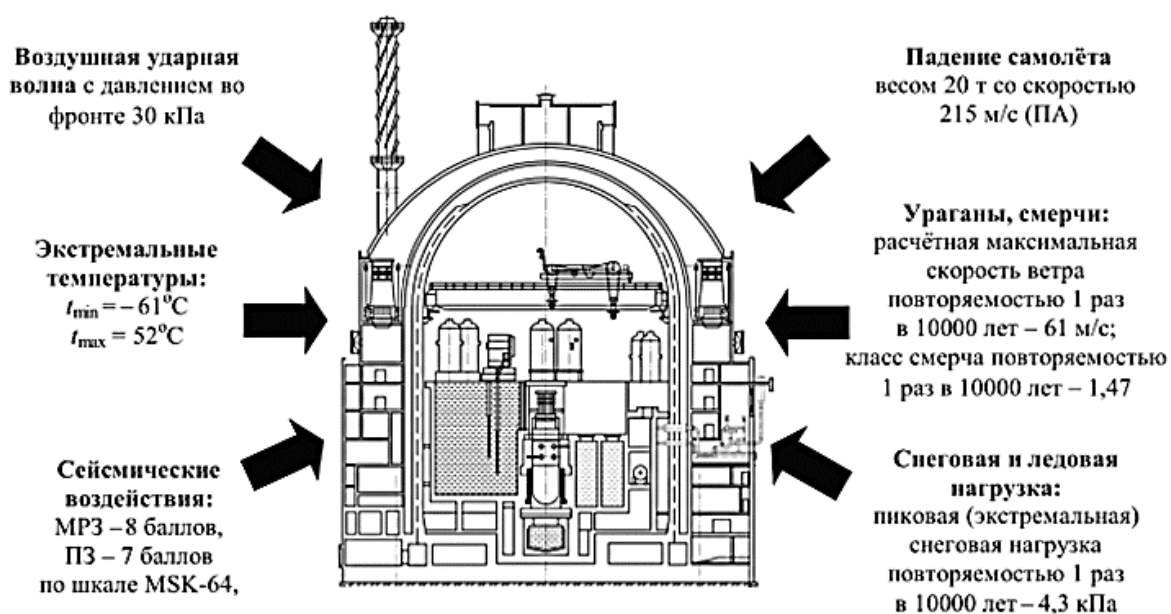


Рисунок 2. Защита здания реактора от внешних воздействий

Под куполом внутренней защитной оболочки установлена спринклерная система, срабатывающая в случае разрыва трубопроводов первого радиоактивного контура и утечки теплоносителя. Система автоматически разбрызгивает раствор борной кислоты, который, в свою очередь, конденсирует образующийся пар, содержащий опасные радионуклиды, и снижает давление внутри оболочки.

Концепция безопасности АЭС предусматривает не только средства предотвращения проектных аварий, но и средства управления последствиями запроектных аварий. К ним относятся различные пассивные системы безопасности (системы безопасности, не требующие контроля со стороны человека), такие, как система удаления водорода, система отвода тепла через парогенераторы, система пассивного отвода тепла от защитной оболочки и устройство локализации расплавленного топлива («ловушка расплава»). Данные системы обеспечат охлаждение реакторной установки и контейнента при полном обесточивании атомной станции.

Ни одна из действующих станций в мире не оснащена подобной конфигурацией систем безопасности. На объектах использования атомной энергии безопасность является наивысшим приоритетом, и Ленинградская АЭС это полностью подтверждает, являясь лидером среди российских АЭС и первой площадкой, где апробируются инновационные разработки в области атомной энергетики.

Таблица 3. Перечень используемых сокращений

1.	АО	Акционерное общество
2.	АЭС	Атомная электростанция
3.	ВВЭР	Водоводяной энергетический реактор
4.	Д	Деаэратор
5.	ПВД	Подогреватель высокого давления
6.	ПНД	Подогреватель низкого давления
7.	РБМК	Реактор большой мощности канальный
8.	СКВД	Стопорный клапан высокого давления
9.	ЦВД	Цилиндр высокого давления
10.	ЦНД	Цилиндр низкого давления
11.	NPP	Nuclear power plant

© А.Д. Монашенко, 2020

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

студент гр. 541 **Никешин Владислав Геннадьевич**,
науч. руководитель: ст. преподаватель **Бондаренкова Ирина Владимировна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В данной статье рассматриваются автоматизированные системы управления наружным освещением, перспективы их использования и применения на дорогах. Проводится обзор и анализ состава, функций и принципов работы АСУНО. Предлагается использование светодиодных технологий в составе АСУНО.

Ключевые слова: энергоэффективные технологии, автоматизированная система управления наружным освещением, контроллер управления освещением, шкаф управления наружным освещением, технологии светодиодного освещения.

PROSPECTS FOR USING AUTOMATED OUTDOOR LIGHTING CONTROL SYSTEMS

**Nikeshin Vladislav Gennadyevich,
Bondarenkova Irina Vladimirovna**

Abstract: This article discusses automated control systems for outdoor lighting, the prospects for their use and application on the roads. The review and analysis of the composition, functions and principles of the ACSOL is carried out. The use of LED technology as part of ACSOL is proposed.

Keywords: energy-efficient technologies, automated outdoor lighting control system, lighting control controller, outdoor lighting control cabinet, LED lighting technology.

Федеральный закон № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» уделяет большое внимание повышению энергоэффективности – одному из основных энергоресурсов экономического роста [1]. Как отмечено в стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, одним из основных направлений развития электроэнергетики является разработка и внедрение энергоэффективных и энергосберегающих технологий [2].

Уличное освещение является одним из основных потребителей электроэнергии. Из литературных источников известно, что ежегодно на нужды освещения расходуется до 20% от общегородского потребления электроэнергии [3]. Поэтому в рамках программы энергосбережения использование автоматизированных систем управления и диспетчеризации наружного освещения (АСУНО) является отличным решением, направленным на снижения энергозатрат.

К основным функциональным возможностям АСУНО относятся:

1. Автоматический режим управления освещением – работа по расписанию (годовой график задаётся на уровне диспетчерского центра) с возможностью внесения ежедневных корректив.
2. Ручной режим управления освещением, который можно осуществлять прямо по месту.
3. Автоматизированный сбор, хранение и обработка данных об энергопотреблении и параметрах электросети (токи, напряжения, частота и др.).
4. Формирование заключений о количестве перегоревших ламп на основе данных об энергопотреблении за текущий и предыдущий периоды.
5. Формирование канала связи GSM/GPRS контроллерами управления освещением.
6. Удалённое конфигурирование шкафов управления наружным освещением (ШУНО).
7. Ведение локальных регистраторов (журналов событий) включения и отключения, сеансов связи, аварийных и прочих событий.
8. Формирование отчётов по трафику.

Для реализации своих основных функций АСУНО должна иметь достаточно сложную структуру. Система состоит из следующих составных частей: диспетчерский пункт управления; шкаф управления наружным освещением (ШУНО); программное обеспечение; каналы связи между диспетчерским пунктом управления и шкафами управления освещением.

Организационно АСУНО построена по иерархическому принципу и представляет собой двух- или трехуровневую структуру: сервер – АРМ – контроллер – автоматика шкафа. Устройства верхнего уровня обеспечивают человеко-машинный интерфейс для контроля состояния и управления оборудованием, а также осуществляют обработку и хранение данных. Нижний уровень системы включает в себя силовое коммутационное оборудование наружного освещения, функционально связанное с устройствами автоматики, которые обеспечивают управление силовым коммутационным оборудованием во всех режимах работы. Оборудование нижнего уровня располагается в шкафах управления освещением.

Кроме того, АСУНО помогает предотвращать аварии, которые часто случаются в тёмное время суток, способна сама контролировать работу линий электропередачи, а также в автоматическом режиме оповещает о сбоях в

напряжении, коротких замыканиях, неисправности светильников и незаконном потреблении электроэнергии.

Для лучшего представления о работе АСУНО на рисунке 1 представлена её упрощённая архитектура.



Рисунок 1. Упрощённая архитектура АСУНО

Как видно из упрощённой архитектуры АСУНО, блоки (шкафы) управления наружным освещением располагаются на трансформаторных подстанциях (ТП) или на опорах освещения. Данные шкафы выполняют следующие функции:

- осуществляют включение или отключение линий наружного освещения;
- благодаря составляющим шкафов управления наружным освещением осуществляется защита оборудования от замыканий и перенапряжения;
- с помощью коммутационных аппаратов в ШУНО осуществляется выбор автоматического или ручного режимов работы;
- осуществляют учёт электрической энергии.

Одним из основных компонентов ШУНО является управляющее устройство – контроллер, функциональные возможности которого определяют

надежность и глубину автоматизации системы в целом. На основе используемого контроллера функционирует работа нижнего уровня системы управления. Контроллер выполняет следующие важные функции:

- осуществляет передачу информации о состоянии работы ШУНО и отходящих линий света;
- передаёт данные об электроэнергии и принимает управляющие команды через среду передачи данных GPRS/Internet с сервера АСУНО, который располагается в центре диспетчеризации;
- передаёт информацию об аварийной ситуации на автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера;
- обеспечивает работу системы в автоматическом или ручном режимах;
- поддерживает работу системы при различном регулировании освещения («вечерний режим», «ночной режим»).

На верхнем уровне системы управления располагается АРМ диспетчера со специализированным программным обеспечением. К возможностям АРМ следует отнести:

- наглядность и визуальное представление состояний сети освещения;
- наличие индикации аварийных режимов ШУНО и линий освещения;
- наличие индикации электрической нагрузки, а также числовых значений тока и напряжения по каждой фазе;
- возможность формирования наглядных отчётов о расходе электрической энергии;
- наличие сигнализации при незаконном проникновении в ШУНО;
- обеспечение работы по составленному графику включения и отключения освещения на интервалах в 5 суток с точностью до нескольких минут;
- снятие, а также хранение показаний по каждому шкафу управления освещением;
- создание и хранение журнала событий по каждому шкафу управления освещением вплоть до одного года.

Автоматизированные системы управления наружным освещением в городах и за их пределами являются относительно новым явлением в системах диспетчерского управления. АСУНО всё больше вытесняют существовавшие до них релейные системы дистанционного управления, так как предлагают больший ассортимент функциональных возможностей по управлению и диагностике наружного освещения.

На данный момент наиболее широкое применение нашли технологии светодиодного освещения и автоматизация установок управления наружным освещением. Применение АСУНО вместе со светодиодными технологиями обеспечивает более надёжную работу систем освещения и позволяет более эффективно расходовать электроэнергию. Наряду с безопасностью и экономичностью данных технологий дополнительными плюсами являются

приятный внешний вид ламп и отсутствие вреда для людей и окружающей среды: лампы не содержат вредных для человека и природы веществ, являются экологически чистыми и не требуют особых условий обслуживания и утилизации. На рисунках 2 и 3 представлены примеры светодиодных ламп.



Рисунок 2. Светодиодная лампа «LedNik RSD 50 Кобра»



Рисунок 3. Светодиодная лампа «LedNik RSD 50 C LITE»

Применение АСУНО вместе со светодиодными светильниками позволяет осуществлять экономию электроэнергии до 60%, если сравнивать с нерегулируемым освещением, повышать комфортность освещения, продлевать срок службы источников света.

Список использованной литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант-Плюс».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 года №2227-р. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/4qRZEpm161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf>, свободный. Дата обращения: 16.04.2020.
3. Расход электроэнергии на освещение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://economy-ru.info/info/112654/>, свободный. Дата обращения: 05.05.2020.

© В.Г. Никешин, И.В. Бондаренкова, 2020

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ВВП И ВРП В КОНТЕКСТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ

канд. экон. наук, доцент, зав. каф. ПМиЭЭ ФЭН **Чернов Сергей Сергеевич**
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация: В статье рассмотрены показатели энергоемкости ВВП и ВРП в рамках реализации Энергетической стратегии 2030 и ее индикаторов. Энергетическая стратегия 2030 является одной из ключевых стратегических задач на пути реализации программ энергосбережения и энергоэффективности России и ее регионов. Достижения ключевых индикаторов стратегии является одними из приоритетных направлений энергетической политики страны.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоемкость, стратегия, энергетика, индикатор, динамика.

ENERGY CAPACITY OF GDP AND GRP IN THE CONTEXT OF ENERGY STRATEGY OF RUSSIA

Chernov Sergey Sergeevich

Abstract: The article discusses the energy intensity of GDP and GRP in the framework of the implementation of the Energy Strategy 2030 and its indicators. Energy Strategy 2030 is one of the key strategic tasks on the path to implementing energy conservation and energy efficiency programs in Russia and its regions. Achievement of key indicators of the strategy is one of the priority areas of the country's energy policy.

Keywords: energy efficiency, energy intensity, strategy, energy, indicator, dynamics.

В 2009 году на заседании Правительства РФ была принята «Энергетическая стратегия РФ до 2030 года» (далее – ЭС-2030).

Наряду с энергетической стратегией РФ, целью которой является «формирование политики эффективного использования природных энергетических ресурсов и имеющегося потенциала энергетического сектора, позволяющего обеспечить устойчивый рост экономики, повысить уровень и качество жизни населения» [1], а также обеспечить укрепление внешнеэкономической позиции отрасли, еще в «2008 году указом Президента РФ от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» были

установлены индикаторы по повышению энергетической эффективности российской экономики и снижению энергоёмкости ВВП к 2020 году на 40 % по отношению к 2007 году. За период с момента издания данного указа до сегодняшнего дня было инициировано «три государственные программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности (распоряжение Правительства РФ от 27 декабря 2010 года №2446-р, от 3 апреля 2013 года №512-р, постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. №321), приняты региональные программы энергосбережения» [2].

В рамках всех представленных программ и стратегии основными индикаторами, как на федеральном, так и региональном уровнях, являются снижение энергоёмкости ВВП и ВРП.

При этом снижение показателей ВВП и ВРП является следствием реализации комплексным мер, направленных на решение задач и достижение целей по обеспечению внедрения системы энергосбережения и энергоэффективности на различных уровнях, которые в свою очередь не всегда являются подконтрольными Правительству РФ и органам местного самоуправления.

Однако в рамках исследования и постановки задач данной статьи анализируется динамика энергоёмкости ВВП как в России в целом, так и ее отдельных регионов.

Энергетическая стратегия России в своей структуре имеет ряд промежуточных этапов, разделённых временной школой. Одним из таких этапов является 2020 год, который включил в себя следующие цели и задачи [1]:

- переход на путь инновационного и энергоэффективного развития;
- изменение структуры и масштабов производства энергоресурсов;
- создание конкурентной рыночной среды;
- интеграция в мировую энергетическую систему.

Рассматривая энергоёмкость ВВП страны в первую очередь необходимо однозначно определиться с терминологией.

В целом, под энергоёмкостью понимается количество энергии, потребляемой в процессе производства единицы продукции.

Если говорить об энергоёмкости ВВП, то в данном контексте речь идет об удельном показателе потребления энергоресурсов по отношению к ВВП, измеряемом в т.у.т. (тонна условного топлива) на единицу ВВП, выраженной в национальной или иностранной валюте.

Согласно данным ФСГС РФ, по состоянию на конец 2017 года энергоёмкость составила 99,95 кг у.т. / на 10 тыс.руб., что на 12,04 % меньше показателя 2014 года, когда величина энергоёмкости ВВП составляла 111,99 кг у.т. / на 10 тыс.руб. Снижение объемов энергоёмкости ВВП России отвечает поставленным в рамках энергетической стратегии РФ целям и прописанной в

пункте VIII стратегии задаче по снижению «удельной энергоемкости валового внутреннего продукта не менее чем в 2,3 раза [2]».

При этом можно уже сегодня сказать, что достигнутые в рамках реализации стратегии 1-го этапа значения «не более 78 % от уровня 2005 года» [2] требуют существенного «рывка» для установленных ориентиров 2-го этапа энергетической стратегии «не более 57 % от уровня 2005 года» [1], несмотря на имеющуюся положительную динамику (рисунок 1).

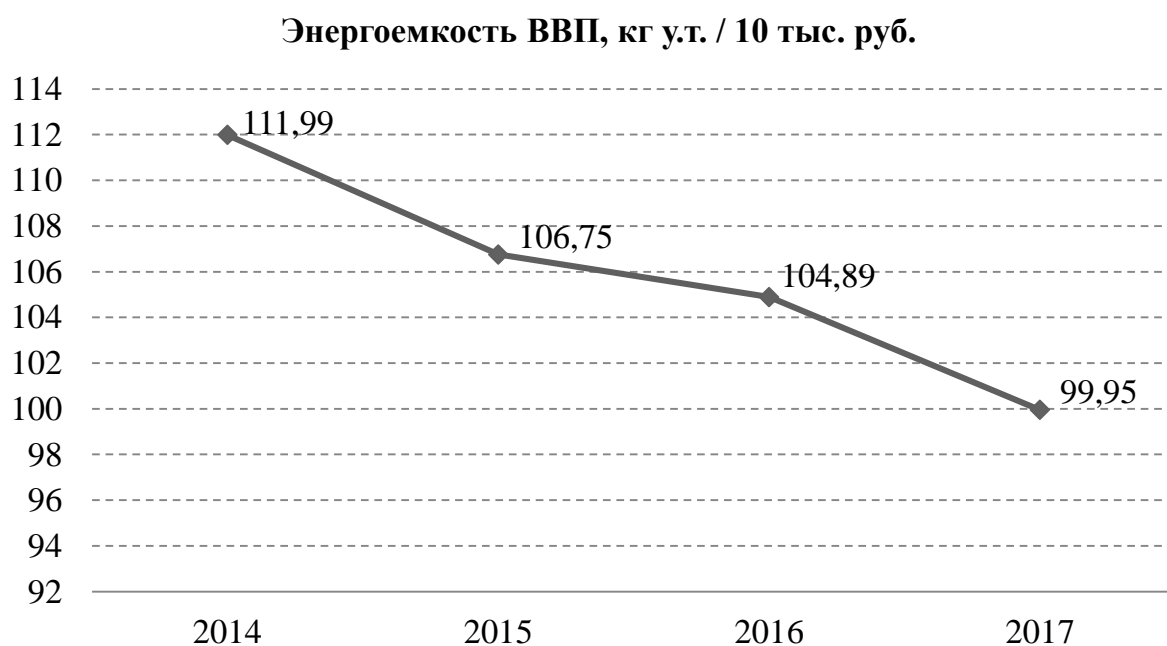


Рисунок 1. Динамика энергоемкости ВВП России [3]

Согласно представленной на рисунке 1 динамике энергоемкости ВВП России, стоит отметить, что она имеет четкую тенденцию к снижению, что говорит об эффективности реализации одного из направлений энергетической стратегии и достижении заявленных индикаторов в рамках программы.

Проведем анализ энергоемкости валового регионального продукта по субъектам Российской Федерации.

Анализ информации за 2017 год показывает, что в пределах 100 кг у.т. / 10 тыс. руб. находится энергоемкость ВРП четырнадцати субъектов РФ (Москва, Сахалинская область, г. Санкт-Петербург, Республика Саха (Якутия), Калининградская область, Камчатский край, Магаданская область, Республика Калмыкия, Краснодарский край, Московская область, Новосибирская область, Республика Дагестан, Еврейская автономная область, Республика Крым). Причем разброс значений достаточно велик – от 25,96 кг у.т. / 10 тыс. руб. в г. Москва до 98,86 кг у.т. / 10 тыс. руб. в Республике Крым. Также необходимо отметить и существенно разные факторы, обусловившие лидерство указанных регионов по энергоемкости ВРП. В отдельных случаях это может быть высокое

значение ВРП при относительно невысоком энергопотреблении, относительно невысокое значение ВРП при низком энергопотреблении и иные сочетания.

Абсолютное большинство регионов имеет значения энергоемкости ВРП в диапазоне от 100 до 200 кг у.т. / 10 тыс. руб.

Группа регионов с наиболее высоким значением энергоемкости ВРП представлена пятнадцатью регионами: Мурманская область, Ленинградская область, Республика Башкортостан, Иркутская область, Тверская область, Рязанская область, Карачаево-Черкесская Республика, Оренбургская область, Челябинская область, Чеченская Республика, Республика Тыва, Республика Хакасия, Кемеровская область, Липецкая область, Вологодская область. Значения энергоемкости ВРП по этой группе регионов варьируются от 206,51 кг у.т. / 10 тыс. руб. в Мурманской области до 410,43 кг у.т. / 10 тыс. руб. в Вологодской области.

Таким образом, российские регионы чрезвычайно дифференцированы по значению энергоемкости ВРП. Энергоемкость в г. Москве в 15,81 раза выше, чем в Вологодской области. Достаточно интересно в этой связи рассмотреть динамику энергоемкости ВРП в привязке к конкретным регионам.

Так, в большинстве случаев регионы-лидеры 2017 г. по показателю энергоемкости ВРП демонстрировали и самые высокие показатели динамики энергоемкости ВРП. В частности, за 2014-2017 гг. энергоемкость ВРП 2017 г. составила немногим менее 40 % от энергоемкости субъекта в 2014 г. На 46 % сократилась энергоемкость ВРП Камчатского края, на 42 % и 41 % - энергоемкость ВРП ЕАО и Магаданской области, соответственно. Энергоемкость ВРП г. Москва сократилась за анализируемый период всего на 4 %. А в Сахалинской области в 2017 г. зафиксирован рост показателя энергоемкости ВРП на 31% по отношению к уровню 2014 г.

По регионам, имеющим наихудшие значения энергоемкости ВРП, динамика изменения результирующего показателя крайне дифференцированная. В частности, если в Иркутской, Кемеровской и Челябинской областях показатель энергоемкости ВРП в 2017 г. по отношению к 2014 г. снизился на 35 %, 33 % и 27 %, соответственно, то в Мурманской области, снижение составило всего 6 %, а в Республике Башкортостан зафиксирован рост на 3 %.

В целом же, в абсолютном большинстве регионов демонстрировалась отрицательная динамика по данному показателю, т.е. за 2014-2017 гг. имело место снижение показателя энергоемкости ВРП по большинству субъектов Федерации. На 30 % и более сократилась энергоемкость ВРП в следующих субъектах: Республика Крым, Камчатский край, Еврейская автономная область, Магаданская область, Иркутская область, Ростовская область, Кемеровская область, Республика Калмыкия, Ивановская область, Республика Мордовия, Архангельская область, Республика Саха (Якутия), Калининградская область.

И только в четырех регионах зафиксирован рост показателя энергоемкости ВРП за 2014-2017 гг.: Республика Ингушетия – 1 %, Республика Башкортостан – 3 %, Новгородская область – 7 %, Сахалинская область – 31 %.

Проведенный анализ показывает, что несмотря на то, что за три года (с 2014 по 2017 гг.) имело место существенное снижение показателя энергоемкости ВВП по Российской Федерации в целом, региональная специфика значительно более сложная и противоречивая. Сказывается дифференциация регионов России по климатическим условиям, промышленность производству и его структуре, уровню ВРП и другим факторам. Большинство регионов обеспечивают сокращение энергоемкости ВРП, но есть и регионы, в которых за указанный период зафиксирован рост показателя энергоемкости ВРП. В отдельных регионах энергоемкость ВРП сократилась кратно, в других – всего в пределах 5 %. Однако, учитывая, что данный показатель находится в поле зрения федеральных властей, регионы ведут целенаправленную работу по сокращению показателя энергоемкости ВРП, что, с свою очередь, дает ощутимые результаты.

Список использованной литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р//[Электронный ресурс]//Официальный сайт Министерства энергетики РФ// Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата последнего обращения 10.11.2019).
2. Открытый семинар «Экономика энергетики» (семинар А.С. Некрасова). Сто пятьдесят первое заседание от 30 сентября 2014 года И.А. Долматов, М.А. Шутова «Методология прогнозирования энергоемкости ВВП и отдельных отраслей (секторов) экономики». Семинар проводится при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 14-02-14006г)[Электронный ресурс]// Режим доступа: <https://ipcrem.hse.ru/> (дата последнего обращения 11.11.2019).
3. Технологическое развитие отраслей экономики // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ// Режим доступа: <https://www.gks.ru/folder/11189> (дата последнего обращения 10.11.2019).

© С.С. Чернов, 2020

СИР-УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

студентка гр.529 **Волчек Анастасия Владимировна**,
науч. руководитель: канд. техн. наук, зав. каф. **Ковалёв Дмитрий Александрович**
Высшая школа технологий и энергетики СПбГУПТД
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: В данной статье рассмотрено назначение СИР-установки, представлено ее описание. В тексте приведены преимущества использования станции и задачи автоматизации СИР. Представлено краткое описание работы автоматизированной установки.

Ключевые слова: СИР, установка, мойка, очистка, станция, автоматизация.

CIP FOR CLEANING EQUIPMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Volchek Anastasiya Vladimirovna,
Kovalev Dmitry Aleksandrovich

Abstract: This article discusses the purpose of the CIP installation. A description of the CIP installation is provided. The text summarizes the benefits of using the station and the tasks of automating CIP. A brief description of the operation of the automated installation is presented.

Keywords: CIP, installation, washing, cleaning, station, automation.

Очистка фармацевтического технологического оборудования является сложной задачей. Методы очистки, тип технологического оборудования, очищаемые поверхности, выбор моющего средства и температура должны учитываться при настройке процедуры очистки.

До 1950-х годов закрытые системы (трубы, сосуды, технологическое оборудование) разбирались и очищались вручную.

Этот метод обычно занимал много времени в отраслях промышленности, где требовалась частая внутренняя очистка оборудования, например: пищевые, фармацевтические и косметологические предприятия.

Санитарная обработка и чистка закрытых контейнеров и трубопроводов невозможна обычными методами именно из-за отсутствия к ним свободного доступа. Для облегчения процедуры ухода и очистки такого оборудования были разработаны промывочные комплексы, называемые СИР-мойками.

Аббревиатура СІР (Clean in place) обозначает чистку на месте или «чистка на месте» [1].

СІР – это очистка собранной установки (чаны, ферментеры, резервуары, технологическое оборудование, зонды) и контуров трубопроводов путем струйного распыления на поверхности или циркуляции чистящих растворов в условиях высокой температуры, турбулентности и скорости потока.

Преимущества метода очистки СІР заключаются в следующем:

- уменьшение времени цикла очистки;
- снижение потребления воды;
- снижение трудовых затрат;
- возможность вторичного использования растворов;
- возможность включения полностью автоматизированного программного цикла очистки (с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК), датчиков, клапанов) [2].

Эффективность очистки связана с механической, тепловой и химической активностью. Важными факторами, влияющими на эффективность работы СІР, являются: характер удаляемого материала; конструкция очищаемой установки и системы СІР; тип поверхности, требующей очистки; концентрация и характер чистящего раствора; температура и продолжительность стадий очистки. По сравнению с ручными режимами, хорошо спроектированная, проверенная, управляемая и контролируемая система СІР значительно повысит эффективность очистки, безопасность оператора и снизит затраты.

В зависимости от технического оснащения моечного комплекса чистка линий происходит вручную, в полуавтоматическом или автоматическом режимах.

Задачи автоматизации СІР-установки:

- поддержание необходимого давления моющих растворов;
- поддержание температуры моющих растворов;
- обеспечение необходимой концентрации моющих растворов;
- оптимизация времени мойки при использовании рецептов [3].

Использование современных частотных преобразователей для управления насосами станции позволяет снизить затраты электроэнергии в процессе мойки и обеспечить рабочее давление моющих растворов.

Поддержание температуры щелочной смеси обеспечивается PID-регулятором, который управляет регулирующим клапаном подачи пара. Пар поступает в «рубашку» которая нагревает моющий раствор, а управляя потоком реагента и подачей пара, исключается кипение.

С помощью кондуктометра ПЛК определяет текущую концентрацию моющих растворов и таким образом не позволяет начать очистку до тех пор, пока концентрация не достигнет значения выше минимального, необходимого для идеальной мойки оборудования. Для каждого этапа очистки требуется контроль большого объема параметров.

Для каждой единицы оборудования создается уникальный набор параметров, называемый рецептом. Оператору требуется только выбрать нужный рецепт и подтвердить начало очистки. Контроллер проанализирует и изменит параметры на требуемые, получит сигнал о том, что оборудование готово к мойке и не загружено продуктом, а затем выполнит все необходимые процедуры в обычном режиме.

Полностью автоматизированная мойка СІР позволяет практически исключить брак продукции, вызванный загрязнением среды, свести человеческий фактор к нулю и исключить потерю продукта при мойке за счет завершения всех операций с использованием автоматизации.

Список используемой литературы

1. СІР мойка [Электронный ресурс] // Что такое СІР. URL: <http://www.moika-cip.ru/oborudovanie/cip-moiki/chto-takoe-cip/> (Дата обращения: 26.01.2020).
2. Системы очистки [Электронный ресурс] // Системы СІР/ВІР. URL: <https://gmpua.com/Utilities/CIPSIP/CIPWIP/index.html> (Дата обращения: 28.03.2020).
3. Автоматизация СІР [Электронный ресурс] // Автоматизация СИП (СІР) станций. URL: <https://sautomatic.ru/направления-деятельности/автоматизация-сип-сир-станций/> (Дата обращения: 04.02.2020).

© А.В. Волчек, Д.А. Ковалёв, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Антипина Д.Ю., руководитель Гаак В.К. (г. Омск) ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.	3
Галчинова Т.А., руководитель Бондаренкова И.В. (г. Санкт-Петербург) АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОФОРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	10
Мридул Ф.Т., руководитель Ташлыков О.Л. (г. Екатеринбург) СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ БАНГЛАДЕШ. СООРУЖЕНИЕ АЭС «РУППУР».	19
Зверев Л.О., руководитель Злобин В.Г. (г. Санкт-Петербург) ПРИМЕНЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ «СУПРОТЕК» НА ТУРБОКОМПРЕССОРЕ ЦК-135/8.	26
Зайцева Д.Е., руководитель Стародубцева О.А. (г. Новосибирск) ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ В МИРЕ И РОССИИ	31
Рожкова А.В., руководитель Гаак В.К. (г. Омск) ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ. ...	35
Корнелюк Н.В., Ремизова И.В. (г. Санкт-Петербург) СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ MASTERSCADА И SCADA КРУГ-2000.	41
Родыгина Е.А., Чалпанов С.В., руководитель Ташлыков О.Л. (г. Екатеринбург) ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИЕМЛЕМОСТЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.	45
Lipatov M.S. (Saint Petersburg) ALTERNATIVE ENERGY AS AN PROMISING TREND FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT.	52
Романцов М.М., руководитель Гибадуллин Р.Р. (г. Казань) ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.	55
Гусарова (Маркова) Т.С., Федоров А.В. (г. Санкт-Петербург) ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ТЕРМОХРОМНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ.	61
Зибаров С.А., руководитель Растишин С.А. (г. Москва) ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КПД.	64

Бубнов К.А., руководитель Малышев А.А. (г. Санкт-Петербург) НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ	73
Та В.Т., Ха Х.М., руководитель Ташлыков О.Л. (г. Екатеринбург) О МЕСТЕ АЭС В РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИКИ ВЬЕТНАМА.....	78
Воропанова М.А., руководитель Новиков А.И. (г. Санкт-Петербург) РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СТАНЦИИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	85
Чугунова В.О., руководитель Стародубцева О.А. (г. Новосибирск) SWOT- АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫБОРА СТРАТЕГИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВ НА ПРИМЕРЕ ООО "ИРКУТСКЭНЕРГОСБЫТ".....	91
Ефремов В.М., руководитель Леонова Н.Л. (г. Санкт-Петербург) РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВТОУСЛУГ С ФУНКЦИЕЙ ПОДБОРА ТОВАРА.....	96
Монашенко А.Д. (г. Сосновый Бор) СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС.....	102
Никешин В.Г., руководитель Бондаренкова И.В. (г. Санкт-Петербург) ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ.....	107
Чернов С.С. (г. Новосибирск) ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ВВП И ВРП В КОНТЕКСТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ	112
Волчек А.В., руководитель Ковалёв Д.А. (г. Санкт-Петербург) СIP-УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	117