

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
КОНЦЕРН БРЕСТЭНЕРГО

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ



ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ
ОТРАСЛЯХ

Материалы международного научного семинара
ЧАСТЬ I

Брест, 2022

УДК 620.9

ББК 72.33

Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы международного научного семинара. ЧАСТЬ I, Брест, БрГТУ, 22 апреля 2022 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2022. – 129 с.

В настоящем сборнике публикуются материалы международного научного семинара на тему «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», который состоялся в Брестском государственном техническом университете 22 апреля 2022 года. Издание адресуется преподавателям учебных заведений, студентам вузов, магистрантам, аспирантам, всем, кто интересуется проблемами энергетической безопасности.

Публикация материалов рекомендована кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции (протокол заседания кафедры №9 от 19.05.2022 г).

Издание материалов научного семинара осуществлено за счет финансовой поддержки со стороны Республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Брестэнерго».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Назаров С.Г., Рахимов М.Р.	6
ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА С НЕЛОКАЛЬНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ	6
Северянин В.С.	10
ГЕЛИООСМОТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ	10
Рашидов Ю.К., Гафуров С.К., Маматов М.М.	12
РАСЧЁТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СОЛНЕЧНОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПРОДОЛЬНОЙ ЩЕЛЬЮ ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ	12
Борисов Б.Н.	16
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД	16
Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Новосельцев В.Г.	19
ВОЗВЕДЕНИЕ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТЕПЛЕННЫХ КИРПИЧНЫХ БЛОКОВ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ	19
Paromow G., Jumadurdyew M., Gurbanow T.	21
SAVE ELECTRICITY AND SAVE THE WORLD	21
Язджумаева А.Д.	24
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В ДОРОЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ.....	24
Андреюк С.В., Акулич Т.И.	26
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕФОСФОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД РЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ	26
Джанмурадов А., Атаев. М.Г., Шаймерданов А.	29
АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ТЕПЛОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	29
Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В., Волкова Г.А., Шпендик Н.Н.	32
БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ МЕТОДОМ.....	32
Нурбердиев А.Ч., Нурыев Р.Ш.	36
НОРМА ОСВЕЩЕНИЯ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ	36
Чернюк В.П., Шляхова Е.И.	39
ЭНЕРГОЭКОНОМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВАЙ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ	39
Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю., Нурыядыева М.С.	41
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРЕКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА	41
Мамедова Т.Т., Сопыева Э.А., Гурдов К.Г.	45
ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КИСЛЫХ ГАЗОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОЙ СЕРЫ	45
Савчук Т.П.	48
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ	48
Агамырадова Д.Г.	50
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	50
Батманов Дж.Х., Агаджанов А.М., Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю.	53
ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНО-БИОГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТУРКМЕНИСТАНЕ	53

Молош В.В., Томашев И.Г., Колесниченко М.В.	57
РАСЧЁТ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ НАКЛОННОГО СЕЧЕНИЯ В ПЛОСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ ПО ДЕФОРМАЦИОННОМУ МЕТОДУ	57
Абдыкадырова О.Н., Атаев М.Ч., Оразов А.М., Ходжаева Ш.Б.	61
РЕГУЛИРОВКА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С НЕМЕТРИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ	61
Атаев Р.Ч., Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю., Атамырадов Г.	64
ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК	64
Стариков А.Н.	68
ХРАПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ.....	68
Абдыкадырова О., Бердилиев К., Непесова Дж., Ходжаева Ш.	72
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ	72
Джуманиязова Г.Б., Шамурадова М.Н., Ханова А.Ш.	75
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....	75
Галимова Н.П.	78
К ВОПРОСУ О 90-ЛЕТНЕЙ ИСТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	78
Акмухаммедов М.Г., Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю., Гурбангелдиев М.Г.	82
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА	82
Тораева Э.Я., Хаджимаммедова Я.Н.	85
ВЛИЯНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	85
Лешко Г.В., Игнатюк Т.В.	89
ЯВЛЕНИЕ СТРЕССА В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА	89
Muhammedova O.S., Danatarova M.S., Garlyyeva A.	92
DESIGN TO INCREASE SOLAR COLLECTOR EFFICIENCY BY INCREASING THERMODYNAMIC PERFORMANCE OF HEAT CARRIER	92
Кривицкий П.В., Шелест Е.В., Голуб К.В.	94
РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С ЭФФЕКТИВНО РАСПОЛОЖЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ	94
Гараханова Г.А., Аннакулыев М., Нязлиева М.Д., Ходжаев Дж.Я.	97
РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ТУРКМЕНИСТАНА	97
Гурбанова Г.Я., Атабаев Г.О.	99
ГЕНЕРАТОР И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ТРАНСФОРМАТОР) МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ	99
Разаков М.А.	103
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	103
Гараханова Г.А., Назлиева М.Д., Худайбердыев А.Р., Давронбеков Н.Д.	106
АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТУРКМЕНИСТАНА....	106
Клюева Е.В., Сальникова С.Р., Янчилин П.Ф.	108
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ТРУДОУСТРОЙСТВА МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ТГВ: МНЕНИЕ СТУДЕНТОВ.....	108

Мухамметназаров А., Коссеков М., Аташева О.	111
РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРОСЛИ ТУРКМЕНИСТАНА	111
Шляхова Е.И., Чернюк В.П.	115
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВИНТОВЫХ СВАЙ ПЕРЕД ЗАБИВНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ СВАЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....	115
Гурбанов Б.М., Рустемов К., Сейтиев А.С.....	117
ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИНХРОННЫХ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА....	117
Янчилин П.Ф., Ключева Е.В., Федорович Д.В.....	119
ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА ЗАЛА АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО РАСКОПА МУЗЕЯ «БЕРЕСТЬЕ».....	119
Нурбердыев А.Ч., Атаев Д.В.....	123
ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, РАСХОДУЕМОЙ НА СИСТЕМУ ОСВЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ, ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	123
Бондарь А.В.....	125
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА НАКЛОНА ВОЛОКОН	125

Назаров С.Г., Рахимов М.Р.

ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА С НЕЛОКАЛЬНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ

Государственный энергетический институт Туркменистана.

Назаров С.Г. – ректор Государственного энергетического института Туркменистана;

Рахимов М.Р. – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики, математики и информатики.

Введение. Изучение неоднородных или несамосопряженных граничных условий, влияния насосов в сетях теплопередачи, а также добавления дополнительного члена к уравнениям Навье-Стокса, более подходящих для технологических процессов теплопроводности, является одной из актуальных проблем. В современных установках в процессе теплопередачи широко используются насосы, которые влияют на скорость теплового потока, что приводит к конвективному теплообмену в турбулентном тепловом потоке. Нахождение оптимального режима работы насоса в зависимости от скорости, температуры и времени теплового потока в процессе теплопередачи является одной из самых современных технологических проблем.

В литературе [1-3, см. там библ.] по исследованию математических моделей процесса теплопередачи, в основном, отмечаются две проблемы: 1 - *физические* вопросы адекватности математических моделей процесса теплопередачи; 2 - *математические* вопросы исследования нелинейных уравнений Навье-Стокса.

Существует обширный список литературы, посвященный решениям этих проблем. Краткий обзор работ, посвященных этим проблемам, приведен в [1-3].

В работе [1] по оптимальному моделированию процесса теплопередачи вязкой несжимаемой жидкости мы предложили *метод линеаризации уравнения Навье-Стокса*. Сущность предложенного там метода заключалась в замене в нелинейных членах компонентов искомого вектора-функции скорости течение жидкости с выбранными усредненными или другими постоянными значениями этих же компонентов из предшествующего времени или процессов. Тем самым нелинейные члены, учитывающие кинетическую энергию движения жидкости по координатным осям, заменяются на линейные члены, учитывающие скорости изменения вектора-скорости, умноженные на соответствующие значения компонентов вектора. Такие линейные члены будут соответствовать процессу экспоненциального роста скорости частицы жидкости по координатным осям в турбулентном течении.

В вышеупомянутой работе был предложен метод оптимального моделирования процесса теплопередачи, заключающийся в следующем:

- Линеаризовать уравнений Навье-Стокса указанным выше способом.
- Выбрать экспериментально или из аналогичных процессов известные функции скорости и приблизить скорости жидкости за заданное короткое время к выбранным функциям с помощью синтезирующих управляющих функций, т.е. решить линейно-квадратичную задачу оптимального синтеза и для полного описания процесса теплопередачи добавить к уравнению Навье-Стокса линейный интегральный оператор с ядром, полученным из решения нелинейного операторного уравнения Риккати, и функцию, полученную из решения линейной системы уравнений с известными данными задачи.

Такой метод линеаризации уравнений оправдан тем, что, во-первых, выбранные постоянные значения компонентов скорости движения можно принять как параметры и их можно оптимизировать по смыслу задачи, во-вторых, эти параметры можно выбрать как функции временного параметра. Кроме того, если процесс рассматривается в длительном периоде времени, то этот период времени можно разбить на несколько промежутков и построить многошаговый процесс, решая задачу для каждого шага с новыми параметрами, полученными из решения предыдущих периодов времени.

Постановка задачи оптимизации двумерных векторных дифференциальных уравнений Навье-Стокса.

В работе [1-3] нестационарное и нелинейное двумерное (трехмерный случай рассматривается аналогично) векторное дифференциальное уравнение Навье-Стокса с помощью подстановки $v_i = e^{\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} u_i$, $i = 1, 2$ и выбранные значения σ и τ компонентов вектора скорости $w = w(x, y, t) = (v_1(x, y, t), v_2(x, y, t))$ жидкости, т.е. функции $v_i \equiv v_i(x, y, t)$, $i = 1, 2$, соответственно (плотность полагают $\rho = 1$), приведено к линейному уравнению следующего вида:

$$u_{it} - \nu \Delta u_i + \frac{1}{4\nu} (\sigma^2 + \tau^2) u_i = \zeta_i r_i + F_i + J_i, \quad (1)$$

$$\zeta_i = e^{-\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} \zeta_i(x, y); \quad r_i = r_i(t), \quad F_i = e^{-\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} f_i,$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = p_1, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = p_2; \quad j_i = -p_i + q_i, \quad J_i = e^{-\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} j_i, \quad i = 1, 2,$$

где $t \in [0, T]$; $(x, y) \in \Omega = \{0 \leq x \leq h, 0 \leq y \leq l\}$ – прямоугольная область с границей $-S = \{x = 0, x = h; 0 \leq y \leq l; 0 \leq x \leq h; y = 0, y = l\}$, $Q_T = \Omega X(0, T)$, $S_T = SX[0, T]$; Δ – оператор Лапласа, ν – постоянный коэффициент вязкости; функции $\zeta_i(x, y)$ может выражаться через дельта-функции Дирака и может учесть влияние внешних сил насосов из граничного режима.

Считается, что в уравнении (1) функции $p = p(x, y, t)$ (давление), $f = (f_1, f_2)$, $f_i = f_i(x, y, t)$ (внешняя сила) и $q = (q_1, q_2)$, $q_i = q_i(x, y, t)$ (постоянно действующая сила) и в условиях (2) функции $a(x, y)$, $b(x, y)$ обладают необходимыми дифференциальными свойствами. Вектор-функция f характеризует разницу между температурой поверхности греющего устройства и температурой жидкости (подъемную силу).

Считаем, что режим теплопередачи обусловлен несамосопряженными граничными условиями, например, типа Бицадзе-Самарского [3], т.е. начальные и нелокальные граничные условия для функции u_i записаны в виде:

$$\begin{cases} u_1(x, y, 0) = a(x, y), \quad u_2(x, y, 0) = b(x, y); & \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} = 0; \\ u_i(0, y, t) = 0, \quad u'_{ix}(0, y, t) - u'_{ix}(h, y, t) = 0, \quad 0 \leq y \leq l; \\ u_i(x, 0, t) = 0, \quad u'_{iy}(x, 0, t) - u'_{iy}(x, l, t) = 0, \quad 0 \leq x \leq h; \quad i = 1, 2. \end{cases} \quad (2)$$

С помощью подстановки $u_i = e^{-\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} v_i$, $i = 1, 2$, можно воостановить исходные линеаризованные уравнения Навье-Стокса с нелокальными граничными условиями:

$$\begin{cases} \frac{\partial v_1}{\partial t} + \sigma \frac{\partial v_1}{\partial x} + \tau \frac{\partial v_1}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \nu \Delta v_1 + \zeta_1(x, y) r_1(t) + f_1 + q_1 \\ \frac{\partial v_2}{\partial t} + \sigma \frac{\partial v_2}{\partial x} + \tau \frac{\partial v_2}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \nu \Delta v_2 + \zeta_2(x, y) r_2(t) + f_2 + q_2 \\ \frac{\partial v_1}{\partial x} + \frac{\partial v_2}{\partial y} = 0, \end{cases} \quad (1')$$

$$\begin{cases} v_i(0, y, t) = 0, & v'_{ix}(0, y, t) - e^{-\frac{\sigma h}{2v}} \left[v'_{ix}(h, y, t) - \frac{\sigma}{2v} v'_{ix}(h, y, t) \right] = 0, & 0 \leq y \leq l; \\ v_i(0, y, t) = 0, & v'_{iy}(x, 0, t) - e^{-\frac{\tau l}{2v}} \left[v'_{iy}(x, l, t) - \frac{\tau}{2v} v'_{iy}(x, l, t) \right] = 0, & 0 \leq x \leq h; & i = 1, 2, \end{cases} \quad (2')$$

Сформулируем задачу оптимального моделирования процесса теплопередачи следующим образом.

В условиях (1), (2) найти управляющие функции $F_i(x, y, t)$, $r_i(t)$, $i = 1, 2$, как функции скорости жидкости, т.е. найти синтезирующие $F_i = F_i(u_i, t)$, $r_i = r_i(u_i, t)$ управляющие функции, зависящие от компонентов вектора скорости w и добиться того, что скорость управляемого потока жидкости приблизилась в точках (x, y) и времени t к заданной $\varphi(t, x, y) = (\varphi_1(t, x, y), \varphi_2(t, x, y))$ нормальной скорости жидкости, а в конце управляемого процесса приблизилась также к заданной нормальной скорости $\psi(x, y) = (\psi_1(x, y), \psi_2(x, y))$ и, таким образом, чтобы энергии сил, действующие на конвективный теплообмен были минимальны.

Для каждого компонента вектора скорости критерий оптимального моделирования может быть записан в виде [3] ($i = 1, 2$):

$$I_i[t_0, r_i, F_i] = \alpha_1 \int_{t_0}^T \|u_i(t) - \varphi_i(t)\|^2 dt + \alpha_4 \int_{t_0}^T r_i^2(t) dt + \alpha_2 \|u_i(T) - \varphi_i\|^2 + \alpha_3 \int_{t_0}^T \|F_i(t)\|^2 dt, \quad (3)$$

где $\|u\|$ – норма элемента $u \in L_2(\Omega)$; $t_0 = 0$; $\alpha_i (i = 1, 2, 3, 4)$ – заданные положительные числа. Конец T управляемого процесса зафиксирован.

Задача синтеза оптимального управления: найти синтезирующие функции $F_i = F_i(u_i, t)$, $r_i = r_i(u_i, t)$ управления, которые зависят от компонента u_i скорости $w = (u_1, u_2)$, $u_i = e^{-\frac{1}{2v}(\sigma x + \tau y)} v_i$ потока и вместе с соответствующим им решением начально-краевой задачи (1), (2), доставляющие функционалу (3) минимальное значение.

О решении задачи.

Положим $S[t_0, u_i(t, \cdot)] = \min_{g_i, f_i} I_i[t_0, r_i, F_i]$. В соответствии с методом динамического программирования получено нелинейное функциональное уравнение Р. Беллмана, решение которого ищется в виде квадратичного функционала [1-3]:

$$S[t, u_i(t, x)] = (R(t)u_i(t), u_i(t)) + (k(t), u_i(t)) + \eta(t),$$

где $R(t)$ – линейный интегральный оператор с ядром $R(x, y; \beta, \gamma, t)$; $k(t)$ – функция со значением в $L_2(\Omega)$ [3]; $\eta(t)$ – скалярная функция. Вычисляя производные по Фреше функционала S , находим:

$$\begin{aligned} \omega_i(t, u_i) &= 2R(t)u_i + k(t), \\ F_i(x, y, t) &= -\frac{1}{2\alpha_3} \omega_i(t, u_i), \quad r_i(t) = -\frac{1}{2\alpha_4} (\zeta_i, \omega_i(t, u_i)) \end{aligned} \quad (4)$$

Функции управления, найденные по формулам (4) [1-3], как потребовалось в сформулированной выше задаче оптимального моделирования процесса теплопередачи с заданными режимами, являются функциями, зависящими от скорости потока жидкости. Подставляя их в (1), (2), получим уравнения с начально-краевыми условиями, описывающие скорость оптимального потока жидкости.

Для дальнейшего вычисления целесообразно применить метод спектрального разложения несамосопряженных операторов. Рассмотрим дифференциальный оператор, порожденный следующей несамосопряженной краевой задачей:

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0, \quad X(0) = X'(0) - X'(1) = 0,$$

Известно [3, см. там библиографию], что собственные функции $X_0^k(x) = \sqrt{2} \sin \lambda_k x$, $X_1^k(x) = x$, $k = 1, 2, \dots$, соответствующие собственным значениям λ_k^2 , $\lambda_k = 2\pi k$, $k = 0, 1, 2, \dots$, т.е. система $\{X_0^k(x)\}$ не образует полную систему в $L_2(0,1)$, а кратность собственного элемента $X_0^k(x)$ соответствующего собственным значениям λ_k^2 равна 2. Дополним её, определив присоединенные элементы по правилу [3]:

$$X_1''^k + \lambda_k^2 X_1^k + 2\lambda_k X_0^k = 0, \quad X_1^k(0) = X_1'^k(0) - X_1'^k(1) = 0$$

Отсюда получим $X_1^k(x) = \sqrt{2}x \cos \lambda_k x$, $k = 1, 2, \dots$.

Аналогичным образом из сопряженной задачи ($k = 0, 1, 2, \dots$):

$$g_1''^k(x) + \lambda_k^2 g_1^k(x) = 0, \quad g_1'^k(0) = g_1^k(0) - g_1^k(1) = 0,$$

$$g_0''^k(x) + \lambda_k^2 g_0^k(x) + 2\lambda_k g_1^k(x) = 0, \quad g_0'^k(0) = g_0^k(0) - g_0^k(1) = 0$$

определяем ($k = 1, 2, \dots$)

$$g_0^0(x) = 2; g_1^k(x) = 2\sqrt{2} \cos \lambda_k x, g_0^k(x) = 2\sqrt{2} (1-x) \sin \lambda_k x. \quad (5)$$

Системы $\{X_h^k(x)\}$ и $\{g_h^k(x)\}$, $k = 0, 1, 2, \dots; h = 0, 1$, образуют биортогональную систему, т.е. $(X_h^k, g_v^l) = \delta_{hv}^{kl}$ и образуют базисы Рисса в $L_2(0,1)$ [3, см. там библиографию]. Решение соответствующей начально-краевой задачи математической физики можно построить с помощью биортогональной системы $\{X_h^k(x); g_h^k(x)\}$.

Важно отметить следующий момент в теории базиса Рисса [3]: если $\{u_h^k\}$ система образует базис Рисса в $L_2(a, b)$, а $\{v_h^k\}$ система образует базис Рисса в гильбертовом пространстве H , то система $\{u_h^k v_h^l\}$ образует базис Рисса в гильбертовом пространстве $L_2(a, b; H)$. Следовательно, решение задачи оптимального моделирования можно построить с помощью корневых функций оператора Лапласа.

Корневые функции оператора Лапласа с несамосопряженными краевыми условиями (2) определим по следующим правилам: $\varphi_{hv}^{kl}(x, y) = X_h^k(x) X_v^l(y)$,

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_{hv}^{kl} &\equiv \frac{\partial^2 \varphi_{hv}^{kl}(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_{hv}^{kl}(x, y)}{\partial y^2} = X_h^{k''}(x) X_v^l(y) + X_h^k(x) X_v^{l''}(y) = \\ &= -[\lambda_k^2 X_h^k + 2\lambda_k X_{h-1}^k] X_v^l(y) - X_h^k(x) [\lambda_v^2 X_v^l + 2\lambda_v X_{v-1}^l], \end{aligned}$$

Заметим, что $\varphi_{hv}^{kl} = 0$ при $h < 0$ или $v < 0$.

Корневые функции оператора Лапласа с сопряженными краевыми условиями определяются аналогично: $\psi_{hv}^{kl}(x, y) = Y_h^k(x) Y_v^l(y)$, где $Y_h^k(x)$ и $Y_v^l(y)$ определяются из (5). С помощью найденных корневых $\varphi_{hv}^{kl}(x, y)$ и $\psi_{hv}^{kl}(x, y)$ функций оператор $R(t)$ (или его ядро $R(x, y; \beta, \gamma, t)$) и функцию $k(t)$ можно разложить в ряд и тем самым получить систему уравнений, содержащую в себе нелинейные уравнения типа Риккати и линейные дифференциальные уравнения, которая изучена в [3].

Список использованных источников:

1. S.Nazarow, M.Rahymow, G. Nekimow, Optimal modeling of the heat transfer of a viscous incompressible liquid, E3S Web of Conferences 216, 01059 (2020) RSES 2020, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601059>.
2. Об оптимальном моделировании теплопередачи вязкой несжимаемой жидкости, Электронный сборник научных докладов 92 заседаний Международного семинара «Вопросы надежности больших энергосистем», т. 3, Казань-Иркутск-2020 г.
3. М.Рахимов, Оптимальное моделирование процессов теплопередачи и колебаний. Методы динамического программирования и спектрального разложения, научная монография, LAP, LAMBERT Academic Publishing.

ГЕЛИООСМОТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Брестский государственный технический университет. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

Гелиоосмотическая электростанция относится к энергетике и может быть использована для электроснабжения при потреблении энергоресурсов в виде пресной воды и ископаемых соляных залежей, что характерно для таких стран как Республика Беларусь. Процесс осмоса — это фильтрация разбавителя через полупроницаемую перегородку в концентрированный раствор, в котором повышается давление. Например, осмотическое давление пары речная вода — морская вода составляет 2,5 Мпа [1]. Конструктивно этот процесс с целью получения электроэнергии оформляется с помощью устройств, воспринимающих течение жидкости от образующегося давления, приводящих в действие электрогенераторы механического или пьезоэлектрического типа. В электрогенераторе по [2] вода с повышаемым давлением деформирует мембрану, установленную параллельно с осмотической перегородкой, управление сводится к подбору характеристик периодичности работы. Недостаток аналога — слив в канализацию отработавшего рассола — проблема для окружающей среды. В устройстве по [3] происходит сочетание добычи, реализации соли и производстве электроэнергии. Прототип состоит из емкости (камеры), образованной между обсадной трубой и водо-подающей трубой с отверстиями, покрытыми полупроницаемой мембраной, создающей осмотическое давление, это давление срабатывает в двигателе (турбине) с электрогенератором, отработавшая вода с остатками соли подвергается дальнейшей обработке с целью утилизации. Недостаток прототипа — постоянный расход соли через установку, что усложняет эксплуатацию (постоянная подпитка соли).

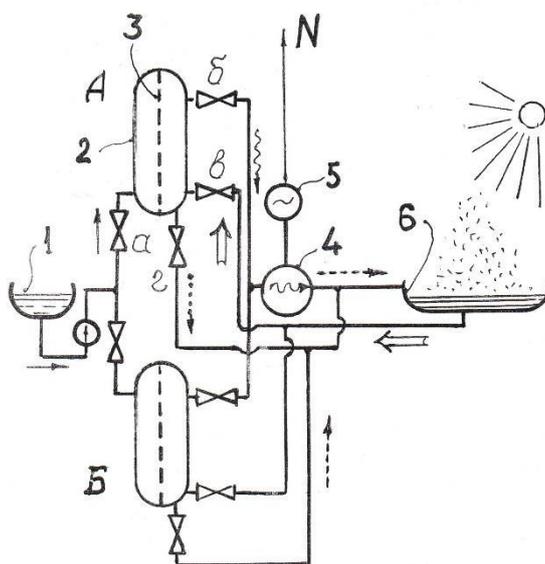


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема гелиоосмотической электростанции.

Цель настоящей разработки — однократная загрузка, потребление соли — для устройств универсального назначения (не требующая сооружения в местах добычи соли), что реализуется циркуляцией одного и того же количества соли в цикле работы устройства. Задача, на решение которой направлена настоящая разработка, состоит в возврате расходуемой в цикле соли в осмотическую камеру, чтобы избежать выброса

её в окружающую среду, для возобновления осмотического процесса, который срабатывает в двигателе. При этом вода является носителем соли, которая отделяется в солнечном испарителе, концентрация соли доводится до требуемого уровня.

Технический результат — электростанция на новом энергетическом ресурсе — пресная вода и ископаемая соль, без использования органического топлива.

Это достигается тем, что гелиоосмотическая электростанция состоит из осмотических камер с осмотическими перегородками, источника пресной воды, двигателя, электрогенератора, вентиляей, при этом после двигателя установлен солнечный испаритель, подсоединённый к осмотическим камерам.

На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема гелиоосмотической электростанции, где обозначено: 1 – источник пресной воды, 2 – осмотическая камера, 3 – осмотическая перегородка, 4 – двигатель, 5 – электрогенератор, 6 – солнечный испаритель; вентили: а – пресные вентили, б – силовые вентили, в – соленые вентили, г – дренажи; стрелки: линейные – пресная вода, волнистые – раствор высокого давления, пунктирные – сбрасываемая вода, двойные – рассол (раствор высокой концентрации). А и Б – аналогичные блоки, N – электрическая мощность потребителю. Автоматика — регуляторы, датчики, электропроводка, вспомогательные насосы и т.д. не показана.

Гелиоосмотическая электростанция состоит из источника пресной воды 1 (река, озеро, любые запасы доступной чистой воды) и осмотических камер 2 (здесь их две). Это герметичная емкость с осмотической перегородкой 3 внутри, разделяющей емкость на водяную (здесь слева) и соляную (справа) части. Осмотическая перегородка 3 — это пористая керамическая тонкая стенка или полупроницаемая пластмассовая плёнка, максимально большой общей поверхностью, уложенная на каркасе. Двигатель 4 поршневого или турбинного типа является приводом электрогенератора 5. Вентили пресной воды — пресные вентили “а” соединяют водяную часть осмотических камер 2 с источником пресной воды 1; силовые вентили “б” соединяют соленую часть с двигателем 4. Выход потока из двигателя 4 направлен в солнечный испаритель 6, представляющий собой большую открытую поверхность, которая может быть укомплектована солнечными зеркальными концентраторами, ветроустановками, турбулизаторами и др. Высококонцентриционная часть солнечного испарителя 6 (дно) солеными вентилями “в” соединена с соленой частью осмотических камер 2, из неё же дренажами “г” оборудован сброс в солнечный испаритель 6. От электрогенератора 5 отходит линия электропередачи для выдачи потребителю мощности N. Блок Б полностью аналогичен блоку А, с работой на общий двигатель 4. Сдвоенное количество обусловлено возможной периодичностью действия осмотических камер 2, требованием большой общей площади осмотических перегородок 3.

Действует гелиоосмотическая электростанция следующим образом. Из источника пресной воды 1 пресными вентилями “а” в осмотическую камеру 2 подаётся вода (прямые стрелки), одновременно солеными вентилями “в” — из солнечного испарителя 6 подготовленный раствор (двойные стрелки). Давление в осмотической камере 2 (справа) растёт, силовыми вентилями “б” поток подаётся в двигатель 4, срабатывает электрогенератор 5 (волнистые стрелки). Отработавшая жидкость сливается в солнечный испаритель 6 (пунктирные стрелки), где за счет солнечного испарения и средств интенсификации происходит повышение концентрации соли, то есть готовится возврат в осмотическую камеру 2. Блок “Б” срабатывает тогда, когда блок “А” заполняется. Дренажи “г” в случае необходимости сливают в солнечный испаритель 6 (пунктирные стрелки).

Технико-экономическая эффективность заключается в использовании нового энергоресурса для Республики Беларусь, снижении общего расхода органического топлива для выработки электроэнергии.

Список использованных источников:

1. Акуличев В.А. Градиент солености в океане – источник энергии. Известие ВУЗов – энергетика, №8, 1985 г.
2. Электрогенератор. Пат. РБ №12249, Н04R17/00 Северянин В.С. и др., 2021 (аналог).
3. Осмотическая скважина. Северянин В.С. и др. Журнал «Изобретатель», №1, 2014 г. (прототип).

Рашидов Ю.К., Гафуров С.К., Маматов М.М.

РАСЧЁТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СОЛНЕЧНОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПРОДОЛЬНОЙ ЩЕЛЬЮ ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ

Ташкентский архитектурно-строительный институт.

Рашидов Ю.К. – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры;

Гафуров С.К., Маматов М.М. – магистранты кафедры.

Аннотация. Разработана физико-математическая модель процесса раздачи воздуха коротким горизонтальным воздухораспределителем постоянного сечения с гладкими стенками и с продольной щелью постоянной ширины. Получены простые аналитические решения математической модели удобные для практических расчётов.

Актуальность. В современной гелиотехнике наряду с жидкостными солнечными коллекторами [1,2] широко применяют солнечные воздушные коллекторы (СВК) [3]. В СВК в качестве теплоносителя используется воздух. Особенностью таких коллекторов является возможность использования для отопления объектов в регионах с отрицательными температурами без специальных дорогостоящих теплоносителей, а также меньшая по сравнению с жидкостными солнечными коллекторами стоимость (на 30-50%) [3].

К концу 2018 года во всем мире было установлено в общей сложности 1 084 МВт СВК, что составляет 1 548 143 м² остекленных и неостекленных коллекторов [4]. Годовой объем мирового рынка СВК в 2018 году находился в диапазоне 30 МВт (43280 м²).

Изученность. Эффективность работы СВК в системах солнечного отопления и вентиляции зданий во многом определяется равномерностью раздачи и отбора воздуха по ширине СВК [5]. При неравномерной раздаче и отборе воздуха наблюдается перегрев отдельных участков СВК, где расход воздуха ниже среднего, что в конечном итоге приводит к снижению его общего коэффициента полезного действия. Поэтому повышение эффективности СВК за счёт улучшения равномерности раздачи и отбора воздуха по его ширине является актуальной задачей.

Для раздачи воздуха по ширине СВК обычно применяются горизонтальные короткие воздухораспределители прямоугольного поперечного сечения с продольной щелью постоянной высоты [6]. Аналитическое решение задачи в общем виде для воздухораспределителей большой длины с шероховатыми стенками получено проф.

В.Н. Талиевым [7, 8]. Аналитические решения получены им в параметрическом виде и представляют собой весьма громоздкие зависимости неудобные для практических расчётов при проектировании СВК.

Цель работы — разработка упрощенной физико-математической модели воздухораспределителя СВК постоянного сечения с продольной щелью постоянной ширины для вывода простых и удобных при проектировании аналитических зависимостей для расчёта горизонтального короткого воздухораспределителя с заданной неравномерностью раздачи воздуха.

Результаты. Рассмотрим раздачу воздуха воздухораспределителем СВК шириной l с постоянным сечением F и с продольной щелью постоянной ширины h (рис. 1). Расход воздуха в начале воздухораспределителя равен L_H , а его скорость - ω_H .

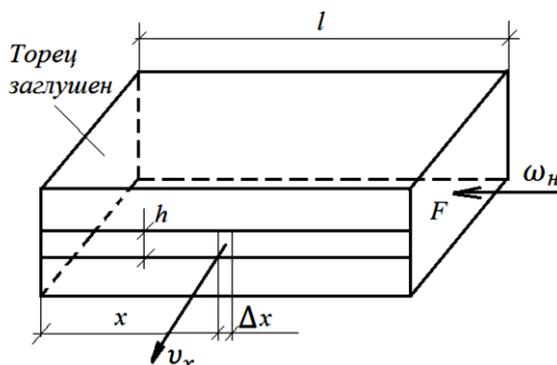


Рисунок 1 – Схема горизонтального воздухораспределителя СВК постоянного сечения с продольной щелью постоянной ширины

Следуя работам [7,8], примем начала координат у заглушенного конца воздухо-распределителя и направим ось абсцисс навстречу потоку воздуха (см. рис.1).

Проведем в воздухораспределителе два поперечных сечения на расстояниях x и $x + dx$ от заглушенного конца. Считая воздухораспределитель гладким и коротким по длине, пренебрегая потерями на трение, составим применительно к сечениям x и $x+dx$ уравнение Бернулли:

$$\Delta p_x + d\Delta p_x + \frac{\rho\omega_x^2}{2} + d\left(\frac{\rho\omega_x^2}{2}\right) = \Delta p_x + \frac{\rho\omega_x^2}{2}.$$

Сокращая в левой и правой частях уравнения одинаковые члены и переходя к производным, получаем

$$\Delta p'_x + \rho\omega_x\omega'_x = 0 \quad (1)$$

Выразив $\Delta p'_x$ через скорость ω_x , получим

$$\omega_x''\omega'_x + \frac{\mu^2 h^2}{F^2} \omega'_x\omega_x = 0$$

Введем обозначения:

$$\bar{\omega}_x = \frac{\omega_x}{\omega_H}; \quad \bar{x} = x/l \quad (2)$$

где ω_H - скорость воздуха в начала воздухораспределителя.

Тогда:

$$\begin{aligned} \omega_x &= \omega_H \bar{\omega}_x; & x &= l\bar{x}; \\ \omega'_x &= \frac{d\omega_x}{dx} = \frac{\omega_H}{l} \frac{d\bar{\omega}_x}{d\bar{x}} = \frac{\omega_H}{l} \bar{\omega}'_x; \\ \omega''_x &= \frac{d\omega'_x}{dx} = \frac{\omega_H}{l^2} \frac{d\bar{\omega}'_x}{d\bar{x}} = \frac{\omega_H}{l^2} \bar{\omega}''_x \end{aligned}$$

Подставляя найденные значения ω_x, ω'_x и ω''_x в последнее уравнение и сокращая на ω_H^2/l^3 получим следующее нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка:

$$\bar{\omega}''_x \bar{\omega}'_x + p \bar{\omega}'_x \bar{\omega}_x = 0, \quad (3)$$

или сократив на $\bar{\omega}'_x \neq 0$, получим линейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$\bar{\omega}''_x + p \bar{\omega}_x = 0, \quad (4)$$

где

$$p = \mu^2 \bar{f}^2; \quad \bar{f} = \frac{f}{F} = \frac{hl}{F}; \quad \bar{l} = l/d_3$$

Величину $\mu \bar{f}$ назовём параметром щели воздухораспределителя СВК.

Общее решение линейного дифференциального уравнения (4) при $p > 0$, имеет вид:

$$\bar{\omega}_x = C_1 \cos \bar{x} \sqrt{p} + C_2 \sin \bar{x} \sqrt{p} \quad (5)$$

Постоянные C_1 и C_2 определяем из граничных условий (см.рис.1):

$$\begin{cases} \text{при } \bar{x} = 0 & \bar{\omega}_x = 0 \\ \text{при } \bar{x} = 1 & \bar{\omega}_x = 1 \end{cases} \quad (6)$$

Подставляя в (5) граничные условия (6)

$$\begin{cases} \text{при } \bar{x} = 0 & 0 = C_1 \cdot 1 + C_2 \cdot 0 \\ \text{при } \bar{x} = 1 & 1 = 0 \cdot \cos \sqrt{p} + C_2 \sin \sqrt{p} \end{cases}, \quad (7)$$

находим

$$C_1 = 0 \text{ и } C_2 = \frac{1}{\sin \sqrt{p}} \quad (8)$$

Подставляя C_1 и C_2 в (5), получим

$$\bar{\omega}_x = \frac{\sin \sqrt{p} \bar{x}}{\sin \sqrt{p}} = \frac{\sin \mu \bar{f} \bar{x}}{\sin \mu \bar{f}} \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что при параметре щели $\mu \bar{f} = 0$ происходит равномерная раздача воздуха по всей длине щели воздухораспределителя СВК.

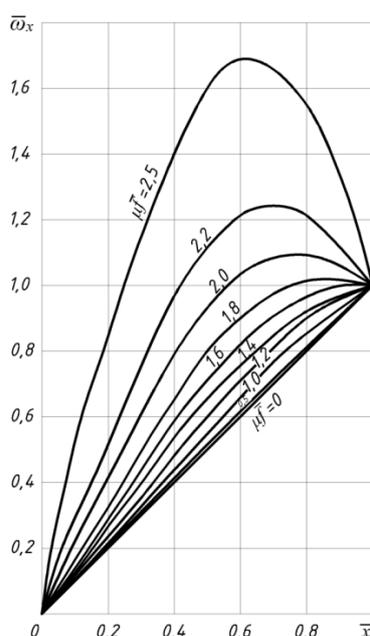


Рисунок 2 – График изменения относительной скорости воздуха $\bar{\omega}_x$ внутри воздухораспределителя СВК

Известно, что при очень малых углах синусы можно заменить самими углами, т.е. $\sin \mu \bar{f} \bar{x} \approx \mu \bar{f} \bar{x}$ и $\sin \mu \bar{f} \approx \mu \bar{f}$, и поэтому формулу (9) при $\mu \bar{f} = 0$ можно переписать в следующем виде

$$\bar{\omega}_x = \frac{\mu \bar{f} \bar{x}}{\mu \bar{f}} = \bar{x}, \text{ что с учётом соотношений (2) даёт } \omega_x = \omega_H \frac{x}{l}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что с уменьшением параметра щели $\mu \bar{f}$ раздача воздуха становится всё более равномерной по длине щели.

На рис. 2 показан график изменения относительной скорости воздуха внутри воздухораспределителя СВК, построенный по формуле (9). Видно, что с увеличением параметра щели воздухораспределителя $\mu \bar{f}$ увеличивается неравномерность относительной скорости $\bar{\omega}_x$ по длине воздухораспределителя. Относительная скорость истечения воздуха из щели воздухораспределителя СВК составит

$$\bar{v}_x = \frac{v_x}{v_{cp}} = \frac{F \omega'_x}{h v_{cp}} = \frac{F \omega_H}{h l v_{cp}} \bar{\omega}'_x = \bar{\omega}'_x = \mu \bar{f} \frac{\cos \mu \bar{f} \bar{x}}{\sin \mu \bar{f}} \quad (10)$$

где v_{cp} - средняя скорость воздуха в щели СВК.

Заметим, что при равномерной раздаче относительная скорость воздуха в продольной щели равна единице, что выполняется при условии

$$\mu \bar{f} \cos \mu \bar{f} \bar{x} = \sin \mu \bar{f}. \quad (11)$$

Аэродинамическое сопротивление воздухораспределителя СВК будет равно

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho v_{cp}^2}{2},$$

где $\zeta = 1 + \frac{v_{cp}^2}{\mu^2 \bar{f}^2}$, что с учётом формулы (10) даёт

$$\zeta = 1 + \frac{v_{cp}^2}{\mu^2 \bar{f}^2} = 1 + \left(\mu \bar{f} \frac{\cos \mu \bar{f} \bar{x}}{\sin \mu \bar{f}} \right)^2 / \mu^2 \bar{f}^2 = 1 + \operatorname{ctg}^2 \mu \bar{f} \quad (12)$$

Выведенные аналитические зависимости для короткого горизонтального воздухораспределителя СВК с гладкими стенками являются частным случаем формул, полученных проф. В.Н. Талиевым [7], которые полностью подтверждаются опытными данными при коэффициенте расхода щели μ , равном 0,62.

Выводы. Разработана упрощённая физико-математическая модель процесса раздача воздуха коротким горизонтальным воздухораспределителем постоянного сечения с гладкими стенками и с продольной щелью постоянной ширины, которая удобна при проектировании СВК. Получены простые и удобные для практических расчётов аналитические решения разработанной математической модели, которые полностью подтверждаются опытными данными при коэффициенте расхода щели μ , равном 0,62.

Список использованных источников:

1. Бутузов В.А., Шетов В.Х., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И. С. Солнечные коллекторы. Тенденции совершенствования конструкций //Альтернативная энергетика и экология. 2009. № 10 (78).
2. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И.С. Вакуумные трубчатые коллекторы. Мировые производители и перспективы производства в России //Альтернативная энергетика и экология. 2010. № 5 (85).
3. Бутузов В.А. Мировой опыт сооружения воздушных гелиоустановок// Энергосовет, Электронный журнал, <http://www.energsovet.ru>. 2012, № 2 (21).
4. Weiss W., Spörk – Dür M. “Solar Heat Worldwide. Global Market Development and Trends in 2020. Detailed Market Figures 2019. 2021 edition”. Available: www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2020.pdf. - 86 p.

5. Даффи Дж., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики. Пер. с англ.: Учебно-справочное руководство. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2013. – 888 с.
6. Патент № FAP 01588. Солнечный воздухонагреватель/ Рашидов Ю.К., Орзиматов Ж.Т., Рашидов К.Ю.// Бюл. 2021, №6 (239).
7. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции.- М.: Стройиздат, 1963.- 340с.
8. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции.- М.: Стройиздат, 1979.- 295с.

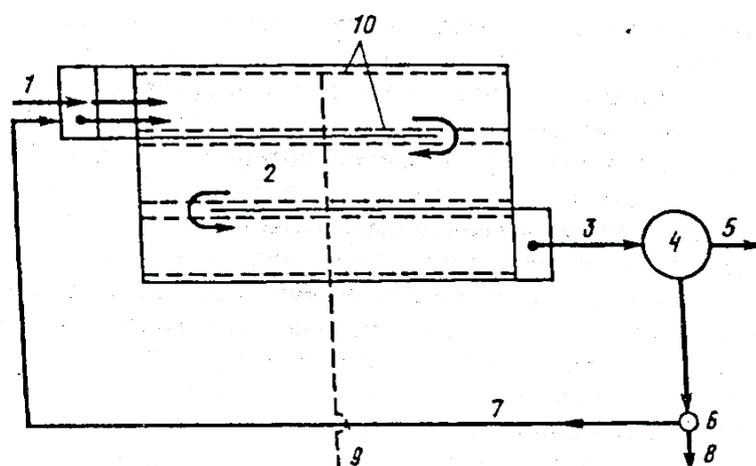
Борисов Б.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики.

Работы связанные со строительством и эксплуатацией системы водоотведения являются наиболее трудоемкими и поэтому они более дорогостоящие по сравнению с устройством прочих инженерных коммуникаций. В системах водоотведения на очистные сооружения сточных вод приходится до 80% энергоресурсов [1].

Самым эффективным методом очистки сточных вод большинство специалистов считает биологический метод в аэротенках. На рисунке 1 представлена классическая схема очистки сточных вод в аэротенках.



- 1 – сточная вода после отстойников; 2 – аэрационный бассейн; 3 – иловая смесь из аэротэнков; 4 – вторичный отстойник; 5 – очищенная вода; 6 – иловая камера; 7, 8 – циркуляционные и избыточный активный ил; 9 – воздух от воздуходувок; 10 – аэрационная система для распределения воздуха в аэротенке.

Рисунок 1 – Классическая схема биологической очистки сточных вод

Аэротенк представляет из себя прямоугольный резервуар, разделенный на отдельные коридоры шириной 4-9 м, по которым иловая смесь протекает от входа к выходу при постоянном перемешивании и обеспечении кислородом воздуха. Именно кислород воздуха играет ключевую роль в работе аэротенка (так называемый процесс аэрации).

Аэрация — метод биологической очистки, заключающийся в искусственном насыщении воздухом сточных вод поступивших в резервуары аэротенка с целью окисления и разрушения содержащихся в них органических веществ. Воздух подается под давлением с помощью воздуходувок по трубопроводам к аэраторам, уложенным по коридорам аэротенков.

В классической технологии биологической очистки сточных вод используется только аэробная зона, обеспечивающая требуемую очистку, но не позволяет достигнуть необходимых значений предельно допустимой концентрации (ПДК) по содержанию биогенных элементов [2] соединений азота (N) и фосфора (P).

В 2019 году «Владимир-водоканал» закончил работы по масштабной реконструкции существующего аэротенка на комплексе очистных сооружений г. Владимира. Была заменена устаревшая трубчатая система аэрации «Экотон» на современную на базе мембранных дисковых аэраторов «АКВА-ТОР».

«АКВА-ТОР» представляет собой аэрирующий модуль с кольцеобразным диспергатором, который имеет центральное отверстие, тем самым создается эрлифтный эффект. Это также предотвращает залегание ила непосредственно под аэратором. Данная конструкция способствует тому, что коалесценция воздушных пузырей существенно ослабевает и коэффициент массо-передачи возрастает [3].

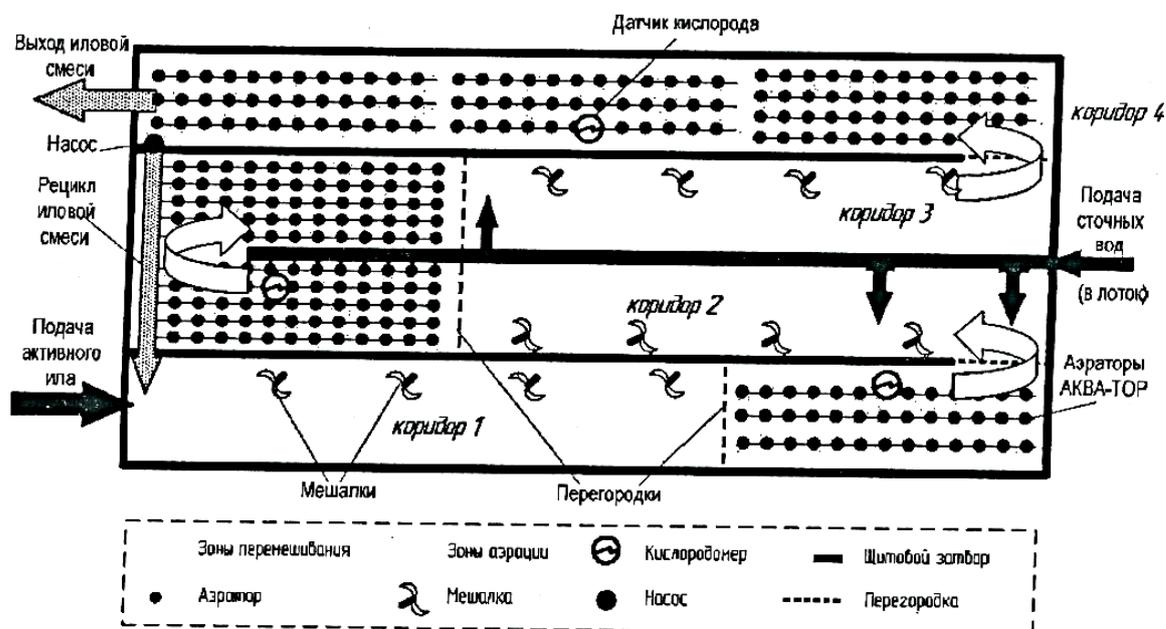


Рисунок 2. Схема работы аэротенка после реконструкции

После реконструкции аэротенка на очистных сооружениях сточных вод г. Владимира технологическая схема включает 3 зоны перемешивания и 3 зоны аэрации без регенерации ила (рис. 2).

Поддача возвратного ила осуществляется в начало 1-го коридора. Поддача сточных производится распределительным лотком в трех точках: в двух точках начала 2-го коридора (зона перемешивания) и одна точка во второй трети 3-го коридора (зона перемешивания 3) через регулируемые щитовые затворы с электроприводом. После третьей точки поддача сточных вод выполнена поперечная распределительная перегородка внутри распределительного лотка для отсечения подачи стоков к концу лотка. Зоны перемешивания с установкой механических мешалок имеются в первом, во втором и третьем коридорах и занимают две трети длины каждого коридора. В одной трети первого, второго и третьего коридорах, а в четвертом во всем коридоре организованы зоны аэрации с установкой аэраторов

«АКВА-ТОР». Зоны перемешивания отделены от зон аэрации легкими перегородками с окнами (сверху и снизу) для прохождения иловой смеси. Внутренний рецикл смеси предусмотрен из конца 4-го коридора в начало 1-го коридора погружным насосом типа «мешалка в трубе».

В результате проведенной реконструкции аэротенка значительно улучшились показатели очистки сточных вод. В таблице 1 представлены сравнительные результаты параметров очищенных сточных вод на выходе с очистных сооружений.

Таблица 1. Параметры очищенных сточных вод на выходе с очистных сооружений г. Владимира.

Показатели сточных вод	Нормативное значение	Не реконструируемый аэротенк	После реконструкции
Водородный показатель, рН	6,5-8,5	7,41	7,41
ХПК, мг/л	-	26,3	29,6
БПК ₅ , мг/л	2,0	2,5	2,0
Азот аммоний солей, мг/л	0,39	1,146	0,94
НитритГе ион, мг/л	0,08	0,5421	0,3595
Нитраты мг/л	40	53,2	41,7
Фосфор общий, мг/л	0,065	-	-
Фосфаты, мг/л	0,2	0,2624	0,0649
Сульфаты, мг/л	65,2	100	92
Хлориды, мг/л	94	80,9	75
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,0474	0,0486
Сухой остаток, мг/л	788,4	570	528
Взвешенные вещества, мг/л	9,55	12,9	12,3
Растворенный кислород, мг/л	4,0	1,83	5,33

Введение в технологическую схему очистки сточных вод анаэробных зон на две трети в первом, втором и третьем коридоров способствует тому, что фосфат-аккумулирующие микроорганизмы поглощают летучие жирные кислоты. Энергия, необходимая для усвоения кислот, поступает из реакции распада полифосфатных соединений, в результате которой в окружающую иловую смесь высвобождается ортофосфат. В данной точке процесса наблюдается увеличение содержания фосфатов в иловой смеси.

Следующая стадия удаления фосфора — аэробная обработка. Фосфат-аккумулирующие организмы (ФАО) теперь имеют достаточно энергии для метаболизма и роста. Происходит значительный рост массы ФАО, и эти бактерии поглощают как исходно содержащиеся фосфаты, так и ранее высвобожденные в процессе в процессе анаэробной обработки. Теперь фосфор становится частью клеточной массы бактерий, и удаляется на вторичных отстойниках. В реконструируемом аэротенке содержание фосфатов в более чем в четыре раза меньше по сравнению до реконструкции (таблица 1).

Также отмечается значительное снижение содержание азота аммонийных солей, нитритов и нитратов в аэротенке после реконструкции.

Удаление азотистых соединений происходит в две стадии обработки стоков: в аэробной и в аноксидной зонах (зона в которой отсутствует кислород, но содержащая нитраты). Аэробный процесс, называемый «нитрификацией», преобразует аммоний в нитраты. Следующий этап — удаление азота называемый «денитрификацией». Денитрификация в сточных водах наблюдается в аноксидных условиях, когда имеется недостаток «свободного» кислорода, но доступен кислород в виде нитрата, то

отдельные микроорганизмы (способные выживать в различных условиях) могут использовать как кислород, так и забирая кислород из нитратов. При наличии достаточного кислорода они предпочитают кислород и не будут удалять нитраты, но, если кислород отсутствует, то эти отдельные микроорганизмы начинают окисления нитрат, преобразуя его в азот. В аэротенках это наблюдается появлением пузырьков газа (азота) на поверхности очищаемой сточной воды.

Анализируя результаты, представленные в таблице 1 можно отметить снижение соединений азота в аэротенке с модернизированной системой аэрации. Обращает на себя внимание значительное увеличение концентрации растворенного кислорода в очищенных сточных водах, почти в три раза с новой системой аэрации по сравнению с классической технологической системой очистки сточных вод. По опыту проведенной модернизации системы аэрации аэротенков на Владимирских очистных сооружениях сточных вод можно сделать вывод, что технологическая схема очистки сточных вод с модернизированной системой аэрации и использовании аэраторов «АКВА-ТОР» позволяет снизить концентрацию биогенных элементов (азота и фосфора) и увеличить концентрацию растворенного кислорода.

Список использованных источников:

1. Березин С.Е., Баженов В.И. Воздуходувные станции с регулируемыми компрессорами. Симферополь. ИТ «Ариал», 2019 - 186 с.
2. Гаврилин А.М. Сравнение эффективности удаления биогенных элементов из сточных вод г. Москвы при использовании различных схем /А.М. Гаврилин, М.В. Кебрина, Е.А. Казакова и др. // Сб. статей и публикаций Московского водоканала. Выпуск 3. — М. «Мосводоканал», 2014 — 464 с.
3. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Расчет и подбор аэрационного и перемешивающего оборудования для биологической очистки сточных вод: учебное пособие / Спб., 2007 - 40с.

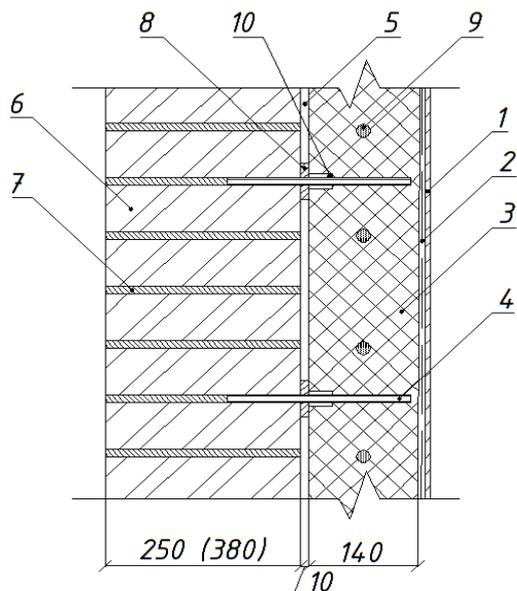
Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Новосельцев В.Г.

ВОЗВЕДЕНИЕ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТЕПЛЕННЫХ КИРПИЧНЫХ БЛОКОВ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции.

Применяемая сегодня технология возведения кирпичных зданий является трудоемким, практически полностью не механизированным технологическим процессом. Выполнение внутренних отделочных работ (оштукатуривание кирпичных стен) также достаточно трудоемкий полумеханизированный технологический процесс. Все выше изложенные причины привели к существенному снижению объемов строительства кирпичных зданий. Следует отметить, что практически все типовые проекты школ, детских садов, поликлиник и других зданий общественного назначения, разработаны с учетом, что это — кирпичные здания.

В качестве альтернативы, позволяющей снизить трудоемкость возведения кирпичных зданий, предлагается перейти к применению утепленных кирпичных блоков заводского изготовления (рис.1).



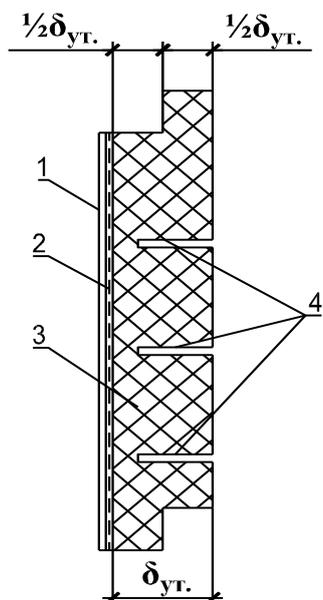
- 1 – декоративно-защитный слой;
- 2 – армирующий слой (ССШ-160);
- 3 – плитный утеплитель;
- 4 – стеклопластиковый анкер-кронштейн;
- 5 – воздушная прослойка;
- 6 – кирпичная кладка;
- 7 – цементно-песчаный раствор;
- 8 – фиксатор;
- 9 – соединительные штифты;
- 10 – втулка

Рисунок 1 – Конструктивное решение утепленного кирпичного блока

Геометрические размеры (длина и высота) кирпичных блоков рекомендуется принимать с учетом следующих условий:

- архитектурно-конструктивного решения фасадов здания (размещения оконных и дверных проемов, высоты этажа);
- технологических возможностей производства работ, которые обусловлены техническими характеристиками имеющихся грузозахватных приспособлений (захватов, строп и т.д.).

Для уменьшения трудоемкости возведения кирпичных зданий в целом внутренняя поверхность кирпичных блоков оштукатуривается в цеху. Отделкой наружной поверхности кирпичных стен служит теплоизоляционная облицовочная плита (рис. 2), которая изготавливается в специализированном цехе.



- 1 – декоративно-защитный слой;
- 2 – армирующий слой (ССШ-160);
- 3 – теплоизоляция из плитного утеплителя;
- 4 – отверстия под стеклопластиковые анкера-кронштейны, установленные в кладке блока

Рисунок 2 – Теплоизоляционно-облицовочная плита

Крепление ее к кирпичной кладке осуществляется приклеиванием клеевыми полимерными составами *ilmax thermofix*, *ilmax КС-1 зима*. Для обеспечения надежности крепления теплоизоляционной облицовочной плиты с кирпичной кладкой блока предусмотрены стеклопластиковые анкеры, которые устанавливаются в кирпичной кладке в процессе ее возведения.

Учитывая, что конструктивное решение теплоизоляционной облицовочной плиты практически аналогично легкой штукатурной системе, изготовление ее выполняется по технологии рекомендуемой [1].

Устройство в теплоизоляционной облицовочной плите пазов длиной и высотой, равной половине требуемой толщины слоя утеплителя, позволяет применить стык типа «фолдинг», который позволяет обеспечить теплоизоляционные характеристики стенового ограждения на весь период эксплуатации здания (рис. 2).

Предлагаемое конструктивное решение возведения кирпичных зданий позволяет технологический процесс их строительства перевести в полностью механизированный.

Список использованных источников:

1. ТК-100289293.1211-2020. Технологическая карта на устройство легкой штукатурной системы «Илмакс». – Мн.: Минстройархитект РБ., ОАО «Стройкомплект»-2020.
2. Патент «Теплоизоляционная облицовочная стеновая панель»: пат. № 8892 Респ. Беларусь, МПК (2012) E 04B 1/76/ В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван; заявитель Брест. гос. тех. ун-т. – заяв. и 20120370. стр.221. бюл. №6.

Paromow G., Jumadurdyyew M., Gurbanow T.

SAVE ELECTRICITY AND SAVE THE WORLD

Государственный энергетический институт Туркменистана.

Being energy efficient is both good for the environment as well as your pocket. With that in mind, today we will learn easy ways to reduce your electricity consumption, lower your bills, and do your bit for the planet.

In this article I am going to talk about how to use electricity economically at home. However, at the same time I will mention about its nature, how people generate it, how it effects to the environment, when, where and how it used and etc.

First of all let's talk about an electricity. Electricity is the best gift of science to humankind. If someone would ask me about inventions which were invented by human being, I will put electricity at the top all of them. I am sure that all of you will agree with me about it. We must thankful to the scientists like Thomas Edison, Nicola Tesla, Benjamin Franklin and others for their great works which were done in the electrical sphere. Electricity is an essential resource for a thriving life and it is an important resource needed to live in. It runs our daily life. This is the age of electricity. Life without electricity would be impossible to imagine now. Electricity is a source of light, heat, and other comforts. It is the invisible current that makes to the running of giant factories run house lighting to streets and parks. Electricity supplies all types of energy to people in order to improve their scientific inventions and increase his social amenities. Heating and cooling processes are also executed by it. All you need to do is just switch on a button and there you have ample power.

Especially now that we have entered the 21st century, there is hardly anything that does not work on electricity. However, due to the huge demand for electricity worldwide, it has become hard to produce electricity and provide it to everyone. Radio, television, cooler, heater, washing machine, air conditioners, all depend on electricity. There is no grandeur in festivals and celebrations without electricity.

Electricity has brought a great revolution in the field of medical science. It plays an important role in the treatment of diseases by electrotherapy. Electricity has changed the way of farming. In fact, it has mechanized farming. It has helped us to distribute the water of the rivers into canals and irrigate dry and barren lands. Without electricity, we cannot imagine industrial growth. All types of industries require electricity to function.

The introduction of electrical devices has simplified labor in every form in the house, in the office, and in the factory. Among domestic services, equipment of every type is functioned more cheaply and efficiently by electricity. Many labor-saving and time-saving devices using electrical energy have been introduced, to minimize drudgery at home and office.

From heating and cooling to electronics and appliances, it takes a lot of energy to power our daily lives. Our homes use 37 percent more energy today than they did in 1980. But without energy efficiency through technology innovation and federal **energy conservation standards** this number would be a lot higher. In fact, even though our total energy use has grown, our energy use per household is down about 10 percent, despite that our homes are larger and contain more devices. Thanks to breakthroughs by our **National Labs**, industry and academia, equipment we use in our homes is more energy efficient than ever before, saving consumers money and slashing carbon pollution.

Electricity generation depends largely on non-replaceable resources like natural gas, coal. Thermal power needs coal and other fossil fuel for generating electricity. This fuel has limited reserves and it will take millions of years to replenish these reserves. It is also produced from other sources like nuclear energy, solar energy, etc. but still, production is very less. Efforts are being made to produce more electricity from solar, wind, and nuclear sources so that the natural sources can be conserved.

Many people do not realize that we must conserve resources like electricity. We must take the necessary steps to stop the wastage of electricity because if we won't, there will be no light in this world. Most importantly, we should not be careless when it comes to electricity, and only then we can save ourselves from the darkness.

In spite of it if proper steps and measures are taken to Save Electricity then it is possible that both mankind that is to come and the mankind currently existing can use them.

We must understand that small steps taken to save electricity can go a very long way. For example, if every person at their home switches off the fan when not in use, then thousands of watts of electricity can be saved. Similarly, if we limit the use of our air conditioners, ovens, heaters, geysers, iron and so on, we can save huge amounts of electricity. There are many different ways in which we can save electricity and thus conserve energy. At home, elementary actions should be taken such as unplugging computers, turning off lights in order to reduce our consumption of electricity, thereby conserving energy. You can install thermostat technology at your home and connect the different appliances and gadgets that draw power from all those outlets that are not even in use. Solar panels can be planted to reduce the consumption of electricity.

Furthermore, we can use more natural light. In the daytime instead of switching on lights and fans, we can keep our windows open to get natural light and air.

More importantly, we should cut down our television time and also motivate kids to play outside or read something. Likewise, it is advisable to use a laptop instead of a desktop because desktops consume more energy as compared to laptops. Also, we must switch off the fan if we are using the air conditioner, to avoid unnecessary wastage.

If it's time to replace the fridge, the washing machine, the tumble dryer or the Hoover, it's a good idea to look into energy ratings. Most modern appliances are more efficient than older models, but the rating will help you choose the most efficient model. The ratings, which are compulsory, range from A to G with A being the most efficient. However the most

valuable piece of information is the actual amount of electricity that is used per cycle or per hour. Some modern washing machines and dishwashers can do a full load for less than two units of electricity (or ~ 40 cent). If you wash a load a day, it could save you \$ 65 per year compared to older models - which should pay for your new washer in just a few years!

Smart devices allow you to remotely control your home's heating and lighting via your smartphone or an internet-connected device. This means you've more control over your heating and lighting, which allows for greater convenience and savings on your energy bills. For example, if you're stuck in traffic after work and will be an hour late getting home, you can easily set your heating to come on later for you, so you're not wasting money heating an empty home. The best way to start saving on your electricity costs is to get smart with how you use electricity. Now let's see 21 small changes can add up to big savings on your bills and at the same time will help save more electricity. Make these 21 no-cost changes in your home and you can save electricity and \$500 or more a year, depending on a number of factors including the size of your home.

1. **Turn off unnecessary lights.** Two 100-watt incandescent bulbs switched off an extra two hours per day could save you \$15 over a year. Better yet, switch to LED which consumes less electricity.

2. **Use natural light.** A single south-facing window can illuminate 20 to 100 times its area. For that reason, firstly before buying new house or building new one pay attention to it. Turning off one 60-watt bulb for four hours a day is a \$9 saving over a year.

3. **Use task lighting.** Turn off ceiling lights and use table lamps, track lighting and under-counter lights in work and hobby areas as well as in kitchens.

4. **Take shorter showers.** Hot water is expensive. If two people in your home cut their shower time by a minute each, you could save \$30 over a year.

5. **Turn water off when shaving, washing hands, brushing teeth.** Reduce your hot water usage by 5% to save about \$19 and at the same the time you won't use pump which also consumes electricity.

6. **Fix that leaky faucet.** Fixing a hot water leak in your faucet can save up to \$9 per year in energy costs.

7. **Unplug unused electronics.** Standby power can account for 10% of an average household's annual electricity use. Unplug unused electronics and save \$50 a year.

8. **Ditch the desktop computer.** If you're still using that old desktop, recycle it and switch to your laptop. If you use your laptop two hours per day, you'll save \$4 over a year.

9. **Not home? Turn off the air conditioner.** Turn off that old window unit air conditioner for five hours a day while you're away. Do that for 60 days over a summer and you'll save \$16.

10. **Recycle or donate that old TV.** Recycle or donate your old TV. Even if you're just using it an hour a day, that 42-inch LCD is costing you six bucks a year.

11. **Manage your thermostat.** If you have electric heat, lower your thermostat by two degrees to save 5% on your heating bill. Lowering it five degrees could save 10%.

12. **Be strategic with window coverings.** Promote airflow through your home and block the afternoon sun. You could save you up to \$10 (2 fans) or \$45 (1 window unit AC) during the summer.

13. **Reduce heat in the kitchen.** Avoid using the oven in summer – try salads, smoothies, barbecue. You'll reduce the heat in your home, save on your home cooling costs.

14. **Run full loads.** Cut one load of wash per week, even if you're already using cold water only, and you could save \$18 a year on your laundry costs.

15. **Wash laundry in cold.** By switching from hot to cold water for an average of three loads per week, you could save up to \$22 per year on your energy bill.

16. **Hang dry your laundry.** If you do eight loads of laundry a week and use your clothesline for 50% of those clothes, you could save \$65 a year.

17. **Dry full loads of laundry.** Aim for dryer that's about three-quarters full. It'll mean fewer loads over time, and help your dryer work more efficiently.

18. **Be efficient with refrigeration.** Maintain clean, air-tight refrigerator door seals to keep the cold air in and warm air out.

19. **Unplug your second fridge.** Unplug that second fridge and save up to \$55 a year. Freeze plastic jugs of water and use them in a cooler when you need them.

20. **Skip the heat-dry setting for the dishwasher.** That heat-dry setting is expensive. De-select it and, based on one load of dishes a day, save up to \$27 for the year.

21. **Use the microwave, crock pot or toaster oven.** A microwave takes 15 minutes to do the same job as 1 hour in an oven. Use a microwave instead of your oven 4 times a week and save \$13/year.

First step is the hardest at the all works. However, I advise you take a note of your bills at the beginning of the year and do those things and compare it with the last one at the end of year. Maybe those prices which we had mentioned above seemed petty but at the end you will recognize that you were wrong. A penny saved is a penny gained!

Electricity is the backbone of modern society. Our life will go back to the primitive age without electricity. There is a need for rational use of electricity, as it is largely produced from non-renewable sources like coal and water. Alternative sources of electricity should be explored to meet the gap between its demand and supply. We should take every step to conserve sources of electricity for future generations. *Save electricity* to save this world.

Язджумаева А.Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В ДОРОЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ

Инженерно-технологический университет Туркменистана имени Огуз хана, преподаватель кафедры киберфизических систем.

В настоящее время развитие энергетики и связанные с ней экологические вопросы считаются одной из главных глобальных проблем в мире. При этом внедрение технологий с использованием альтернативных источников энергии считается приоритетным направлением развития энергетики во многих странах мира.

Туркменистан — страна, большую часть которой занимают плоские равнины и пустыни. Именно поэтому здесь преобладает континентальная и сухая погода. В Туркменистане более мягкая погода преобладает в горных районах и на побережье Каспийского моря, являющегося западной границей страны. Максимум до -3°C в пустынных районах были зафиксированы температуры зимой и высокие $+50^{\circ}\text{C}$ летом.

По оценкам туркменских ученых, среднегодовая интенсивность солнечного излучения в Туркменистане составляет 600 Вт на квадратный метр, что позволит электростанции общей площадью в десятки метров вырабатывать более 14 миллиардов киловатт-часов энергии в год. Солнечные батареи и аккумуляторы обладают очень высокой чувствительностью к перепадам температур.

Условия использования солнечных батарей в нашей стране:

- Температурный режим, средний минимум и абсолютный минимум;

- Количество солнечного света.

Различные осветительные приборы — это принципиально новые осветительные приборы, которые фактически нацелены на транзистор от лампы в качестве источника света. В светодиодных лампах полупроводниковые светодиоды преобразуют электричество в свет. Технология будущих лампочек названа за счет экономного расхода электроэнергии. Мощная светодиодная лампа потребляет 12-15 Вт.

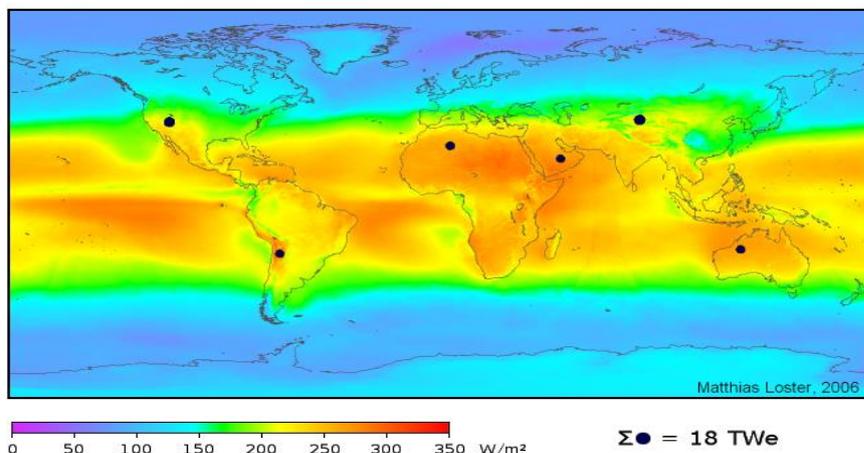


Рисунок 1 – Среднегодовая интенсивность солнечного излучения

В светодиодных лампах полупроводниковые светодиоды преобразуют электричество в свет. В нашем проекте мы готовили макет уличного освещения с использованием солнечной батареи.

Таблица 1. Сравнение ламп и светодиодных ламп

Лампы	Торшер с лампой ДРЛ-250 (типа ЖКУ)	Энергосберегающая лампа типа СД
1	2	3
Потребляемая мощность не должна превышать, Вт	350	80
Напряжение питания, В	АС 220/10%	АС 220V (120-280V)
Источник работы в системе городского освещения	1 год	вплоть до 25
Эффективность	40%	90%
Сопротивление	Слабый	Не чувствительный

Использованное оборудование для макета:

1. Светодиодная лампа: 9V.
2. Солнечная батарея: кремниевая 15-25mA/ 9-11V.
3. Конденсатор ionister-super capacitor - 5,5V, 1F.

Дополнительное оборудование: преобразователь, а также: блок управления лампой, электрооборудование и при необходимости электросчетчик и другие элементы в зависимости от изменения.

Преобразователь преобразует 12 В (или 24 В) постоянного тока в 220 В переменного тока. Источники постоянного тока 12 В включают батареи или солнечные батареи. Устройство имеет следующие преимущества:

- бесшумная и высокоэффективная работа;
- индикаторы на передней панели и селекторные переключатели;
- ожидаемое потребление тока (менее 1 Вт);
- возможна работа с генератором.

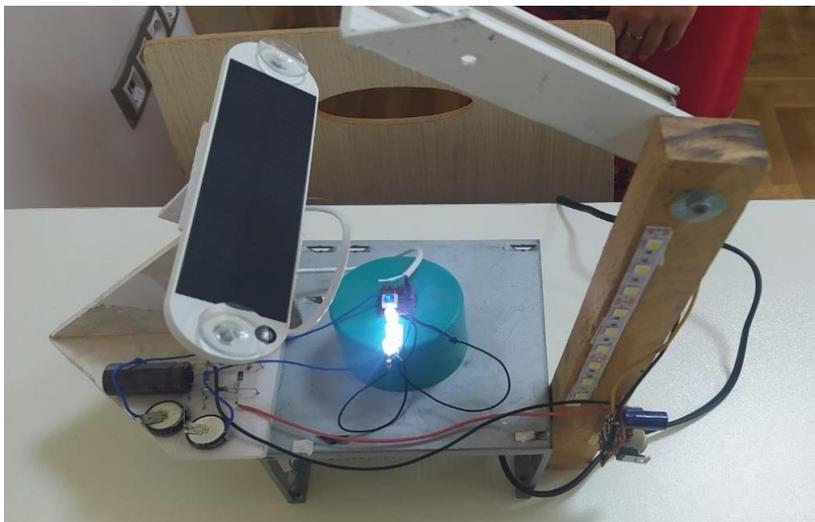


Рисунок 2 – Модель уличного освещения с использованием солнечной батареи

Заключение. Использование солнечных батарей для систем освещения сейчас активно применяется во многих странах мира. В данной научной работе было выполнено проектирование системы освещения с использованием солнечных батарей. Проанализирована погода страны и определена интенсивность солнечных лучей. Оборудование было рассмотрено и был выбран наиболее оптимальный вариант для нашего региона.

Список использованных источников:

1. Альтернативные источники энергии. М.Сарыев, М.Дангатарова. Туркменистан, Мары 2019 г.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Издательское предприятие Радио Софт. Москва, 2019 г.
3. Виды уличного освещения - <https://www.o-svet.ru/articles/s10/>

Андреюк С.В., Акулич Т.И.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕФОСФОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД РЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Брестский государственный технический университет. к.т.н., доцент; ст. преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

Введение. В настоящее время одним из главных направлений в области очистки сточных вод является удаление биогенных элементов — соединений азота и фосфора, приводящих к эвтрофикации водных объектов [1].

Удаление азота и фосфора биологическим методом взаимосвязаны. В силу достаточно жестких требований по содержанию фосфора в очищенной воде приоритеты перемещаются в сторону удаления фосфора, который в свою очередь в большей степени является усугубляющим фактором процесса эвтрофикации [2].

В результате очистки сточных вод биологическим методом эффективность по фосфору составляет 78-80%. При этом процесс биологической очистки очень чувствительный и нестабильный. Применение химического удаления фосфора позволяет снижать его содержание на 95% (до 0,5 мг/дм³).

Целью выполненных научных исследований стало установление зависимости эффекта дефосфотации сточных вод от дозы реагента при использовании различных видов реагентов пробным коагулированием с учетом изменения условий среды.

Математическое моделирование процессов дефосфотации.

Изучение механизмов сложных процессов и свойств многокомпонентных систем, а также их оптимизация в современной математической теории позволяют смоделировать процессы очистки сточных вод на основе влияющих и определяющих факторов. Для химического удаления фосфора к данным факторам можно отнести стехиометрическую дозу реагента; β -фактор; значение рН среды; температуру среды; метод осаждения; реализацию процессов разделения фосфорного осадка и водной среды. В рамках экспериментальных исследований в качестве модели процесса дефосфотации использовали выражение для определения оптимальных значений параметров технологического процесса коагуляции фосфатов сточных вод:

$$\mathcal{E} = f(C_{\text{реаг. (Me)}} : C_{\text{исх. (P)}}, pH, t) \quad (1)$$

где \mathcal{E} – эффект снижения концентрации фосфора, %;

$C_{\text{реаг. (Me)}} : C_{\text{исх. (P)}}$ – отношение концентрации реагента по металлу к исходной концентрации фосфора (β -фактор);

pH – водородный показатель;

t – температура сточной воды, °С.

Оценка эффективности применения реагентов для дефосфотации воды методом пробного коагулирования.

Экспериментальные исследования по подбору оптимальной дозы реагента проводили с учетом значения рН и температуры обрабатываемой воды, а также оптимального соотношения: реагент по металлу / фосфор.

В таблице 1 представлены результаты пробного коагулирования при обработке сточных вод 1%-м раствором коагулянта Аква Аураг 30 (Al_2O_3 30%) при концентрации фосфатов 10 мг/дм³.

Таблица 1. Результаты пробного коагулирования

№ п/п	β -фактор	Доза Аква Аураг 30, мг/дм ³	Остаточная концентрация фосфатов, мг/дм ³	Эффект очистки, %
1	1	8,7	3,8	62
2	1,5	13,05	2,56	74,4
3	2,5	21,75	1,85	81,5
4	3,5	30,45	0,65	93,5

Положительную динамику очистки получили также в результате пробного коагулирования с использованием реагента сульфата железа (III) $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ (доза 1%-го раствора варьировалась от 18 до 63 мг/дм³). Графики зависимостей представлены на рисунках 1, 2.

Получены зависимости эффекта очистки сточных вод от дозы коагулянта при начальной концентрации фосфатов 10 мг/дм³; установлено:

– с увеличением дозы коагулянта достигается эффект очистки от 62 до 94% (для реагента Аква Аураг 30), до 99,8% (для сульфата железа (III));

– на оптимальные значения дозы реагента влияют значения рН в диапазоне от 4 до 11, значения температуры от 10 до 40 °С, β -фактор.

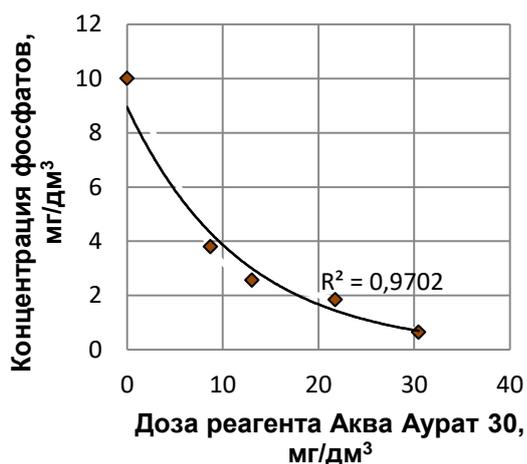


Рисунок 1 – Зависимость остаточной концентрации фосфатов от дозы реагента

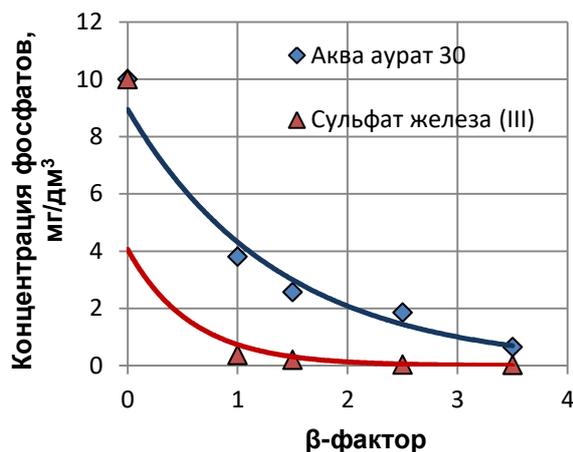


Рисунок 2 – Зависимость остаточной концентрации фосфатов от β-фактора

Заключение. По результатам экспериментальных и расчетных данных пробным коагулированием установлена зависимость эффекта очистки сточных вод от дозы коагулянта при использовании различных видов реагентов для химической дефосфатации сточных вод.

Согласно разработанной методике последующие экспериментальные исследования планируется направить на получение уравнений регрессии в виде многочлена второй степени от трех переменных, определяющим зависимость остаточной концентрации фосфатов при химической дефосфатации сточных вод от соотношения $Me:P$, с учетом изменения значений pH, температуры сточных вод, а также выбора точки ввода реагента на технологической схеме очистки.

Список использованных источников:

1. Мешенгиссер, Ю. М. Ретехнологизация сооружений очистки сточных вод / Ю. М. Мешенгиссер. – М.: ООО «Издательский дом «Вокруг цвета», 2012. – 211 с.
2. ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 Экологические нормы и правила РБ «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности». Утв. пост. Мин. природн. рес. и охр. окр. среды РБ от 18 июля 2017 г. № 5-Т.
3. Акулич, Т. И. Эффективность схем биологического удаления фосфора и нитриденитрификации на действующих аэротенках / Т. И. Акулич, С. В. Андреюк, А. И. Морозова // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. В. В. Корунчикова, Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – С. 422–425.

Джанмурадов А., Атаев. М.Г., Шаймерданов А.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ТЕПЛОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Государственный энергетический институт Туркменистана, кафедра автоматизи технических систем

Благодаря продуманным государственным программам проводится большая работа по сохранению наших природных богатств будущим поколениям. Одним из таких примеров является «Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы» [1].

Природный газ, питьевая вода, электричество, отопление и горячая вода в нашей стране предоставляются по доступным ценам. Для обеспечения бесперебойного доступа населения к этим энергоресурсам строятся и вводятся в эксплуатацию новые современные объекты. Передовые технологии внедряются в вводимые в эксплуатацию объекты промышленности нашей страны. С внедрением передовых технологий осуществляется комплексная автоматизация этих объектов для осуществления энергосбережения. Центры теплоснабжения относятся к таким высокотехнологичным объектам, которые обеспечивают теплой водой наше население. В Ашхабаде, в областных и районных центрах снабжение теплой водой жителей, осуществляется строящимися и совершенствующимися объектами теплоснабжения сезонно, то есть в более холодные периоды. Основной структурой этих центров теплоснабжения является котельная и ее вспомогательное оборудование. В них нагрев чистой воды автоматически регулируется в зависимости от температуры окружающей среды и позволяет обогревать жилые помещения и другие строения. На рисунке 1 можно увидеть отношение нагреваемой температуры воды в зависимости от температуры внешней среды [2].

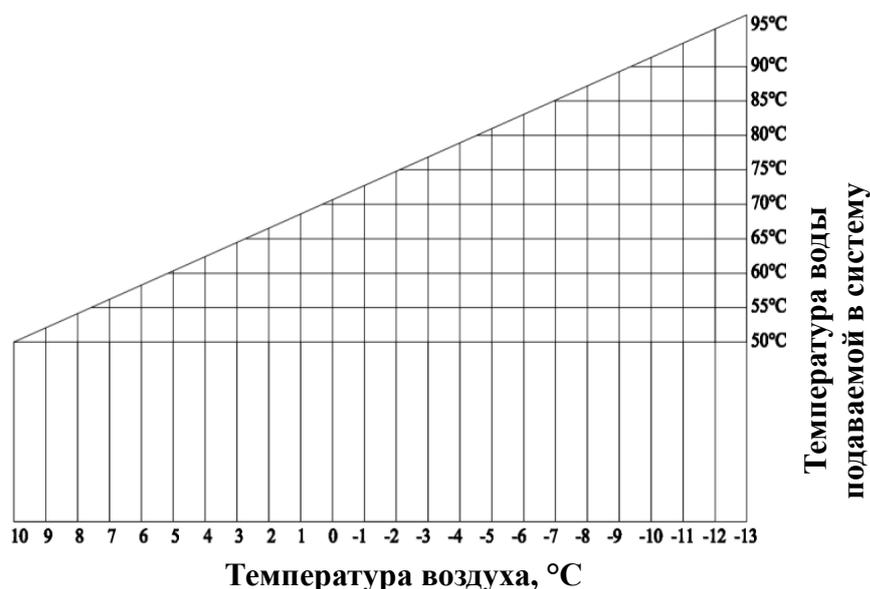


Рисунок 1 – Зависимость нагрева воды от погоды окружающей среды

Как видно из рисунка 1, нагревание автоматически прекращается, если температура окружающей среды выше +10°C.

Автоматизированная система контроля и управления теплоснабжением на основе комплексов программ позволяет:

- Отображать состояние общего блока котла и различных частей на экране компьютера и предупреждать об изменении контролируемых величин.
- Управлять котельными агрегатами дистанционно и автоматически в течение всего периода работы от начала эксплуатации и до завершения.
- Автоматически настраивать величины (давление, расход, градус и т.д.) в заданном состоянии, включая защиту и ограничение.
- Контролировать работу датчиков и программного комплекса на регулярной основе.
- Хранить в памяти всю информацию о рабочем процессе, изменениях, внесенных сотрудником и другую информацию.



Рисунок 2 – Внешний вид котельной в центре теплоснабжения

Он также включает в себя возможность печати информации в необходимом объеме.[3] Благодаря модернизации систем теплоснабжения и квалифицированных работников работающих на этих объектах, население обеспечивается качественными коммунальными услугами. В данной статье мы провели анализ с помощью экспертов предприятия “Марышахерыйлылык” города Мары. В состав предприятия входит более 50 центров теплоснабжения, которые курируют 5 основных участков. Во время анализа теплоснабжения одной из ключевых проблем было большое количество потерь тепловой воды в системе. Приборами измеряющими потребление мы замерили количество тепловой воды, подаваемой в систему, и количество горячей воды, которое возвращается обратно. В результате было установлено, что разница между подаваемой и поступающей обратно тепловой водой более чем допустима.

Причины этих потерь можно объяснить следующим образом:

- расходы на бытовое использование жителей;
- многократное длительное время выдувки воздуха с системы.

Компенсация потерь такого большого количества воды осуществляется из бассейнов, расположенных на соответствующих участках. С этих бассейнов берется вода которая передается котельному агрегату и через которую подается в систему отопления.

Предложения по уменьшению потерь в узлах теплоснабжения:

1. Внедрение автоматизированной системы учета энергии, которые широко используются сегодня в развитых странах мира.
2. Налаживание системы горячего водоснабжения для ежедневных расходов нашего населения.

Автоматизация системы контроля и учета энергоресурсов за счет внедрения автоматизированной системы предназначена для контроля точного количества использованной и переданной в течение суток горячей воды, электроэнергии, газа и питьевой воды. Эти комплексы также позволяют осуществлять сбор информации с целью ведения учета, анализа и формирования эффективной политики энергосбережения. Основной целью внедрения автоматизированных систем учета электроэнергии является повышение точности получаемых данных и сокращение времени, затрачиваемого на анализ результатов. От производства электроэнергии, обработки природного газа и питьевой воды до передачи их потребителям, автоматизация всех ступеней обеспечивает высокую эффективность в этих системах.

В настоящее время существуют различные виды автоматизированных систем учета, предназначенные для использования в жилых домах, в дачных комплексах которые обслуживают до 50 клиентов, до 1000 клиентов.

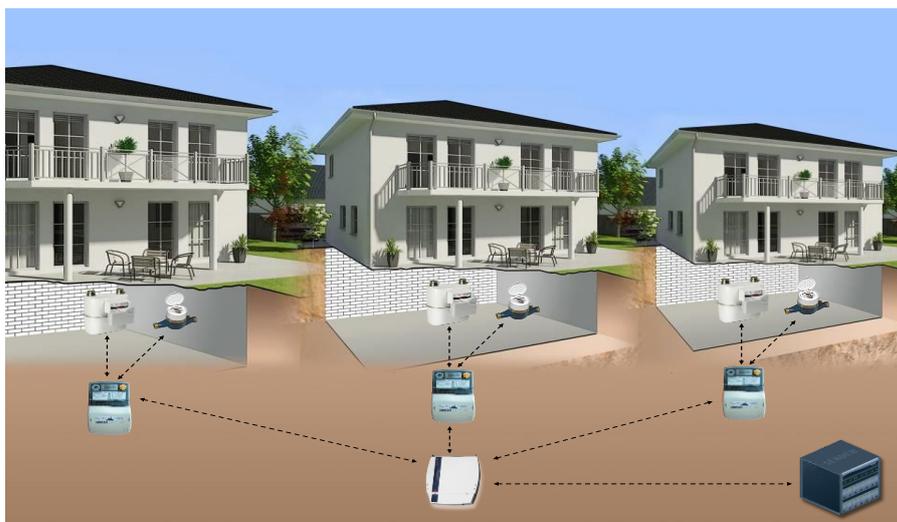


Рисунок 3 – Схема учета энергоресурсов, потребляемых населением

Внедрение автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов в производстве позволяет в любой момент времени получать данные, контролировать параметры, выбирать возможные пути экономии. Это, в свою очередь, приводит к снижению доли энергоресурсов в себестоимости продукции, к определению изменения энергопотребления от заданного режима, к немедленной его корректировке и устойчивому получению прибыли. В результате внедрения систем учета энергоресурсов в социальной сфере появляется возможность оптимизировать затраты на электроэнергию, сократить потребление, а также защитить от нецелевого использования.

Результаты научной работы:

1. Достижение экономической выгоды за счет внедрения предложенной выше автоматизированной системы;
2. Достижение эффективного использования природных ресурсов.

Список использованных источников:

1. «Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы».
2. Итоги замеров проведенных на предприятии «Марышахерйылылык».
3. www.energsovet.ru/stat568.html.
4. www.sibac.info/conf/tech/36016.

Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В., Волкова Г.А., Шпендик Н.Н.

БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Брестский государственный технический университет. Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции; кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

Основная цель систем отопления — создание теплового комфорта в помещениях при минимуме потребления энергоресурсов. В действительности даже самые современные системы отопления не всегда справляются с этой задачей. Существуют несколько причин отклонений расходов от реальных величин:

1. Ошибки при проектировании, погрешности расчётов.
2. Отклонения от проекта при монтаже, ошибки.
3. Появление дополнительных сопротивлений в системах отопления из-за появления отложений в трубопроводах, нагревательных приборах.

Перерасход теплоносителя в отдельных частях системы водяного отопления приводит к недостаточному расходу в других частях системы. Это значит, что часть помещений будет перегретой, а часть недогретой. Хорошо сбалансированная система снижает как инвестиционные, так и эксплуатационные затраты. Балансировка системы водяного отопления позволяет экономить 20-40% тепла, обеспечить хороший контроль температурного режима зданий, долговечную работу оборудования [1]. В этой работе рассмотрены особенности балансировки систем водяного отопления применительно к условиям Республик Беларусь.

Используемые методы балансировки. Методы балансировки, в основном, основаны на закономерностях распределения потоков в параллельных участках систем водяного отопления, возникающих при регулировании одного из них. В системах отопления широкое распространение получили методы температурного перепада, предварительной настройки клапанов, пропорциональный, компенсационный.

Пропорциональный метод. Пропорциональный метод основан на закономерностях распределения потоков в параллельных участках системы водяного отопления, возникающих при регулировании одного из них. Суть его в том, что вначале достигается одинаковая разбалансировка стояков или ветвей. Затем регулировкой «общего» клапана обеспечивается проектный расход в стояках или ветвях. На первом этапе балансировки системы водяного отопления для уменьшения потерь давления на перекачивание теплоносителя полностью открывают регулирующие клапаны ветви (стояка). Затем определяют перепад давления ΔP и расход G на каждом клапане. Сопоставляют полученные значения G с проектными расходами $G_{пр}$. У клапана «основного» циркуляционного кольца соотношение $G/G_{пр}$ будет наименьшим.

Задача второго этапа состоит в обеспечении на остальных клапанах путем их частичного прикрывания примерно такого же отношения $G/G_{пр}$, как у клапана «основного» циркуляционного кольца. Равенства этих отношений достигают методом последовательных приближений.

Третий этап является окончательным в балансировке ветви (стояка) системы водяного отопления. Регулировкой «общего» клапана модуля выставляют на нем по перепаду давления ΔP проектный расход, т.е. $G/G_{пр}=1$. По закону пропорциональности на всех клапанах модуля установится $G/G_{пр}=1$. На этом регулировка ветви (стояка)

закончена. Сбалансировав ветви (стояки) таким методом, в конечном итоге, устраняют несоответствие реальных и проектных расходов теплоносителя в циркуляционных кольцах.

Пропорциональный метод балансировки осуществляют один либо два наладчика. Основным недостатком является необходимость многократных измерений и определений для последовательного приближения к необходимому результату [1-3].

Элементы систем отопления для осуществления балансировки.

Для осуществления балансировки в современных системах отопления используют балансировочные клапаны, которые делят на две группы:

- 1 – ручные балансировочные клапаны (статические регуляторы);
- 2 – автоматические балансировочные клапаны (динамические регуляторы).

Ручные балансировочные клапаны применяют для гидравлической увязки циркуляционных колец, обеспечивая расчётные расходы теплоносителя на стояках или горизонтальных ветвях любых систем отопления. Все вышеуказанные методы применимы, как правило, для систем (или ветвей) с ручными балансировочными клапанами.

Автоматические балансировочные клапаны предназначены для установки на стояках или горизонтальных ветвях СВО с термостатическими клапанами. Автоматические балансировочные клапаны применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, а также для обеспечения ограничения расхода перемещаемой по трубопроводу среды. Это позволяет термостатическим клапанам функционировать в оптимальном режиме и исключить шумообразование [1-3].

В Республике Беларусь новый норматив, вступивший в действие в сентябре 2020 года [4] определил область применения балансировочной арматуры в системах отопления. В соответствии с ним (п. 6.4.20) в вертикальной системе на стояках, а в горизонтальной — на ветках следует обеспечивать соответствующими автоматическими балансировочными клапанами один из следующих видов автоматического регулирования параметров теплоносителя:

а) стабилизация перепада давления с или без ограничения максимального расхода теплоносителя в системе с переменным гидравлическим режимом (двухтрубная);

б) стабилизация расхода в системе с постоянным гидравлическим режимом (однотрубная, двухтрубная);

в) ограничение максимального расхода со стабилизацией или с регулировкой температуры теплоносителя на выходе из стояка или ветки в системе с переменным гидравлическим режимом, которая имеет замыкающие или обводные участки в узлах обвязки отопительных приборов.

Регулирующую арматуру, указанную в перечислениях а), б), в), разрешается не предусматривать в системах многоквартирного жилого здания или с одной веткой или одним стояком. Таким образом, область применения систем отопления с ручными балансировочными клапанами в новом строительстве сократилась. Однако большое количество существующих систем отопления либо имеют ручные балансировочные клапаны либо не имеют балансировочной арматуры.

В настоящем исследовании рассматривалась балансировка пропорциональным методом. Для исследования выбрана наиболее применяемая в настоящее время в Республике Беларусь двухтрубная тупиковая система отопления с термостатическими и балансировочными клапанами. Исследования выполнялись на лабораторном стенде, содержащем ручные и автоматические балансировочные клапаны. Для определения

расходов теплоносителя в контурах использовались ротаметры. Данные по расходам теплоносителя в несбалансированной системе приняты следующие: фактический общий расход теплоносителя – 400 л/ч, проектные расходы: контур теплого пола – 100 л/ч, радиатор 1 – 125 л/ч, радиатор 2 – 175 л/ч.

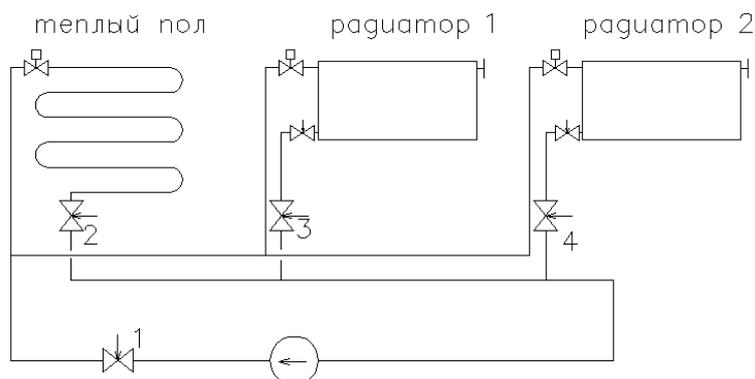


Рисунок 1 – Схема балансируемой системы отопления (1-4 – балансировочные клапаны для увязки циркуляционных колец)

Методика выполнения исследований.

1. Все термостатические и ручные балансировочные клапаны устанавливаются в максимально открытое положение.

2. На насосе в режиме работы «фиксированная скорость вращения» (режим нерегулируемого насоса) устанавливается производительность для достижения проектного расхода в системе, записывается в таблицу данных №1 количество потребляемой электрической энергии насосом и расходы через контур теплого пола и радиаторы, а также общий расход теплоносителя в системе.

3. При балансировке пропорциональным методом высчитывается соотношение $G/G_{пр}$ по всем контурам, а затем «основное» циркуляционное кольцо (с наименьшим $G/G_{пр}$). Определяются необходимые расходы исходя из этого соотношения, и заносятся их в таблицу данных №2. Попеременной регулировкой клапанов на двух контурах, кроме контура «основного» циркуляционного кольца, выставляются полученные расходы. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных №2.

Вариант 1. Регулировкой «общего» балансировочного клапана выставляется в системе отопления проектный расход. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных №2. Определяется соотношение $G/G_{пр}$ по всем контурам для оценки полученной погрешности расходов результата балансировки. При этом следует учитывать, что приемлемая невязка по перепаду давления 10...15%, по расходу 3...4%.

Вариант 2. Открывается полностью «общий» балансировочный клапан. Постепенным изменением производительности насоса выставляется проектный общий расход в системе отопления.

Результаты и обсуждение.

Все экспериментальные данные сведены в таблицу данных.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение напора насоса без балансировки системы водяного отопления значительно увеличивает расход электроэнергии, потребляемой насосом (в рассматриваемом случае на 37%) и приводит к перегреву несбалансированных контуров (в рассматриваемом случае расходы в контурах увеличились в 1.1-1.2 раза выше необходимых значений).

2. При балансировке пропорциональным или компенсационным методом возможно перейти на более низкую скорость насоса, что уменьшает потребление энергии и увеличивает срок службы насоса..

3. Сравнение количества потребляемой электрической энергии насосом в сбалансированной пропорциональным методом системе водяного отопления по вариантам 1 и 2, а также до балансировки показывает, что регулировка насосом по сравнению с регулировкой общим клапаном имеет преимущество за счет сокращения расхода электроэнергии (в рассматриваемом случае на 16%).

Таблица 1. Таблица данных балансировки

Характеристика данных	Расход теплоносителя, л/ч				Настройка насоса, % от макс.	Количество потребляемой электрической энергии, Вт
	Общий	контур теплого пола	радиатор 1	радиатор 2		
1	2	3	4	5	6	7
Проектные значения расходов	400	100	125	175	-	-
Фактические значения расходов до балансировки	500	190	165	145	70	19
Увеличение напора без балансировки	605	230	200	175	83	30
Балансировка пропорциональным методом						
Настройки балансировочных клапанов	-	0,6	0,95	4,7	-	-
Фактические значения расходов после окончания балансировки	400	100	125	175	68	16

Заключение. Исследования показали недостатки увеличения напора насоса (или замены существующего на насос с бóльшим напором) для достижения необходимого расхода в элементах системы с недостаточным расходом без балансировки: перегрев других частей системы водяного отопления и повышенный расход электрической энергии, потребляемой циркуляционным насосом. Балансировка пропорциональным или компенсационным методом позволяет получить оптимальные условия работы системы водяного отопления и уменьшить потребление тепловой и электрической энергии, увеличить срок службы циркуляционного насоса.

Список использованных источников:

1. Пырков, В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. – Киев, изд. «Такі справи», 2010. – 304 с.
2. Торреджанни, Р. Балансировка систем отопления и охлаждения. Практическое руководство. – изд. компании Giacomini S.p.A., 2018. – 173 с.
3. Покотилов, В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
4. СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2020.

Нурбердиев А.Ч., Нурыев Р.Ш.

НОРМА ОСВЕЩЕНИЯ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Государственный энергетический институт Туркменистана. Преподаватели.

Заниматься спортом и упражнениями на ежедневной основе важны для всех, чтобы вести здоровый образ жизни. Потому что регулярные физические упражнения повышают работоспособность и мотивируют человека к творчеству и продуктивности. Особое значение имеет строительство и ввод в эксплуатацию современных, современных спортивных школ, спортивных сооружений, пропаганда здорового образа жизни. Освещение спортивных школ и спортивных сооружений является одним из важных вопросов. Когда спортивные здания обеспечены хорошим освещением, его использование удваивается чем обычно. Поэтому спортивные школы и спортивные сооружения должны быть обеспечены достаточным освещением.

Создание рационального и высококачественного спортивного освещения является сложной и противоречивой задачей, требующей в первую очередь обеспечения оптимальных зрительных условий для спортсменов, зрителей и судей, а также требований для ведения телевизионных трансляций с мест соревнований.

Для спортсменов система освещения должна обеспечивать условия для быстрого и надежного различения объектов наблюдения (мяч, шайба, снаряд ит.д.), как правило, быстро движущихся на фоне переменной яркости, при этом угловые размеры объекта наблюдения могут изменяться в широких пределах, а сам наблюдатель также часто быстро перемещается в произвольных направлениях. Для мгновенного выбора правильного решения спортсмену необходимо не только фиксировать местоположение объекта наблюдения, но и оценить характер его движения, в частности, направление вращения мяча, его траекторию и т.д., а также иметь возможность координировать свои действия с положениями и действиями других спортсменов в пределах игрового поля. Для неигровых видов спорта полноценное освещение позволяет не только выполнить необходимую спортивную программу, но и уменьшает вероятность травматизма.

Для зрителей и судей и также необходимо обеспечить быструю зрительную фиксацию происходящих спортивных событий, часто в условиях больших расстояний наблюдения, особенно на крупных сооружениях, где это расстояние может достигать несколько сотен метров, а угловой размер объекта составляет лишь несколько угловых минут. Наряду с этим, учитывая зрелищность спортивных соревнований, должны быть обеспечены комфортные условия для зрителей; не только достаточные уровни яркости наблюдаемых объектов и равномерность распределения света, но и максимально ограниченное слепящее действия источник света и хорошая цветопередача излучения.

Реализация этих общих требования для разных видов спорта и спортивных сооружений осуществляется различными путем.

Открытия и закрытия спортивные сооружения можно подразделить на “плоскостные” спортсмены находятся все время на горизонтальной плоскости, и на “объемные” где спортсмены перемещаются в некотором пространстве (трамплины для прыжков на лыжах, бассейны для прыжков в воду и т.д.).

Кроме того, виды спорта, а соответственно и сооружения для них и сооружений для них, делятся на игровые и не игровые. Игровые виды спорта бывают “наземные” и “воздушные”. Наземными играми считаются те, в которых объект наблюдения (мяч, шайба) движутся по земле или вблизи нее, а линия зрения спортсменов обычно горизонтальна или направлена ниже горизонта (хоккей, городки и т.п.) Воздушные это те игры, где объекты наблюдения перемещаются в пространстве над игровой площадкой, а

линия зрения спортсменов часто бывает направлены выше горизонта. Сюда относится большинство спортивных игр: футбол, баскетбол, теннис бадминтон и др.

Таблица 1. Нормы освещенности для различных видов спорта

Вид спорта	Класс игры или спортивного сооружения	Минимальная освещенность, лк			
		Открытые сооружения		Скрытые сооружения	
		$E_{гор}$	$E_{верт}$	$E_{гор}$	$E_{верт}$
Футбол	Тренировка	50	30	300	100
	Соревнования на стадионе с трибунами вместностью от 1500 до 10000	100	50	500	200
	Тоже от 10000 до 25000 зрителей	200	75	500	200
	Тоже свыше 25000 зрителей	400	100	500	200
Хоккей с шайбой	Тренировка	100		500	
	Соревнования	400		500	
Хоккей с мячом и на траве, скоростной бег на коньках	Тренировка	50	30	150	
	Соревнования	100-400		500	
Бокс борьба	Тренировка	30		200	
	Соревнования			1000	
Легкая атлетка	Тренировка	30-50	10-30	150	
	Соревнования	50-100			
Тяжелая атлетика	Тренировка	30		150	
	Соревнования			200-500	
Плавание	Тренировка	100		150	
	Соревнования			200-400	
Водное поло	Тренировка	100	50	200	
	Соревнования				
Прыжки в воду	Тренировка	100	50	150	75
	Соревнования			200-400	100-150
Стрельба пулевая	Тренировка			7,5	300-500
Стендовая стрельба	Тренировка		50	500	
Фигурное катание на коньках	Тренировка		400	500	
	Соревнования			500	
Велогонка на треке	Тренировка	50			
Прыжки на лыжах с трамплина	Тренировка	30-75	50		
Горнолыжный спорт	Тренировка	30			
Скоростной бег на лыжах	Тренировка	5-20			
Массовое катание на лыжах	Тренировка	2-20			
Массовое катание на коньках	Тренировка	10			
Сани бобслей	Тренировка	300	200		

Освещение сооружений для неигровых видов спорта будет сильно отличаться одно от другого в зависимости от того, имеет ли линия зрения спортсменов постоянное направление (стрельба, бег) или оно меняется.

Иногда при освещении комбинированных и многоцелевых спортивных сооружений установка спортивного освещения должна удовлетворять нескольким, подчас противоречивым требованиям. Однако любая спортивная осветительная установка должна обеспечивать спортсменам возможность полноценно заниматься данным видом спорта, а зрителям и судьям — следить за ходом спортивной борьбы.

Для реализации требований, предъявляемых к осветительным установкам сооружений, как с телевизионными трансляциями, так и без них, регламентируются следующие основные параметры:

- уровни горизонтальной и вертикальной освещенности и показатели равномерности освещения;
- показатели слепящего действия и пульсации освещения;
- цветовая температура и индекс цветопередачи излучения источников света.

В практике спортивного освещения принимается в качестве основного количественного показателя, обеспечивающего требуемый уровень видимости. Для большинства видов спорта регламентируется горизонтальная освещенность как параметр, достаточного просто и надежно характеризующий осветительные установки. Ее обеспечение в заданных пределах при правильно выбранной системе и типах осветительных приборов позволяет получить уровни освещенности и вертикальных плоскостях.

Однако в ряде видов спорта, особенно “воздушного” а также там, где объект наблюдения расположен в вертикальной плоскости (например, в стрельбе), нормируется также вертикальная освещенность. Поскольку видимость объекта для спортсменов, зрителей и телевизионных систем определяется соотношениями световых потоков, падающих на объект с разных направлений и создающих моделирующие эффекты, при проектировании систем освещения целесообразно учитывать соотношение освещенностей в различных вертикальных плоскостях. Правила освещения спортивных школ и спортивных сооружений приведены в таблице 1.

Указанные в таблице 1 значения освещенностей не зависят от типа источника света. Различие в рекомендуемых величинах освещенности для одного и того же вида спорта, в крытых и открытых спортивных сооружениях объясняется соображениями экономии. Кроме того, как правило, в крытых спортивных сооружениях проводится соревнования более высокого уровня, сопряженные с большими скоростями движениями и большей ответственностью зрительной работы.

Выводы.

При использовании для освещения спортивных зданий параметром в таблице 1, его использование удваивается. При использовании табличных размеров освещение спортивных сооружений будет обеспечено хорошим освещением.

Список использованных источников:

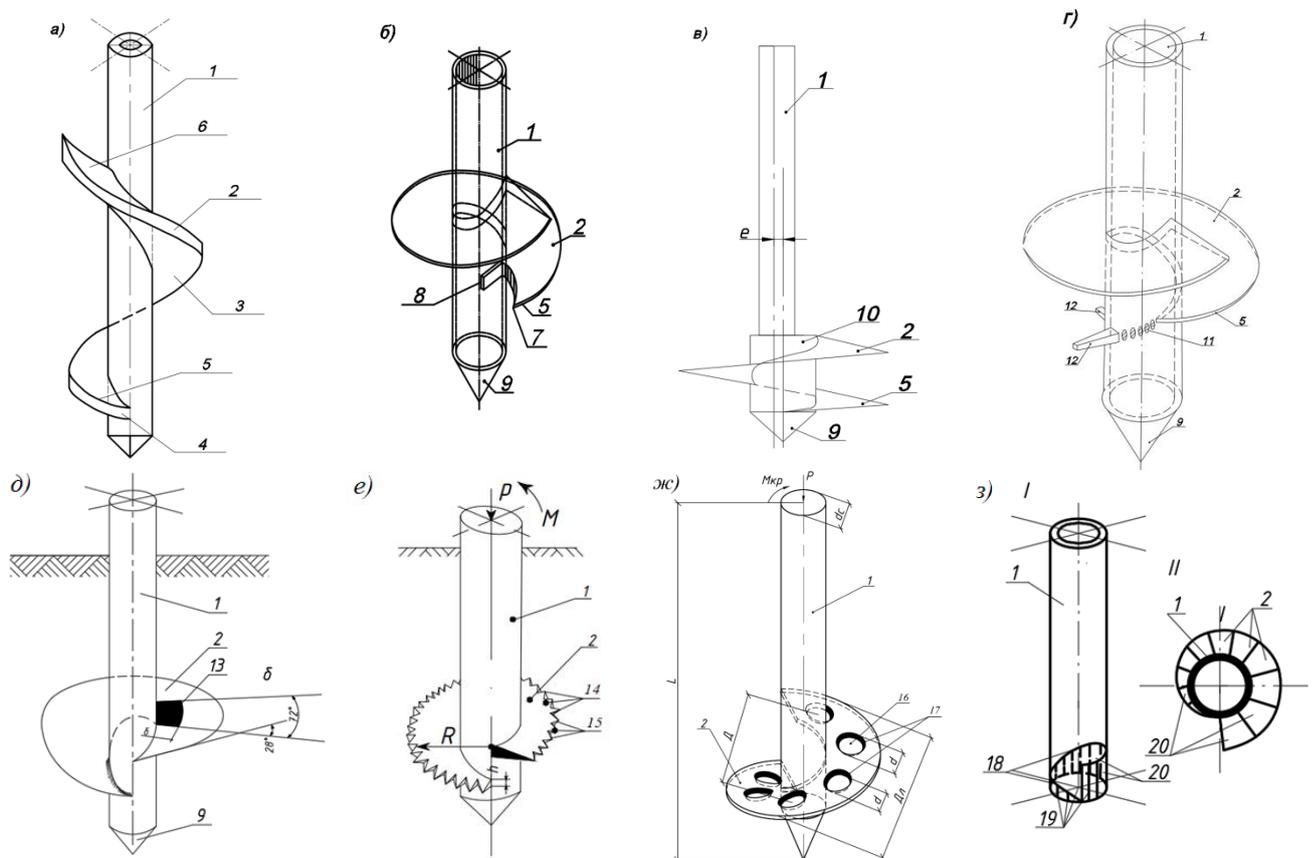
1. Гурбангулы Бердимухамедов. Спорт — путь к дружбе, здоровью и красоте. Ашгабат, 2017 г.
2. Журнал № 2 физкультуры и спорта, 2017 г.
3. Б.Айзенберг. Справочная книга по светотехнике. Энергоатомиздат, 2006 г.

Чернюк В.П., Шляхова Е.И.

ЭНЕРГОЭКОНОМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВАЙ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Брестский государственный технический университет. Кафедра технологии строительного производства.

Винтовые сваи достаточно широко и разнообразно применяются в строительстве. Их количество в мировой практике насчитывает несколько сотен технических решений, а история их применения составляет от двух веков до пяти тысяч лет, причем в разных странах мира [1]. Нами разработаны достаточно простые, надежные и энергоэкономные конструкции винтовых свай.



1 – ствол; 2 – винтовая лопасть; 3 – кольцевая пластина; 4 – разрез; 5 – выпуклая заходная часть; 6 – вогнутая хвостовая часть; 7 – режущий зуб; 8 – загрузочное отверстие; 9 – наконечник; 10 – ступица; 11 – водопадающие отверстия; 12 – режущие зубья; 13 – утолщение (накладка); 14 – пилообразные режущие зубья; 15 – заостренные кромки; 16 – сквозные поперечные отверстия; 17 – фаски; 18 – меловая винтовая линия; 19 – сквозные вертикальные прорези; 20 – участки стенки ствола.

Рисунок 1 – Эффективные конструкции винтовых свай для прокладки трубопроводов: а) - простейшая, из металлической кольцевой пластины; б) – с режущим зубом; в) – со смещением продольных осей ствола и винтовой лопасти (эксцентриситетом); г) – с режущими зубьями и водопадающими отверстиями; д) – с усилением лопасти накладками; е) – с пилообразными зубьями; ж) – с отверстиями в лопасти; з) – с отгибаемой лопастью: I – свая до образования лопасти, II – свая после образования винтовой лопасти.

Показанная на рис.1а конструкция винтовой сваи обладает наиболее простой конструкцией из числа известных винтовых свай, так как винтовая лопасть выполняется из металлической кольцевой пластины, ограниченной по периметру внутри и снаружи окружностями, снабжена радиальным прямолинейным либо криволинейным разрезом и разведена за концы разреза в разные стороны на величину шага винтовой лопасти t . Криволинейный разрез в заходной части лопасти делается выпуклым, а в хвостовой - вогнутым наружу.

Другая конструкция винтовой сваи (рис.1б, а.с. СССР №1201404) обладает повышенной эффективностью погружения в грунт за счет изготовления заходной части винтовой лопасти в виде режущего зуба с углом резания грунта $\alpha < \arctg f$, где f - коэффициент трения материала лопасти по грунту. В стене ствола выполнено сквозное загрузочное отверстие, расположенное у основания зуба по винтовой лопасти на линии, являющейся продолжением винтовой лопасти на поверхности ствола, куда транспортируется и загружается грунт в процессе завинчивания сваи с винтовой лопастью, а это снижает силы трения грунта по поверхности лопасти и повышает эффективность ее погружения.

Следующая конструкция винтовой сваи (рис.1в, а. с. СССР №1390302) состоит из ствола с наконечником и расположенные на стволе над наконечником ступицу и винтовую лопасть с режущей заходной частью, обращенной к наконечнику. Продольная ось ствола смещена относительно продольной оси винтовой лопасти на величину эксцентриситета e в сторону, противоположную заходной режущей части винтовой лопасти. Эксцентриситет e равен $5 \div 15$ мм для винтовых свай небольших размеров с диаметром лопасти до 500 мм, $15 \div 30$ мм – для свай средних размеров с диаметром винтовой лопасти 500÷1000 мм и $30 \div 50$ мм – для свай больших размеров с диаметром винтовой лопасти более 1000 м.

Изображённая на рис. 1 г винтовая свая (а.с. СССР № 1157164) содержит заостренный в нижней части полый ствол с наконечником и винтовую лопасть. Ствол выполнен с водоподающими отверстиями, сообщающимися с его полостью, и режущими зубьями, расположенными перед заходной частью винтовой лопасти по винтовой линии, являющейся продолжением винтовой линии примыкания лопасти к стволу. Зубья и отверстия могут располагаться на стволе как последовательно, так и попеременно, причём зубья могут иметь меняющуюся длину (вылет) от оси ствола и увеличиваться в направлении от ствола к винтовой лопасти.

Наличие зубьев на стволе перед винтовой лопастью позволяет менее энергоёмко прорезать перед ней грунт, рыхлить его и делать в нём винтовую прорезь для лопасти, а наличие водоподающих отверстий – способствует подаче воды, как смазывающей жидкости, в область резания грунта в массиве и в зону трения его по поверхностям ствола и лопасти. Всё это в совокупности существенно снижает энергоёмкость погружения (завинчивания) винтовой сваи в грунт.

Для повышения прочности лопасти винтовой сваи в наиболее загруженном и, соответственно, наиболее слабом месте лопасти, ограниченном 29 и 78° в заходной и/или в хвостовой частях винтовой лопасти, устраивается утолщение (накладка) у ствола вылетом δ не менее $1/20$ вылета лопасти относительно ствола (рис. 1 д, а.с. СССР № 1534140). Это значительно усиливает прочность лопасти винтовой сваи при действии на неё вертикальной нагрузки.

Определённый интерес представляет собой винтовая свая (рис. 1е), на которую вынесено положительное решение НЦИС (Национального Центра Интеллектуальной Собственности) РБ о выдаче патента на полезную модель. По наружному внешнему радиусу винтовой лопасти устроены пилообразные режущие зубья толщиной h ,

выполненные треугольными, заостренными и разведенными в разные стороны через один от плоскости винтовой лопасти. Изготовление винтовых свай с пилообразными зубьями снижает энергоёмкость погружения сваи в грунт (по аналогии с обычной двуручной или циркулярной пилой с зубьями).

Для снижения металлоёмкости (материалоёмкости) винтовой лопасти до 50% винтовые сваи можно изготавливать с отверстиями без снижения их несущей способности по грунту основания (рис. 1ж, патент РБ на полезную модель № 12584). Для этого в теле винтовой лопасти в центральной части по окружности через $45 \div 60^\circ$ выполняют сквозные поперечные отверстия в количестве $6 \div 8$ штук (при угле 60° – 6 шт; при угле 45° – 8 шт) с фасками по концам отверстий. Это существенно снижает как массу винтовой лопасти, так и массу винтовой сваи без снижения её прочности и несущей способности.

Также минимально металлоёмкой можно считать винтовую сваю, у которой винтовая лопасть образуется из участков стенки ствола, отгибаемых наружу (рис. 1з, патент РБ на полезную модель № 2022). Для этого на наружной поверхности ствола сваи наносится мелом винтовая линия в один оборот, и прорезаются сквозные вертикальные прорезы от торца ствола до этой винтовой линии: рис. 1з, I. Затем участки ствола, заключённые в прорезы, отгибаются наружу по винтовой линии, образуя, тем самым, винтовую однооборотную винтовую лопасть – рис. 1з, II. Такая винтовая свая также считается металлоэкономной, так как винтовая лопасть образуется из металла стенки ствола (трубы).

В БрГТУ имеется ещё ряд экономичных, эффективных и прогрессивных конструкций винтовых свай, защищённых а.с. СССР и патентами на изобретения и полезные модели РБ, рекомендуемых для внедрения в практику строительства трубопроводных систем.

Список использованных источников:

1. Чернюк, Владимир Петрович. Винтовые сваи и анкеры в строительстве/В.П.Чернюк, В.Н.Пчелин, В.Н.Черноиван. – Минск, Ураджай, 1993.-176 с.

Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю., Нуриядыева М.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели, старший лаборант.

Основной задачей современной науки является практическое использование возобновляемых источников энергии, создание экспериментальных экспериментов по внедрению тепловых технологий и научных разработок в народное хозяйство. Исходя из этого, использование солнечных коллекторов в горячем водоснабжении или в системах отопления жилых помещений является одним из основных актуальных направлений на сегодняшний день. Поэтому разработка и совершенствование экономически обоснованных энергетических конструкций и инженерных методов их расчета на основе возобновляемых источников энергии и их комплексная реализация являются одними из важнейших вопросов [1].

Известно, солнечные коллекторы являются одним из самых универсальных солнечных электростанций на основе возобновляемых источников энергии. Это требует чтобы их характеристики были изучены для использования. В научной статье описывается сравнительный анализ различных типов солнечных коллекторов, характеристики различных типов солнечных коллекторов, установленных на исследовательской площадке Государственного энергетического института Туркменистана в различных погодных и эксплуатационных условиях. Технические характеристики солнечных коллекторов описаны ниже в таблице 1. Результаты экспериментов показали, что для эффективной работы солнечных коллекторов необходимы следующие условия:

- Определение оптимального угла наклона солнечного коллектора;
- Солнечный коллектор с видом на юг;
- Защита от тени, деревьев или зданий;
- Выбор правильного типа коллектора по назначению;
- Продолжительность солнечного сияния;
- Интенсивность солнечного света;
- Скорость ветра и температура окружающей среды.

Таблица 1. Технические характеристики коллекторов

Типы коллекторов	Площадь трубы S, м ²	Диаметр трубы d, мм	Количество труб, н
Змеевидный	0,5	20	9
Плоский	1,2	10	20
Вакуумная труба	1,6	58	12

Солнечные коллекторы более широко используются для нагрева воды или незамерзающих жидкостей до 100°C, так как они являются основной особенностью, что можно объяснить тем, что они практически полностью исключают потери тепла за счет двух слоев стекла и создания вакуума между ними (рисунок 1) [2].

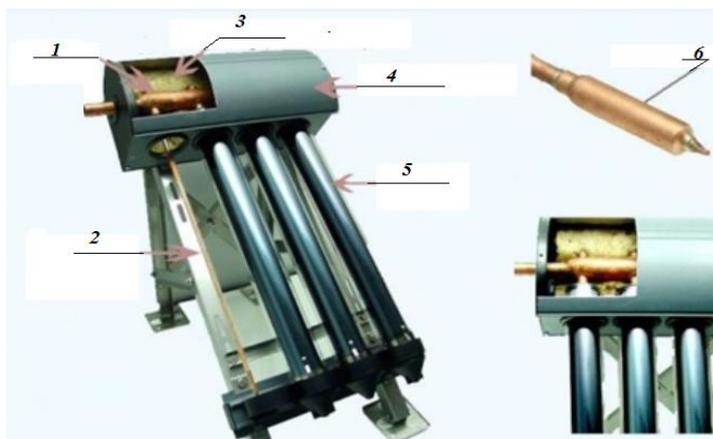


Рисунок 1 – Внешний вид и компоненты вакуумного солнечного коллектора:
1 – медная труба, 2 – теплопроводная труба, 3 – защитная крышка, 4 – садовая крышка, 5 – вакуумная трубка, 6 – конденсатор.

По результатам исследования построена диаграмма, представленная на рис. 2. Судя по всему, эффективность солнечных коллекторов зависит от температуры окружающей среды и интенсивности солнечных лучей, но при этом эффективность вакуумных коллекторов выше на 12%. Это, в свою очередь, способствует более высокой эффективности работы коллектора, что сокращает время самоосушки.

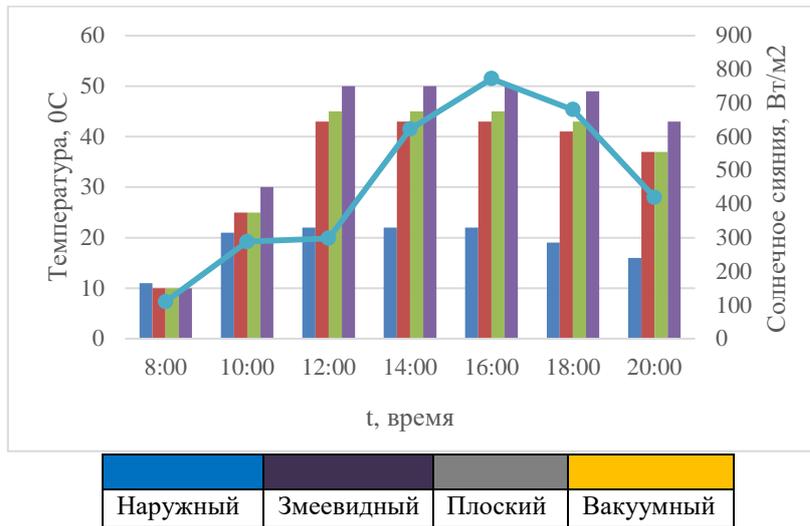


Рисунок 2 – Схема технического сравнения различных типов солнечных коллекторов

Для определения необходимого количества солнечных коллекторов в горячем водоснабжении выполняем расчет количества, необходимого для нормальных бытовых нужд. Если предположить, что в одной семье проживает в среднем 5 (пять) человек, то один человек потребляет в среднем 50-60 литров теплой воды температурой 60°C в сутки. Таким образом, в течение суток на одну семью расходуется 250-300 литров горячей воды. Рассчитываем 300 литров воды на отопление [4]. Количество теплоты, необходимое для нагрева 300 литров воды в водонагревателе (традиционном бойлере), можно определить по следующему выражению [4]:

$$Q = G \cdot C_{удел} (t_{вход} - t_{выход}) \quad (1)$$

Здесь: Q – количество необходимой теплоты, кВт·ч/сутки;
 $G = 0,3 \text{ м}^3/\text{сут}$ – необходимое количество горячей воды;
 $C_{уд} = 1,161 \text{ кВт/кг} \cdot \text{°C}$ – удельная теплоемкость воды;

$$Q = 0,3 \cdot 1\,161 \cdot (60 - 15) = 15\,673 \text{ Втч/сут}$$

Согласно расчетам, на горячее водоснабжение одной семьи в сутки расходуется 15 673 Втч тепловой энергии. Теперь для исследования возможности нагрева необходимой горячей воды с помощью гелиоколлектора сначала выберем плоский гелиоколлектор типа Логасол СКН 4.0 и его паспортные данные следующим образом:

Полезная площадь солнечного коллектора $F_1 = 2,25 \text{ м}^2$.

Оптический РТС солнечного коллектора $\eta_0 = 0,77$.

Расчетный КПД солнечного коллектора можно определить по следующему выражению [4]:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E} \cdot 100\% \quad (2)$$

здесь: η – КПД для вычислений на солнечных коллекторах,

η_0 – оптический КПД солнечного коллектора;

k_1 – коэффициент, зависящий от теплоаккумулирующей характеристики коллектора, равный 3,216;

ΔT – перепады температур на входе и выходе из коллектора;

E – интенсивность солнечного луча, Вт·ч/м²

Определяем необходимую полезную площадь солнечного коллектора:

$$F_{сумма} = Q / (q \cdot \eta) \quad (3)$$

здесь: q – среднее количество солнечного света в месяц, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ [2];

$$F_{\text{сумма}} = 17,4 / (7 \cdot 0,769) = 3,2 \text{ м}^2$$

Необходимое количество солнечных коллекторов:

$$n = F_{\text{сумма}} / F_1 \quad (4)$$

$$n = 3,2 / 2,25 = 1,4 \gg 2 \text{ штуки}$$

Количество тепла, выделяемого солнечным коллектором, определяется следующим выражением:

$$Q = q \cdot F_{\text{сумма}} \cdot \eta \quad (5)$$

Излучение солнечной интенсивности, в декабре составляет $2,02 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ [3]. Таким образом, количество произведенного тепла в декабре при установке двух солнечных коллекторов: Солнечный коллектор КПД в зимнее время:

$$\eta = 77 - \frac{3,216 \cdot 69,4}{2020} \cdot 100\% = 76,9\%$$

В декабре выработка тепловой энергии при установке двух солнечных коллекторов:

$$Q_2 = 2,02 \cdot 4,5 \cdot 0,769 = 7 \text{ кВтч} / \text{сутки} (L_2 = 120 \text{ литр/день})$$

Тепловая энергия, солнечным коллектором в декабре:

$$Q_1 = 2,02 \cdot 2,25 \cdot 0,769 = 3,5 \text{ кВтч} / \text{сутки} (L_1 = 60 \text{ литр/день})$$

Согласно расчетам, два солнечных коллектора, установленных летом в июле, обеспечивают более чем достаточно горячей воды, и в этом случае потребитель может использовать излишки горячей воды на любые нужды или управлять ею через вентили в полдень. Однако в декабре два солнечных коллектора не обеспечивают необходимое количество горячей воды, что можно исправить с помощью схемы, представленной ниже на рисунке 3.

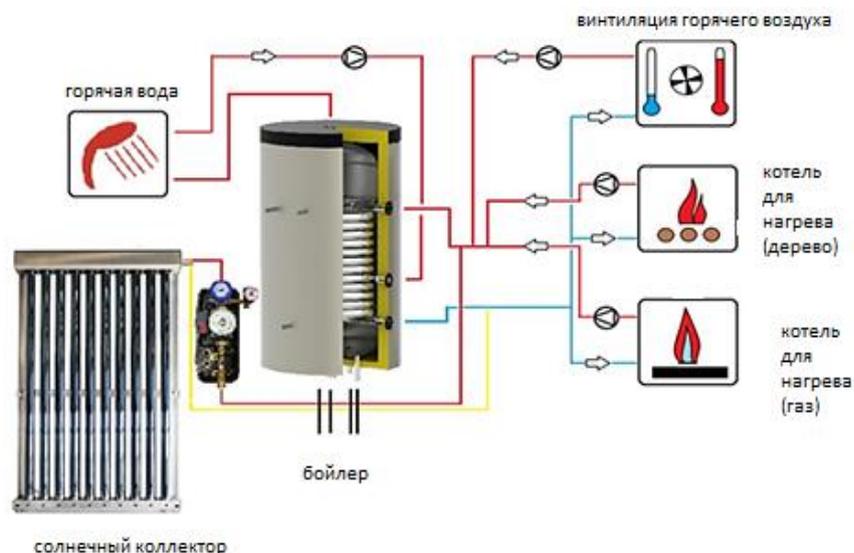


Рисунок 3 – Схема соединения комбинированного солнечного коллектора

Горячая вода, собранная с помощью солнечного коллектора, требует перезаряжаемого бака наподобие пушки, т.е. если считать, что семья может обеспечить необходимое количество горячей воды, то объем бака должен быть не менее 300 литров. Чтобы получить необходимую температуру на зиму, нам приходится подавать простую воду в нагреватель (трубы) по трубам из бака, где установленный нагреватель поможет нам получить нужную нам температуру.

Результаты и предложения:

- В условиях Туркменистана применение вакуумных коллекторов для горячего водоснабжения технически и экономически целесообразно;
- Солнечный коллектор полезной площадью 4,5 (2,25) м² в летний сезон позволит нагреть в течение суток 417 (208) литров воды при температуре 60°C в июле, что составляет 5,3 (2,65) литров в сутки кг или 6,8 (3,4) м³ природного газа и таким образом сэкономить 24,09 (12,05) кВт ч электроэнергии в сутки;
- Солнечный коллектор с зимней площадью 4,5 (2,25) м² позволит вам в декабре нагреть 120 (60) литров воды с температурой 60 С⁰ в сутки, что составляет 1,54 (0,77) кг в сутки. Позволит сэкономить 1,97 (0,98) м³ природного газа и, таким образом, 7 (3,5) кВтч электроэнергии.
- Солнечный коллектор рекомендуется устанавливать экономически и технически целесообразным способом с помощью системы горячего водоснабжения.

Список использованных источников:

1. Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы. Ашхабад, 2018 г.
2. Джумаев А., Якубов Ю. «Использование солнечных коллекторов в экспериментальном жилищном строительстве» / Наука и техника в Туркменистане. Научный журнал Академии наук Туркменистана / 2017г (6).
3. А. Джумаев, Х. Солтанов. Основы энергосбережения Учебник для вузов. - А.: Наука, 2018г.-220 с.
4. Расчет системы теплоснабжения с использованием солнечных тепловых коллекторов. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов всех форм обучения по специальности Энергетические установки, электростанции на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, Екатеринбург 2015г.

Мамедова Т.Т., Сопыева Э.А., Гурдов К.Г.

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КИСЛЫХ ГАЗОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОЙ СЕРЫ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели кафедры “Химии и химической технологии” и “Электроэнергетические системы”.

Сформировавшемуся в последнее время нефтегазовому комплексу Туркменистана отводится ведущая роль в топливно-энергетическом балансе и экономике страны. При нынешних темпах развития производительных сил и освоения углеводородных ресурсов вопросы охраны окружающей природной среды приобретают особую остроту и социальную значимость. Это обусловлено тем, что производственная деятельность предприятий нефтяной и газовой промышленности неизбежно связана с техногенным воздействием нефтегазодобычи на объекты природной среды.

Увеличение темпов добычи, объемов разведывательного и эксплуатационного бурения, и соответственно, транспорта сырой нефти, газа и конденсата ставит вопрос необходимости создания собственных новых и реконструкции уже существующих мощностей переработки углеводородного сырья. В силу специфики состава

углеводородов (повышенное содержание соединений серы) переработка сырья уменьшила бы экологический риск в процессе транспортировки продукции, а также увеличила бы количество экспортируемой продукции нефтегазовой отрасли.

Очистка и переработка природного газа месторождения позволит решить вопрос снабжения дешевым природным газом потребителей данного региона и топливным газом собственных установок по подготовке газа к транспортированию. Создание установки очистки и переработки природного газа приведет к созданию собственной инфраструктуры переработки газа и конденсата, а это в свою очередь, увеличит количество рабочих мест в этом районе.

Наиболее актуальной инженерно-экологической проблемой для нефтегазовых производств является оптимизация и комплексная автоматизация всех технологических процессов и операций по экологическим факторам. В данной работе дана возможность освещения и разработки предложений по очистке природного газа и переработки кислых газов с получением товарной продукции (серы) на газовых месторождениях Туркменистана.

В процессе сжигания топлива, содержащиеся в нем сернистые соединения, сгорают с окислением серы в основном до диоксида серы [1]. Диоксид серы SO_2 – бесцветный газ с $\rho = 2,927 \text{ кг/м}^3$, температурами кипения – $10,1^\circ\text{C}$ и плавления $75,5^\circ\text{C}$.

В небольших количествах образуется триоксид серы SO_3 – бесцветные ромбические кристаллы с температурами кипения – $44,7^\circ\text{C}$ и плавления $16,8^\circ\text{C}$. Таким образом, при сжигании топлива, содержащего в своем составе серу (S^I), в продуктах сгорания образуются оксиды серы (SO_x), представляющие собой сумму ($SO_2 + SO_3$). Примерно 98–99 % серы в дымовых газах находится в виде SO_2 и лишь около 1 % в виде SO_3 . Наибольшую опасность для окружающей среды и теплотехнического оборудования представляет триоксид серы.

Максимальная концентрация SO_3 будет соответствовать

$$C^{max} = k_{\text{п}} C_{SO_2} C_M / k_o, \quad (1)$$

где C_{SO_2} – концентрация диоксида серы; C_M – концентрация “третьего” компонента; $k_{\text{п}}$, k_o – константы прямой и обратной реакций. В богатых смесях максимальную концентрацию будет определять отношение $[O] / [H]$. Поскольку это отношение мало, то и переход от SO_2 к SO_3 ограничен.

С увеличением концентрации кислорода количество SO_3 будет увеличиваться до некоторого максимального значения, фиксирующегося при избытке кислорода (коэффициент избытка воздуха 1,15–1,30). При дальнейшем увеличении избыточного воздуха SO_3 будет снижаться.

Концентрация SO_x в уходящих газах полностью зависит от содержания в топливе горючей серы. Оксиды серы относятся к наиболее опасным загрязнителям. На их долю приходится ущерб животному миру, растительности и различным сооружениям из металла и камня.

Аэрозоли серной кислоты, которые образуются при взаимодействии с водяными парами в воздухе, составляют до 20% от всех взвешенных частиц в городском воздухе и вносят значительный вклад в уменьшение видимости.

Оксиды серы активно взаимодействуют в атмосфере с оксидами азота, образуя токсичные комплексы. Токсичное воздействие комплекса значительно сильнее, чем отдельных компонентов.

Наблюдения показывают, что содержание SO_2 в воздухе около 3,0–20,0 мг/м³ увеличивает время высыхания краски в 2-4 раза, снижает качество и стойкость покрытия. В зависимости от времени воздействия и типа металла скорость коррозии в

городской атмосфере в 2-5 раза выше, чем в сельской местности. SO_x считается самым опасным загрязнителем для металлов и различных строительных материалов. Особенно чувствительны к этому виду загрязнителя синтетические ткани, и в частности нейлоновые изделия.

Наибольший ущерб SO_x наносит растительности, нарушая метаболизм растений в целом. Особенно неустойчивы от его воздействия хвойные и фруктовые деревья. Уже при концентрации $0,9 \text{ мг/м}^3$ нарушается процесс фотосинтеза у сосны, ели, клена и по истечении 5-10 суток хвоя рыжеет и опадает.

При содержании SO_2 1 мг/м^3 урожай подсолнечника, кукурузы, гороха, редиса снижается на 14%, а при 2 мг/м^3 на 26%.

Известно пагубное влияние оксидов серы на дыхательные пути и бронхи человека. Дети в возрасте до 12 лет особенно чувствительны к загрязнению среды оксидами серы и взвешенными частицами.

В атмосфере оксиды серы способны переходить в сульфат-ион SO_4 и серную кислоту, воздействие которых в 5-10 раз сильнее, чем SO_2 .

Учитывая вышесказанное, в работе предлагается переработка концентрированных кислых газов. Концентрированные кислые газы с установок регенерации метанола линии очистки природного газа по трубопроводам подаются на сепарацию, где выделяется капельная влага и тяжелые углеводороды. Далее газ поступает на окисление, где окисляется $1/3$ газа при взаимодействии с кислородом воздуха. Воздух подается в соотношении, позволяющем сжечь только $1/3$ часть газа, обеспечивая более полное использование кислорода. На стадии окисления происходит окисление сероводорода до двуокиси серы и элементной серы. Наравне с этим происходит взаимодействие уже образовавшихся двуокиси серы с сероводородом до образования элементной серы. Конверсия сероводорода до элементной серы на этой стадии составляет 60%. Далее испарившиеся пары серы поступают на конденсацию. Остальная, не прореагировавшая часть газа поступает на первую ступень взаимодействия на катализаторе [2]. На этой стадии происходит дальнейшее взаимодействие H_2S и SO_2 с образованием серы, а также гидролиз COS и CS_2 образовавшихся на стадии окисления в присутствии углеводородов и диоксида углерода. Газы после взаимодействия на катализаторе направляются на вторую ступень конденсации. На первой ступени каталитического взаимодействия газов конверсия сероводорода повышается до 86%. После конденсации кислые газы подаются на вторую ступень реакции на катализаторе. Конверсия сероводорода в серу здесь составляет 98,7%. Далее газ, пройдя конденсацию, поступает на доочистку. Доочистка производится путем взаимодействия H_2S и SO_2 на катализаторе ниже точки росы серы. Степень конверсии сероводорода в серу увеличивается до 99,4%. Далее остаточные хвостовые газы поступают на доокисление. Остаточные H_2S ; CS_2 и COS , содержащиеся в хвостовом газе, окисляются до SO_2 и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Капельная сера со всех стадий конденсации в жидком состоянии сливается в приемную емкость и после дегазации насосом подается на грануляцию.

Выбрасываемые в атмосферу хвостовые газы в своем составе содержат 69% NO_2 ; 0,6% SO_2 ; 15,6% CO_2 и 14,8% H_2O пар.

В настоящее время основным потребителем серы является сернокислотная промышленность [3]. Доля элементарной серы, используемой в качестве сырья для производства серной кислоты неуклонно растет. Элементарная сера практически вытеснила другие виды сырья и в том числе пирит, что объясняется более низкими эксплуатационными и транспортными затратами.

Около половины вырабатываемой серной кислоты расходуется на производство фосфорных, азотных и, в меньшей степени, калийных удобрений. Кроме того, серная кислота используется в производстве синтетических и искусственных волокон, моющих средств, пластических масс, взрывчатых веществ, ее применяют также для очистки нефти, сахара, растительных масел, жиров, для получения других кислот и различных химикатов. Большое количество серной кислоты расходуется на травление черных металлов в электрохимической промышленности. Сера и ее соединения традиционно находят применение и в других отраслях промышленности: в целлюлозно-бумажной промышленности для получения целлюлозы, в химической – для получения искусственных волокон, сероуглерода, хлорида серы, красителей и других продуктов; в радиоэлектронике, в резиновой – в качестве вулканизирующего агента. Издавна серу применяли в борьбе с вредителями хлопчатника, картофеля, винограда. Значительное количество серы используется в производстве спичек, а также ряда пиротехнических средств.

Высокая механическая прочность и температурная устойчивость материалов на основе серы открывает широкие возможности для их использования в качестве дорожных покрытий. Можно предполагать, что в будущем такие дорожные покрытия будут успешно конкурировать с асфальтовыми.

Список использованных источников:

1. Кривоногов Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. Л., Недра, 1986. 280 с.
2. Алиева Р.Б., Мираламов Г.Ф. Газовые конденсаты. – Баку: Заман, 2000.
3. Данилов.А.М. Применение присадок в топливах / А. М. Данилов. – М.: Мир, 2005.

Савчук Т.П.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина. Доцент кафедры истории Беларуси.

До сегодняшнего дня в мире более 90% всей потребляемой человеком энергии приходится на долю органического топлива. Однако этот ресурс рано или поздно закончится. Это говорит о необходимости принятия определенных мер для существенных структурных изменений в ресурсной основе всего мирового энергетического сектора. Становится актуальным использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Энергосбережение становится одним из главных приоритетов. Энергия возобновляемых источников поистине огромна и превышает объем годовой добычи всех видов углеводородного сырья. Важно отметить то, что их использование возможно практически во всех регионах мира, в том числе и в Беларуси. Положительной стороной ВИЭ является то, что их использование не изменяет энергетический баланс планеты, что и послужило причиной бурного развития нетрадиционной энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем десятилетии. ВИЭ играют значительную роль в решении трех глобальных проблем человечества: энергетика, экология и продовольствие [2]. Самым мощным, экологически чистым, естественным и общедоступным источником энергии на нашей планете является Солнце. Развитие науки и промышленности позволяет

сегодня говорить о реальной возможности обеспечения человечества электричеством с помощью преобразования энергии Солнца [3].

Главным фактором, обуславливающим использование энергии солнца, является наличие достаточного объема световой энергии, падающей на единицу поверхности земли (инсоляции). Белорусские ученые и практики в результате опытно-промышленной эксплуатации ФЭС (фотоэлектрических станций) заявляют, что вполне целесообразно производить электроэнергию за счет солнца в нашей республике, вполне сопоставимой по освещенности с другими странами. По степени инсоляции Беларусь находится примерно на одном уровне с такими государствами, как Германия, Япония, Канада, где солнечная энергетика развивается очень активно.

Перед белорусскими учеными сегодня стоит задача разработки собственных технологий. В Национальной академии наук и университетах Беларуси ведутся исследования для создания новых типов солнечных элементов, способных более эффективно преобразовывать излучение в условиях высокой облачности.

Еще одно значимое направление научных работ связано с созданием высокоэффективных накопителей электрической энергии, которые позволили бы оборудовать маневренные солнечные электростанции. Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси проводит исследования в области надежности и эффективности оборудования солнечной энергетике. Это необходимо для того, чтобы применять в стране наиболее надежные и эффективные решения.

В 2017 году на кровле института была сооружена экспериментальная солнечная электростанция. На ней проходят испытания солнечные модули различных типов и производителей. Данные о функционировании этой экспериментальной солнечной электростанции используются для научных целей — создания и верификации математических и имитационных моделей, моделей прогнозирования выработки электроэнергии солнечными электростанциями.

Также Институт энергетике в рамках проведения энергетических аудитов дает рекомендации по внедрению фотоэлектрического и гелиоэнергетического оборудования крупным промышленным предприятиям [1].

Особенности солнечных батарей позволяют располагать их на значительном расстоянии от стационарных источников электроэнергии, а модульные конструкции можно легко транспортировать и устанавливать в другом месте. Поэтому солнечные батареи, применяемые в отдаленных районах, дают более дешевую электроэнергию. Солнечные батареи не требуют обслуживания и могут работать более 20 лет. Ученые всего мира работают над увеличением КПД фотоэлектрического преобразования. Сегодня фотоэлементы применяются для обеспечения бесперебойного электроснабжения сотовых базовых станций и метеорологических пунктов.

Таким образом, в Республике Беларусь есть необходимые условия для развития солнечной энергетике. Проекты в данном направлении обещают окупаемость, не требуют сложного обслуживания. Увеличение производства солнечной энергии в Беларуси обусловлено тем, что это позволяет сократить расходы на электроэнергию. Для крупных промышленных предприятий целесообразно переходить на частичное замещение традиционных источников энергии солнечной. В хорошую солнечную погоду батареи могут обеспечивать освещение на всей территории предприятия.

Список использованных источников:

1. Дворецкая, С. Киловатты света: плюсы, минусы и перспективы солнечной энергетике в Беларуси // БЕЛТА – Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/kilovatty-sveta-pljusy-minusy-i-perspektivy-solnechnoj-energetiki-v-belarusi-7643/>

2. Присяженко, А. А. Альтернативные источники энергии в Беларуси. Топливоэнергетические ресурсы Беларуси / А. А. Присяженко // Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/253973/alternativnyie-istochniki-energii-v-belarusi>.
3. Русан, В. Солнечная энергетика: состояние и перспективы использования в Беларуси // EnergoBelarus, 2010–2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/solnechnaya_energetika_sostoyanie_i_perspektivy_ee_ispolzovaniya_v_respublike_belarus/.

Агамырадова Д.Г.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель факультета компьютерных технологий.

Аннотация. Энергетическая система Туркменистана характеризуется относительно высокой степенью морального и физического износа, потерями (около 10%) и пониженным уровнем надежности. Поэтому вопрос о повышении надежности ее функционирования является актуальным. Из статистики надежности энергосистем следует, что самыми ненадежными элементами энергосистем являются (ВЛЭП), при этом низкая надежность высоковольтных линий электропередачи объясняется частыми повреждениями проводов, это вызвано естественными и искусственными причинами. Отключение электроэнергии является опасным фактором, поэтому оперативное обнаружение места повреждения ВЛЭП и его устранение повышает надежность линий. В Туркменистане ликвидация аварийных режимов затруднена из-за большой протяженности ВЛЭП и бездорожья, особенно в зимнее время. Таким образом, разработка методов и средств обнаружения повреждений ВЛЭП является крайне актуальной задачей.

1. Общие сведения о методах определения мест аварий. В настоящее время для определения мест повреждения воздушных и кабельных линий электропередачи разработано большое количество приборов. Эти приборы основаны на различных физических принципах действия. При выборе необходим анализ возможностей этих приборов. Поэтому необходим анализ методов и средств определения вида и мест аварии по некоторым классификационным признакам.

В зависимости от организации контроля аварийных режимов эти методы подразделяются на дистанционные и топографические. В дистанционных методах используются физические принципы, которые основаны на изменении параметров физических величин на одном конце линии, вызванном аварийными режимами на участке линии. Дистанционные методы также классифицируются по используемым моделям электрических цепей: цепи с распределенными параметрами и цепи с сосредоточенными параметрами.

На практике эти методы соответственно называются высокочастотными и низкочастотными. При топографических методах место повреждения определяется визуально или с помощью электромагнитных устройств непосредственно при перемещении ремонтной бригады по трассе вдоль линии.

2. Дистанционные методы диагностики. При анализе дистанционных методов и их потенциальных возможностей необходима информация о физических принципах действия, на которых основаны данные методы. Нормальные и переходные режимы линий электропередач характеризуются особенностями, которые обусловлены волновым характером распределения электромагнитной энергии и соотношением удельных параметров линии.

Одним из средств, упрощающих представление о процессах, протекающих в энергетической системе, являются схемы замещения линии электропередачи. В зависимости от требуемой точности эти модели представляются в виде различных электрических схем, которые значительно упрощают задачу и вносят погрешность в модель средства контроля. Упрощение схемы может привести к неверным выводам об аварийных режимах. Поэтому для проведения анализа необходимы основные сведения о линиях с распределёнными параметрами.

В практике инженерных расчетов каждая фаза линии электропередач представляется в виде четырехполюсника, который в свою очередь заменяется простой схемой электрической цепи с сосредоточенными параметрами. Следует отметить, что представление линии упрощенными схемами замещения позволяет учитывать искажение формы входного воздействия, но при этом не учитывается задержка сигнала во времени.

2.2 Высокочастотные дистанционные методы

Метод стоячих волн основан на измерении полного входного сопротивления поврежденной линии в широком диапазоне частот. Известно, что расстояние между резонансными частотами (максимумами и минимумами входного сопротивления) зависит от расстояния до места короткого замыкания или обрыва.

Локационный метод основан на измерении времени между моментом посылки в линию зондирующего электрического импульса и моментом прихода к началу линии импульса, отраженного от места повреждения. За это время импульс проходит путь, равный двойному расстоянию до места повреждения. Распространение сигнала по линии – это процесс, зависящий от числа, взаимного расположения, материала и размера проводов и тросов, их удаленности от поверхности земли, от ее электропроводности. Скорость перемещения волны в линии без потерь, расположении над идеально проводящей поверхностью равна скорости света. В реальной воздушной линии волна перемещается по петле фаза-земля со скоростью 275 м/мкс и по петле фаза-фаза со скоростью 296 м/мкс. В кабельной линии скорость распространения волны — 160 м/мкс и примерно одинакова для любой петли.

Волновые методы определяют моменты прихода на подстанцию возникающих в месте повреждения линии электромагнитных волн (волн разряда замкнувшейся на землю фазы). Этот метод отличается от локационного тем, что источником информационного сигнала является аварийный участок линии. Форма сигнала, возникающая в месте короткого замыкания или обрыва, может иметь сложную форму, что отрицательно влияет на точность определения времени прихода сигнала.

2.3. Низкочастотные дистанционные методы

Петлевой метод основан на измерении сопротивления постоянному току жил кабеля, отключенного из-за пробоя фазы на землю. Переходное сопротивление в месте повреждения предварительно уменьшается с помощью операции прожигания изоляции от специального источника тока. Для измерения используется мостовая схема, плечами которой являются сопротивления жил, в одну диагональ моста включен измерительный прибор, а в другую переходное сопротивление и источник питания. По измеренным сопротивлениям определяется расстояние от места контроля до места пробоя.

Фиксирующие омметры. Фиксирующие омметры обеспечивают измерение, и длительное хранение значений сопротивления петли короткого замыкания при всех междуфазных повреждениях в сети. Для исключения влияния на результат измерения расстояния переходного сопротивления в месте короткого замыкания, которое обычно имеет чисто активный характер, фиксирующие омметры измеряют не полное сопротивление петли короткого замыкания, а только его индуктивную составляющую. Основными недостатками измерительных приборов фиксации сопротивления являются: погрешности определения мест повреждений от токов и нагрузок, подключенных в конце, а также на ответвлениях поврежденной ВЛ; значительное увеличение количества подводимых к фиксатору входных величин: два или три фазных тока и три фазных напряжения; сложность фиксаторов сопротивления по сравнению с фиксаторами токов и напряжений обратной последовательности.

Емкостной метод основан на измерении емкости жилы кабеля от места контроля до места обрыва. По измеренной емкости косвенно определяется расстояние от места контроля до места пробоя.

Метод определения мест повреждения по параметрам аварийного режима. Этот метод основан на измерении токов и напряжений обратной последовательности. Фиксация токов и напряжений обратной последовательности осуществляется с помощью специальных приборов, измеряющих и запоминающих значения токов и напряжений обратной последовательности в режиме замыкания двух фаз.

3. Топографические методы диагностики. На основе принципа определения мест повреждения топографические методы разделяют на индукционный метод, акустические методы, потенциальные и электромеханические методы.

Все известные топографические методы относятся к низкочастотным. Наиболее распространенным и важным из них является индукционный, используемый на ВЛ, а также при определении состояния внутренних проводок.

3.1 Индукционный метод обнаружения аварий

Примером современных отечественных разработок в области мониторинга воздушных линий являются индикаторы короткого замыкания. Индикатор короткого замыкания предназначен для определения местоположения короткого замыкания и мониторинга воздушных линий распределительных сетей напряжением 6-35 кВ. Прибор устанавливается на опорах ЛЭП. В зависимости от модификации индикатор короткого замыкания позволяет осуществлять визуальный или дистанционный контроль наличия аварийной ситуации. Индикатор короткого замыкания регистрирует межфазные замыкания и однофазные замыкания на землю. Параметры, измеренные индикатором, передаются по беспроводному каналу связи нелицензируемой частоты или GPRS-каналу. Пользователь имеет возможность изменять настройки обнаружения аварийной ситуации. Аварии регистрируются в журнале и сохраняются в памяти прибора. Питание индикатора обеспечивается от внутренней батареи или от контролируемой линии. При помощи датчика монтируемого на проводах линии, производится регистрация и анализ комплексной информации о техническом состоянии ЛЭП: температура проводов ЛЭП, величина тока в линии, механические колебания проводов, параметры окружающего воздуха — температура и влажность, наличие обледенения проводов, локация мест возникновения дефектов в линии. Питание всех электронных компонентов датчика производится от тока нагрузки, протекающего в проводах ЛЭП. Для передачи зарегистрированной информации «на землю» используется стандартный радиоканал или GSM связь.

Выводы: 1. Из проведенного анализа методов и средств определения мест повреждения линий электропередачи следует, что все существующие в настоящее

время методы подразделяются на две группы: топографические и локационные, которые обладают преимуществами и недостатками, первые более точные и в тоже время сложные, а вторые более простые, но менее точные. Локационные приборы отличаются экономичностью и простотой монтажа и эксплуатации.

2. Из анализа физического принципа действия локационных методов следует, что параметры длинной линии определяют фазовую скорость перемещения сигнала и соответственно неточность задания параметров линии и скорости определяет погрешность определения места аварии.

3. В результате проведенного анализа не выявлено источников по исследованию точности рефлектометров и методам ее повышения. Необходимо отметить, что рефлектометры применяются в энергетике сравнительно давно. Поэтому для анализа потенциальных возможностей рефлектометров необходимо провести исследование источников их погрешностей и возможностей их коррекции. Решение этих задач позволит повысить точность рефлектометров и соответственно расширить область их применения.

Список использованных источников:

1. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения места короткого замыкания на линиях / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. – Иваново : ИГЭУ, 1998. – 74 с.
2. Арутюнов, П. А. Теория и применение алгоритмических измерений / П. А. Арутюнов. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
3. Арцишевский, Я. Л. Определение мест повреждения линий электропередачи в сетях с изолированной нейтралью / Я. Л. Арцишевский. – М.: Высш. шк., 1989.

Батманов Дж.Х., Агаджанов А.М., Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю.

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНО-БИОГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели.

В целях повышения продуктивности животноводческой и птицеводческой продукции в Туркменистане и дальнейшего улучшения обеспечения населения высококачественными мясными и молочными продуктами, с целью укрепления продовольственной безопасности, действует решение Президента Туркменистана «О создании животноводческих и птицеводческих комплексов в областях» [1]. На основе этого решения в настоящее время в областях нашей страны запускаются животноводческие и птицеводческие комплексы. В статье рассматривается возможность получения биогаза на животноводческих фермах с целью уместного применения отходов животноводческих ферм.

В настоящее время в Туркменистане уделяется особое внимание использованию альтернативных источников энергии, разрабатываются научные основы их использования. Кроме того, на основе акцента на предпринимательство в Туркменистане действует большое количество животноводческих ферм. Как показали опыты, проведенные при использовании скотного навоза, можно из одной тонны навоза производить биогаз в среднем до $V = 8 \div 15 \text{ м}^3$ в сутки.

Теплопроизводительность биогаза достигает $Q_m = 5500 - 6000 \text{ ккал/м}^3$ (теплопроизводительность природного газа $6000 - 7000 \text{ ккал/м}^3$). Это позволит

отапливать дом средней площадью $S=40-50 \text{ м}^2$ и снабжать четырехконфорочную газовую плиту $V=3,0-3,5 \text{ м}^3$ биогазом в час (в данной статье учтены потребности животноводческих ферм, расположенных вдали от культурных пастбищ). Статистические данные использовались для расчета параметров биогазового оборудования. В рассматриваемом случае с фермой предполагалось, что на одну ферму приходится до $n = 500 \div 1000$ голов крупного рогатого скота (коров). В нашей статье приведены вычисления средних коровьих ферм и принято, что каждая корова производит $m = 5 \text{ кг}$ навоза в день. Это означает, что ферма производит (накапливает) до $m = 2,5-5 \text{ т}$ навоза в сутки. Структура используемого в хозяйстве солнечно-биогазового оборудования представлена на рисунке 1. Параметры смешивающего устройства в аппарате: диаметр смесителя $d_c = 2,4 \text{ м}$, скорость вращения смесителя $\omega = 0,4 \text{ 1/с}$, количество лопастей на валу смесителя $z_c = 5 \text{ штук}$, смеситель однооконный с наружным диаметром $d = 0,2 \text{ м}$. Принимаем коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta = 8$.

Принцип работы солнечно-биогазовой установки описывается следующим образом: Органические смеси накапливаются в ресивере 1, где для производства биомассы, заливается вода для обеспечения необходимой влажности 95-98%. Затем жидкая биомасса с помощью насоса 2 перекачивается в смесительное устройство 4. В смесительном устройстве биомасса непрерывно перемешивается с помощью механического смесителя. Время и направление его вращения передаются через генератор сигналов управления реверсивным двигателем. Жидкость, полученная из обработки биомассы, разделяется в сепараторе 6 и накапливается в подземном фильтре 7, затем в коллекторе биогаза 8 накапливается полученный биогаз. Для обеспечения необходимой температуры предусмотрены два источника тепловой энергии: биогазовый нагреватель 9 и солнечный коллектор 10;

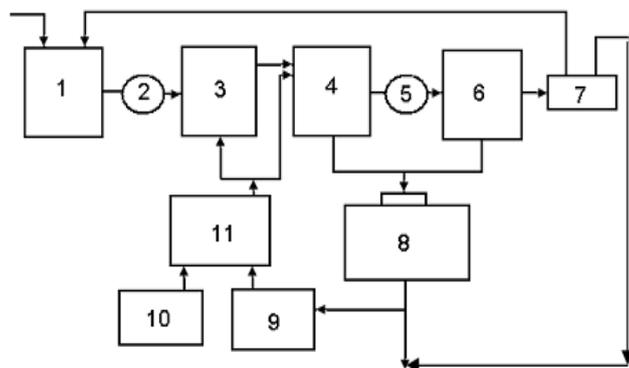


Рисунок 1 – Схема автономной биогазовой установки для средней коровьей фермы:
 1 - приемник жидкого навоза, 2 - насос, 3 - теплообменник, 4 - смесительное устройство; 5 - навозохранилище, 6 - сепаратор, 7 - подземный фильтр;
 8 - биогазовый коллектор, 9 - биогазовый котел, 10 - солнечный коллектор, 11 - тепловой аккумулятор.

Емкость смесительного устройства для разработанного оборудования выбран $V = 20 \text{ м}^3$. В этой емкости, объём занимаемый биомассой, составляет 70 % от общего объема биореактора, т.е. 14 м^3 . Этот объем биомассы производит в среднем $V_6 = 21 \text{ м}^3$ биогаза (из биореактора объемом 1 м^3 выделяется в среднем $1,5 \text{ м}^3$ биогаза). Выбрано, что диаметр биореактора должен быть равен $D = 2,6 \text{ м}$, а высота перемешиваемой массы должна быть $H = 2,65 \text{ м}$. Плотность смешиваемой среды $\rho = 1280 \text{ кг/м}^3$, а коэффициент кинематической вязкости $\nu = 0,0000039 \text{ м}^2/\text{с}$. Общий вид биогазовой установки показан на рисунке 2 [3].

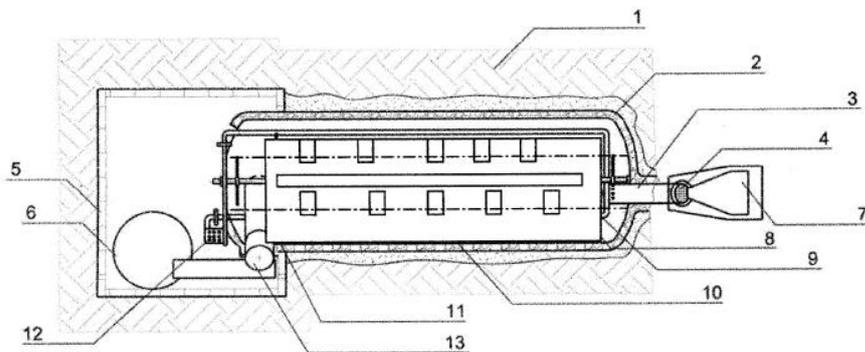


Рисунок 2 – Общий вид биогазового оборудования:

1 - грунт, 2 - теплоизоляция реактора, 3 - загрузочная труба, 4 - тоннель загрузочного пространства, 5 - стена хозблока, 6 - наполняемый объем, 7 - загрузочный комплект, 8 - вал смешивающего устройства, 9 - контур отопления, 10 - лопатка смешивающего устройства, 11,13 - разделительная труба груза, 12 - источник тепла.

На рис. 3 представлена схема биогазовой установки, использующей солнечный водонагреватель в качестве источника тепловой энергии [4].

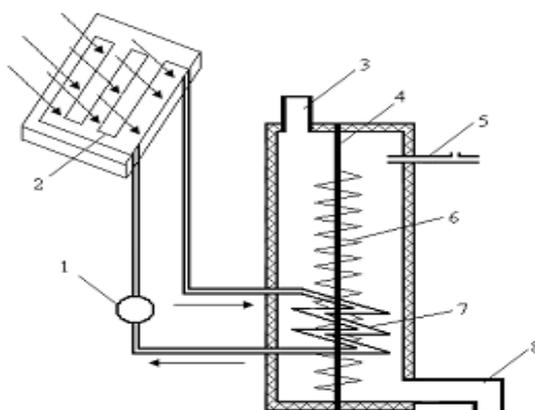


Рисунок 3 – Биогазовое оборудование с тепловым источником (солнечный коллектор):

1 - насос, 2 - солнечный коллектор, 3 - раствор для загрузки биомассы, 4 - механический смеситель, 5 - труба для извлечения биогаза, 6 – механические смесительные лопасти, 7 - змеевидная труба солнечного коллектора, 8 - путь для загрузки обработанной биомассы.

Среднее значение интенсивности солнечной радиации в Туркменистане составляет $E = 7000-8000 \text{ Вт/м}^2$ [2]. Это означает, что достаточно использовать солнечный коллектор с поверхностной площадью $S = 4,72 \text{ м}^2$ [3], чтобы обеспечить норму тепла в устройстве. Стоимость электроэнергии, необходимой для смешивания биомассы, оцениваются потребляемой мощностью смешивания и временем работы смесительного узла. Результаты расчетов параметров биогазового оборудования в указанных выше габаритах приведены в табл. 1.

Расчет теплообменников, встраиваемых в устройство солнечного теплоснабжения, проводится на основе известной нам связи и исходя из понятия, определяющего КПД теплообменника [5,6].

Тепловая энергия, необходимая для нагревания биомассы (навоза), определяется с помощью следующего выражения:

$$Q = 100 t \frac{Gu}{i \rho} Gd(T_r - T_d)$$

Здесь C_n – масса загруженного навоза, $t/сут.$

t – продолжительность нагрева, $день$

i – органические вещества в загруженном навозе, %

C_n – удельная теплоемкость жидкого навоза ($4,18 \cdot 10^3 \text{ кДж/м}^3 \text{ } ^\circ\text{С}$)

Таблица 1. Результат расчетов параметров биогазового оборудования в заданных габаритах

Параметры биореактора	Расчетные формулы	Результаты
Отношение диаметра аппарата к диаметру смесителя	$G_0 = \frac{D}{d_c}$	1,16
Критерия вращения Рейнольдса	$Re_\alpha = \frac{nd_c^2}{\nu}$ n- частота вращения смесителя d _c - диаметр смесителя V _c - объем смесительного устройства	573440 > 1000
Параметр уровня заполнения аппарата	$y = 8 \frac{H_c}{D_c} + 1$ H _c - высота смесительного устройства D _c - диаметр смесительного устройства	9,1
Потребляемая мощность прямого смешивания двигателя	$N = K_N \rho n^3 d_M^5$ $K_N = 3,87 \cdot Z_M \zeta K_1 = 0,39$ K _N - критерия мощности смешивания ζ- гидравлический коэффициент смешивания Z _c - количество смесителей на валу	1605 Вт

Соответственная температура загружаемого навоза и требуемая норма температуры нагрева: Для мезофила норма температура нагрева принимается равной $t = 35^\circ\text{C}$. Начальная температура загруженного в смесительное устройство принималась равной $t = 20^\circ\text{C}$ для летнего сезона и $t = 10^\circ\text{C}$ для зимнего сезона. В качестве примера расчетное сопротивление тепловой энергии, необходимой для обогрева биомассы в летний сезон, приведено в таблице 2.

Таблица 2. Расчетное сопротивление тепловой энергии

Содержание биомассы, %	Мезофильный режим, кДж.	Термофильный режим, кДж.
2	3,14106	7,32106
5	1,25	2,93
10	6,27105	1,46105

Полученные результаты позволяют рассчитать параметры биогазового оборудования с учетом местных ресурсов биомассы. Используя эту энергию, можно сэкономить горючее топливо и электроэнергию. Можно получить высококачественное удобрение и в то же время устранить потребность в энергии. Особенно подходит для ферм и пастбищны мест находящихся за пределами культурной зоны.

Список использованных источников:

1. Сборник актов Президента Туркменистана и постановлений Правительства Туркменистана.
2. Джумаев А. Научно-технический и методический анализ ресурсов и развития солнечной энергетики в Туркменистане. Ашхабад 2016.

3. Карамян Г., Казарян Э. Система анаэробного брожения органических отходов. Патент РА, N1578 А2,11.04.2005.
4. Heinz Ladener. Solaranlagen. Planung, Bau&Selbsbau von Solarsystem. Okobux, 2003.
5. So bauen ich eine Solaranlage. Handbux fur technik, Planung und momtage. Wagner&Co, 2003.-250p.
6. Карамян Г., Казарян Э., Судзиловский О.Ю., Надер А.В. Энергетические и экономические аспекты использования комбинированных солнечных установок горячего водо- и теплоснабжения // Информационные технологии и управление.- 2003.-Т.1-2.-С 80-87.

Молош В.В., Томашев И.Г., Колесниченко М.В.

РАСЧЁТ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ НАКЛОННОГО СЕЧЕНИЯ В ПЛОСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ ПО ДЕФОРМАЦИОННОМУ МЕТОДУ

Брестский государственный технический университет, кафедра прикладной механики.

Введение. Широкое применение монолитного железобетона в строительстве зданий и сооружений различного назначения, имеющее место в последние несколько десятилетий, вынуждает совершенствовать существующие методы расчётов различных конструкций из данного материала. В жилых и общественных зданиях из монолитного железобетона к таким конструкциям относятся элементы каркаса: плоские плиты фундаментов, перекрытий и покрытий, колонных, лестничные марши и диафрагмы жёсткости в виде вертикальных плоских панелей. Одним из наименее изученных элементов монолитного железобетонного каркаса является узел сопряжения плоской плиты и колонны.

Несмотря на многочисленные экспериментальные и теоретические исследования, выполненные к настоящему времени, в проблеме сопротивления срезу при продавливании до конца не ясен механизм распределения внутренних усилий и деформаций, а также не разработана точная и надёжная расчетная модель, позволяющая предсказывать величину указанного сопротивления. Расчёты таких узлов в настоящее время ведутся как правило с применением моделей, полученных путём статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

1. Теоретические предпосылки. Предлагается рассматривать схему отсечённого фрагмента конструктивного элемента, в которой внешний изгибающий момент, вызванный действием перерезывающей силы V воспринимается моментом внутренней пары сил в растянутой арматуре $f_s A_s$ и сжатом бетоне $f_c A_c$, а сама перерезывающая сила V воспринимается касательной силой в наклонной трещине $\tau_c A_n$, вызванной зацеплением контактирующих поверхностей бетона в трещине, и поперечной силой в сжатой зоне бетона $v_c A_c$ (рисунок 1). Ранее экспериментально [1] было установлено, что элементы с коэффициентом продольного армирования $\rho_l \leq 0.002$ разрушались от изгиба с разрывом продольной арматуры в наиболее нагруженном нормальном к продольной плоскости сечении. По этой причине следует одновременно выполнять проверку нормального и наклонного к плоскости плиты сечений. Расчёт плиты предложено вести как плоский балочный элемент.

границы плиты до центра тяжести растянутой арматуры; f_s – текущие напряжения в продольной арматуре; A_s – площадь продольной арматуры; v_c – касательные напряжения в бетоне, действующие на поверхности поперечного сечения, расположенного в сжатой зоне элемента; V_{Ed} – внешняя обобщенная поперечная сила, расположенная в сечении, в котором внутренний изгибающий момент равен нулю; r_s – пролёт среза – расстояние от точки приложения поперечной силы V_{Ed} до границы колонны (плечо внешней пары сил).

Из решения системы уравнений (2) получим

$$v_c = \frac{f_c}{2r_s}(2r_s \tan \theta + x) - \frac{f_s A_s}{b r_s x}(r_s \tan \theta - d + x). \quad (3)$$

Средняя величина относительных деформаций при сдвиге в сжатой зоне бетона может быть получена по формуле

$$\gamma = \frac{v_c}{G}, \quad (4)$$

где $G = kE_c$ – текущий модуль сдвига бетона; $k = 0,296 + 0,28d - 0,0003f_{cm} - 18,021\rho_l$ – поправочный эмпирический коэффициент; E_c – текущий модуль упругости бетона.

Зависимость между осевыми и главными относительными деформациями в сжатой зоне бетона могут быть применены в виде

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \varepsilon_1 \sin^2 \theta + \varepsilon_2 \cos^2 \theta; \\ \frac{\gamma}{2} &= (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \sin \theta \cos \theta. \end{aligned} \quad (5)$$

Из системы уравнений (5) могут быть определены главные относительные деформации ε_1 и ε_2 .

Расчет следует вести до тех пор, пока не будут достигнуты предельные значения относительных деформаций ε_1 , ε_2 в бетоне или ε_s в арматуре.

2. Экспериментальные данные. С целью изучения фактического поведения под нагрузкой узла сопряжения плоской железобетонной плиты и колонны, ранее были выполнены экспериментальные исследования на натуральных образцах [1], представляющих собой плоскую железобетонную плиту размерами в плане 1400×1400 мм соединённую монолитно с фрагментом колонны сечением 200×200 мм. Фрагмент колонны был запроектирован в центре плиты и выступал за горизонтальные грани плиты на 100 мм. В экспериментальных образцах варьировали значения трёх параметров на трёх уровнях каждый. Высота плиты составляла 0,12 м, 0,16 м, 0,2 м; ожидаемая прочность бетона – 35 МПа на портландцементе М500 Д0, 25 МПа на напрягающем цементе и 35 МПа на напрягающем цементе; коэффициент продольного армирования – 0,001, 0,005, 0,01.

Методика проведения экспериментального исследования, а также его результаты приведены в работе [1].

3. Верификация расчетной модели. Качество модели определяли оценочными статистическими параметрами: оценочным средним, максимальным и минимальным значениями, коэффициентом вариаций, а также коэффициентом корреляции r_{ik} фактических экспериментальных и расчетных значений сопротивления срезу при продавливании (таблица 1). Статистические параметры ошибки моделирования были определены согласно процедуре, описанной в приложении Д к ТКП EN 1990 [3] для отношений экспериментальных и расчетных значений перерезывающих сил V_{exp} / V_{calc} :

Таблица 1. Сравнительные статистические параметры отношений экспериментальных и расчетных значений перерезывающих сил V_{exp} / V_{calc}

Результаты	<i>Min</i>	Среднее	<i>Max</i>	C_v , %	<i>b</i>	V_δ , %	r_{ik}
1	2	3	4	5	6	7	8
Расчётные	0,593	1,053	1,679	22,7	0,868	21,4	0,917

Min, среднее, *max* – соответственно минимальное, среднее и максимальное значения отношений V_{exp} / V_{calc} ; C_v – коэффициент вариации отношений V_{exp} / V_{calc} ; *b* – поправочный коэффициент для среднего значения отношений V_{exp} / V_{calc} ; V_δ – коэффициент вариации для вектора ошибок δ отношений V_{exp} / V_{calc} ; r_{ik} – коэффициент корреляции экспериментальных V_{exp} и расчетных V_{calc} перерезывающих сил.

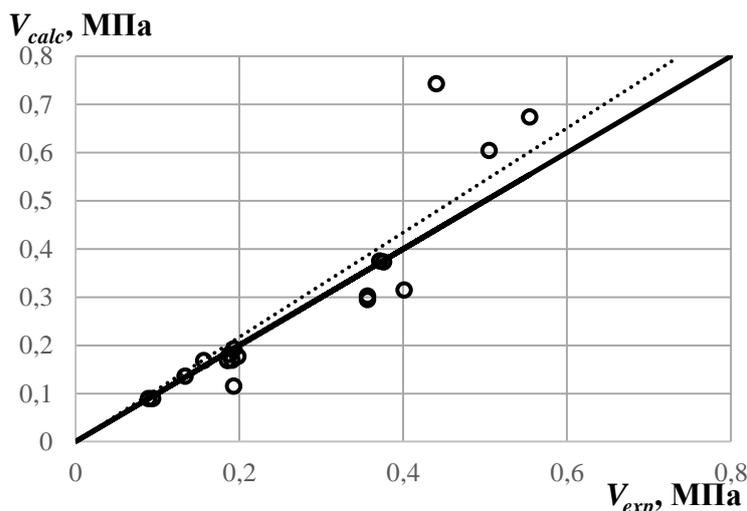


Рисунок 2 – Распределение отношений расчётных и экспериментальных значений перерезывающих сил V_{calc} / V_{exp}

Заключение. Из сравнения результатов исследования, приведенных в таблицах 1 и на рисунке 2 можно отметить, что в целом расчётные значения достаточно неплохо совпадают с опытными кроме плит, имеющих большую высоту, составляющую 0,2 м, и при этом процент продольного армирования от 0,5% и выше. Для таких образцов превышение расчётных значений перерезывающих сил над опытными составило 19%-68%. Это существенно повлияло на статистические результаты, то есть повысило коэффициент вариации C_v , коэффициент вариации для вектора ошибок V_δ и понизило коэффициент корреляции r_{ik} . В остальном диапазоне вариации входных параметров расчётная модель достаточно адекватно оценивает величину перерезывающих сил.

Список использованных источников:

1. Молош, В. В. Соппротивление срезу при продавливании самонапряженных плоских железобетонных элементов без поперечного армирования : дис. ... канд. тех. наук : 01.07.14 / В. В. Молош. – Брест, 2014. – 225 л.
2. Железобетонные конструкции. Основы теории, расчёта и конструирования : учеб. пособие / Н.П. Блещик, Д.Д. Жуков, Д.Н. Лазовский ; под ред. проф. Т.М. Пецольда и проф. В.В. Тура. – Брест, БГТУ, 2003 – 380 с., с ил.
3. Основы проектирования строительных конструкций = Основы проектирования будаунических канструкций : ТКП EN 1990-2011. – Введ. 15.11.2012. – Минск : СЕН/ТС 250 «Конструкционные Еврокоды» : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 70 с.

Абдыкадырова О.Н., Атаев М.Ч., Оразов А.М., Ходжаева Ш.Б.

РЕГУЛИРОВКА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С НЕМЕТРИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели.

Одной из основных проблем в электроснабжении является поддержание минимального фазного напряжения на выходе распределительных трансформаторов при минимальных потерях энергии в соответствии с государственными стандартами в различных режимах его работы.

В Туркменистане и СНГ применяются трехфазные трансформаторы с массовыми обмотками на сети напряжением 0,4 кВ по схеме «звезда-ноль». Однако, несмотря на сравнительно невысокую стоимость изготовления этих трансформаторов, они экономически выгодны только при наличии фазовой симметрии питаемых от них нагрузок. Фактически величины и свойства фазных нагрузок в сетях напряжением 0,4 кВ приводят к образованию тока на нулевом проводе и потерям дополнительной энергии в трансформаторах.

Эксперименты на модели силовых трансформаторов номинальная мощность ТГМ-25/10-ВИ, 10/0,4 кВ, Y/Y_H-0 показывают, что это действительно так. С использованием величин, полученных в результате расчетов, была разработана электрическая модель экспериментального эксперимента в программе Multisim персонального компьютера. Электрическая схема модели представлена на рисунке 1.

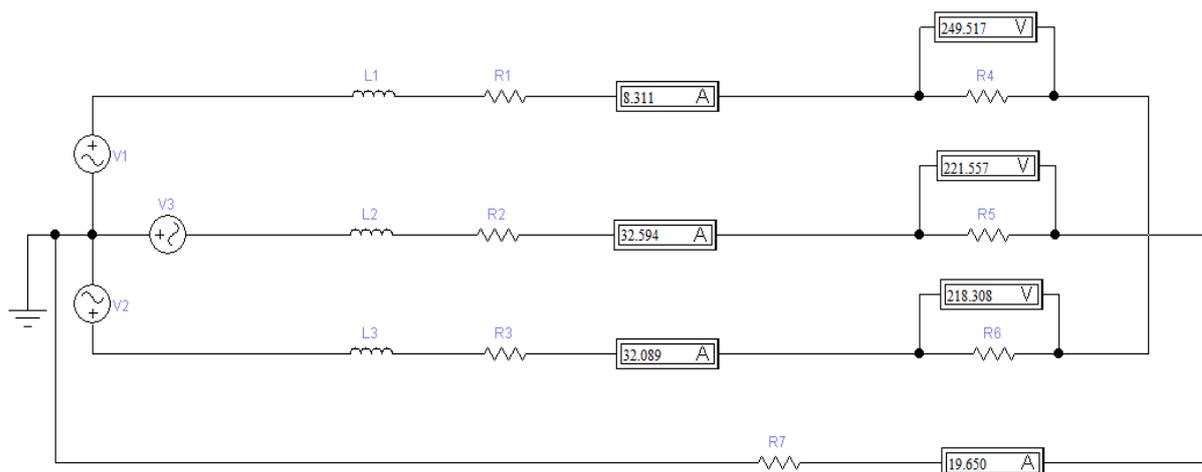


Рисунок 1 – Модель электрической цепи для экспериментального исследования влияния нулевого тока на фазное напряжение сети

В модели величины фазных напряжений, а также величины фазных токов измерялись путем ручного изменения величины нагрузки фазы А для искусственного создания состояния симметрии фазных напряжений сети. Полученные нами величины приведены в таблице 1 (нагрузка фазы А: 10 Ом; 15 Ом; 20 Ом; 24 Ом; 30 Ом), а график соединения соответствующих фазных напряжений показан на рисунке 2.

$$U_f = f \left(\frac{I_f}{I_{2n}} \cdot 100\% \right)$$

U_a напряжение увеличивается, а U_c напряжение уменьшается в результате симметрии, возникающей в фазных U_a напряжениях сети. Одной из основных проблем в электроснабжении является поддержание минимального фазного напряжения на выходе распределительных трансформаторов при минимальных

потерях энергии в соответствии с государственными стандартами в различных режимах его работы. Величины этих дополнительных потерь и сохранения симметрии фазных напряжений обмоток трансформатора в допустимых пределах. Теоретически определена и проанализирована в модели возможность компенсации реактивной мощности. Электрическая схема модели представлена на рисунке 3.

Таблица 1. Нагрузка фазы А: 10 Ом; 15 Ом; 20 Ом; 24 Ом; 30 Ом

В, С фаза токи А;	А фаза токи А;	0 фаза токи А;	U_{a0}; В	U_{b0}; В	U_{c0}; В
33	23	7.7	237,2	226,2	224,4
32,9	16	13	243,2	224	221,3
32,7	12	16	246,3	222,7	219,7
32,6	10	18	247,9	222,2	219
32.1	8	19	249,5	221,5	218,3

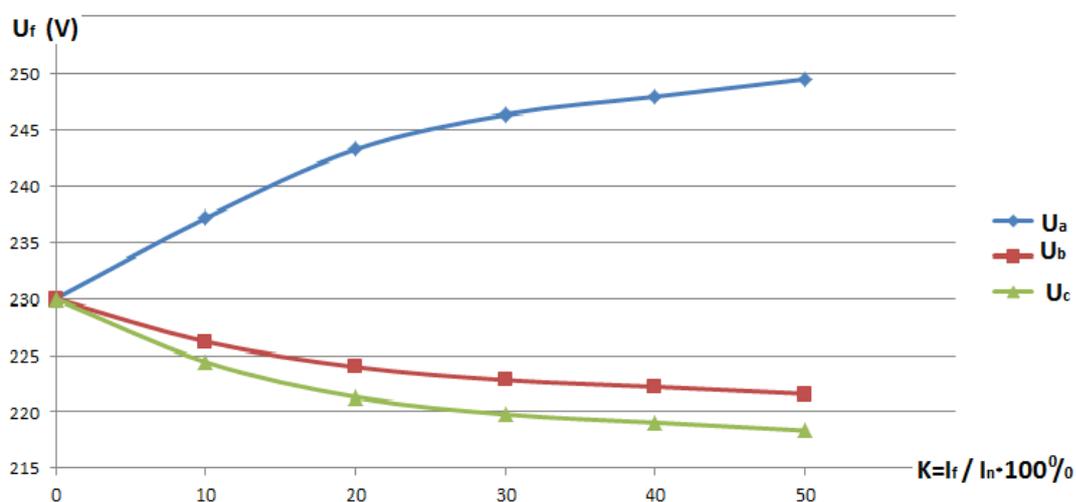


Рисунок 2 – Нагрузки фазы А: 10 Ом; 15 Ом; 20 Ом; 24 Ом; 30 Ом.

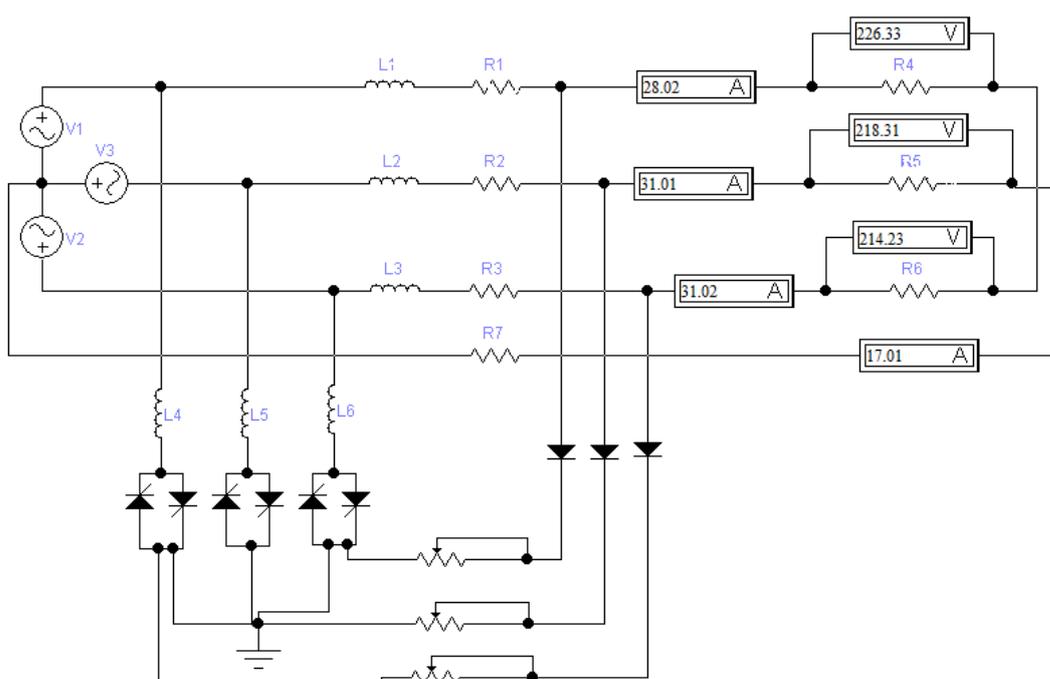


Рисунок 3 – Модель экспериментальной электрической цепи, моделирующей фазные напряжения путем компенсации реактивной мощности.

Результаты наших измерений в модели приведены в таблице 2, а соответствующий график показан на рисунке 4.

Для компенсации действия тока той последовательности и по сей день обмотки трансформаторов выполняют соединение Δ/Y_0 . Однако при соединении высоковольтных обмоток этих трансформаторов в «треугольник» фазное напряжение падает на его фазные обмотки, и замкнутая цепь, образующая треугольник из первых обмоток при несимметричной нагрузке, также оказывается замкнутой. по напряжению тока нулевого напряжения.

Таблица 2. Результаты измерений в модели

В, С фаза токи А;	А фаза токи А;	0 фаза токи А;	U_{a0}; В	U_{b0}; В	U_{c0}; В
31	8	17	230	230	230
32	10	15	235	225	221,3
32,3	12	14	238	222.3	219
32,5	16	10	239	222.2	218
32,8	24	4.9	241	223	218,8

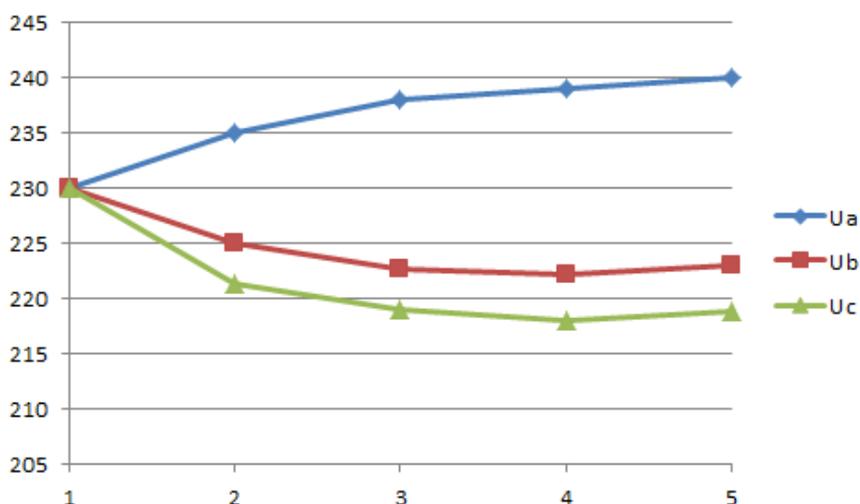


Рисунок 4 – Нагрузки фазы А: 10 Ом; 15 Ом; 20 Ом; 24 Ом; 30 Ом

Таким образом, сегодня в силовых трансформаторах Y/Y_0 -трансформатора используются трансформаторы с током нулевого порядка, компенсирующие влияние магнитного потока переменного тока на величину, создаваемую дополнительными обмотками, с помощью направленных магнитных токов.

В случае трансформатора правила эксплуатации трансформатора показывают возможность регулирования несимметрии путем регулирования реактивной мощности по фазам, а использование управляемого шунтирующего реактора обеспечивает постепенное изменение уровня напряжения и величины реактивной мощности при его присоединенная точка.

Реактивная мощность линии регулируется изменением импульсов, подаваемых на управляющие электроды тиристоров, включенных параллельно. Эти устройства помогут повысить стабильность напряжения в электрических сетях, улучшить качество электроэнергии, устойчивость электрической сети, снизить потери при передаче и распределении электроэнергии, улучшить работу синхронных генераторов.

Атаев Р.Ч., Якубов Я.Д., Дурдыев А.Ю., Атамырадов Г.

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

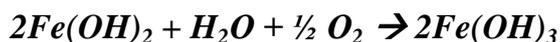
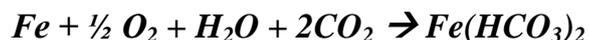
*Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели,
студент.*

В проводимых Президентом Туркменистана реформах особое внимание уделяется электроэнергетике нашей страны. Электроэнергетическая отрасль связана не только решением производственных и экономических задач, но и развивается для решения важных социально значимых задач. В рамках концепции развития электроэнергетической отрасли Туркменистана построены и введены в эксплуатацию современные газотурбинные установки, и источником энергии для обеспечения вращательного движения роторов турбин на этих электростанциях служит смесь воздуха и природного газа [1].

Использование газотурбинных установок показало, что количество хлоридов натрия и калия, образующихся в отложениях на лопастях компрессора, смешивающих природный газ и воздух, достигает нескольких процентов. Указанные хлориды в сочетании с водой образуют высокоэффективный (агрессивный) электролит, что приводит к образованию коррозии (коррозия — латинское слово, обозначающее самопроизвольное разрушение твердых тел при химическом или электрохимическом взаимодействии с окружающей средой) в виде пятна материала лопасти [2]. Вода может поступать непосредственно в компрессор в результате дождевых капель или конденсации расширения влажного воздуха в конфузоре. При повышении температуры в компрессоре вода быстро испаряется, и поэтому коррозия образуется только в первых и вторых рядах лопастей в рабочем агрегате.

Такая коррозия приводит к тому, что весь лопастной аппарат компрессора подвергается воздействию. Конечным результатом такого вида коррозии является не только отличительное снижение сопротивления усталости, но и образование трещин в лопастях. Это также приводит к большим затратам на обслуживание оборудования. Лопастные аппараты первых ступеней газовых турбин более подвержены коррозии. Его температурную коррозию (ее возникновение в зависимости от участвующих в механизме действия веществ) можно разделить на два вида [2]:

Первый вид – высокотемпературная коррозия. В основном это связано с коррозией, образующейся в диапазоне температур 800-900°C. При этом соль и сера могут поступать из топлива, воздуха с определенной циркуляцией или из других источников, то есть из ингибиторов ванадия или источников воды, подаваемых в газотурбинную установку (ГТУ), т.е. на металле происходят следующие процессы:



Во втором виде, реакция образования сульфата натрия протекает следующим образом:



Этот вид коррозии характеризуется гладкой, привычно поврежденной, загрязненной поверхностью. Может быть интенсифицирован с участием ванадия. При

сгорания топлива в камере сгорания образуется V_2O_5 и получают его щелочные соединения с низкой температурой плавления (около 600°C) [3].

Эти вещества активны в растворимом виде и растворяют оксиды металлов, задерживают в себе кислород. С повышением температуры активность этой коррозии возрастает экспоненциально. Ванадиевая коррозия поверхностная.

Высокотемпературная коррозия также усиливается с участием хлоридов. Они поступают вместе с топливом в виде хлоридов щелочных металлов или с воздухом, поступающим в камеру сгорания газовых турбин, и могут быть описаны на основе связи на рисунке 1.

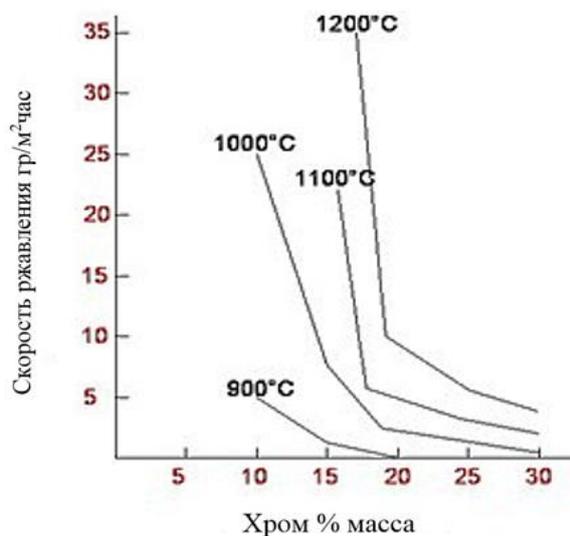


Рисунок 1 – Коррозионная стойкость хромистой стали

Низкотемпературная коррозия возникает при температурах ниже 600°C . В этом случае коррозионное воздействие становится точечной коррозией. Продукты коррозии обычно представляют собой смесь оксидов и сульфидов. Такой тип коррозии также может быть обусловлен сульфатами (в первую очередь сульфатом калия).

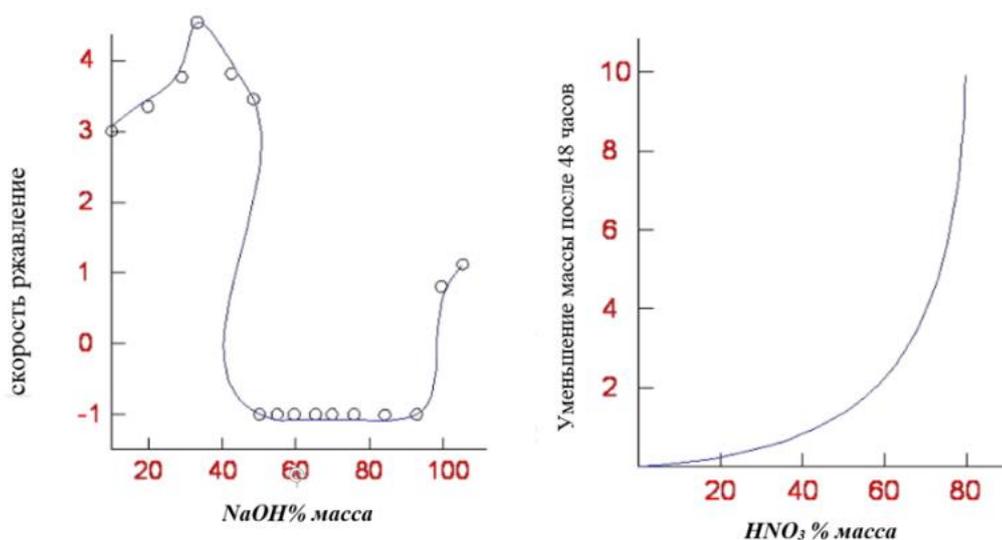


Рисунок 2 – Коррозия углеродистых сталей в HNO_3 и NaOH

Высокотемпературная коррозия газовой турбины происходит за очень короткое время, а это значит, что уже через несколько тысяч часов работы, большое количество лопастей выйдут из строя. Структура лопастей с воздушным охлаждением быстро разрушается, потому что у них меньшая толщина стенок, чем у сплошных лопастей.

Все коррозионные повреждения газовых турбин приводят к ухудшению аэродинамических характеристик лопастного аппарата, изгибу вершины лопастей, к значительному снижению электрического КПД и сопровождается снижением выработки электроэнергии (рис. 3). Неровность (шероховатость) поверхности рабочих и сопловых лопастей $3 \cdot 10^{-3}$ мм приводит к потере 2,7% КПД длины аэродинамического профиля, а потери при выработке электроэнергии близки к 4,05 МВт. Если принять годовую функциональность газовой турбины за 5000 часов, то расчеты показывают, что годовые потери при выработке электроэнергии составляют 20,31 ГВт, а перерасход топлива на ГТУ мощностью 150 МВт составляет $4,37 \cdot 10^6$ кг [4].

На основании проведенных анализов, нецелесообразно откладывать замену лопастей после установленного срока и своевременные меры по восстановлению лопастей с коррозией позволяют окупить их. Повышенная шероховатость поверхности также повышает технический коэффициент теплопередачи. Это означает, что для лопастей которые охлаждаются, достаточно повышается температура металла и, следовательно, это означает сокращение срока его службы. Эрозия компрессорных лопастей, вызванная частицами размером более 10 мкм (эрозия — от лат. «разъедание» это послойное разложение поверхности металлических изделий под действием газовых или жидких агрегатов, а также окружающей среды и т.д.), приводит к возникновению переднего притупления аэродинамического профиля, т.е. изменению угла воздействия воздушного комплекса, а также к ненужному утончению лобной части заднего элемента лопасти. Эрозия лопастей газовых турбин аналогична эрозии лопастей компрессора, и приводит к повреждению вплоть до исчезновения пути потока каналов охлаждающего воздуха профиля лопастей, то есть это приводит к потере охлаждающего воздуха и даже к проникновению горячего воздуха в потоки лопастей. В результате, это усложняет охлаждение поврежденных, неисправных лопастей, образуется перегретая зона, и происходит разрушение лопастей. После этих событий, это приводит к последующему повреждению лопастного аппарата газовой турбины.

Полная замена газотурбинной части ГТУ мощностью 150 МВт, повысит трудоемкость ремонтных работ, даже если не учитывать затраты, связанные с полным выполнением работ и монтажом [3].

Жидкое топливо или природный газ также могут подавать эрозионные частицы во время рабочего процесса. Это означает, что топливная система газотурбинной установки также может быть подвержена эрозии. Выход из строя топливных форсунок приводит к ухудшению процесса сгорания. Количество топлива, подаваемого в камеру сгорания, может быть увеличено локально. Это означает, что температурная зона горячего газа перед газовой турбиной может привести к изменению в сторону разрушения. На отдельных участках может происходить формирование локальных зон перегрева.

Воздушные фильтры на входе задерживают и удерживают до 99% других коррозионно-активных загрязнителей, присутствующих в воздухе. В последние годы за рубежом получили широкое распространение индивидуальные пакеты и двух- или трехступенчатые воздушные фильтры пульсирующего типа. Они автоматически очищаются в зависимости от разницы давлений, возникающей при закупоривании. Последнюю ступень фильтров обязательно надо заменять через три-четыре месяца. Загрязнение фильтров приводит к увеличению их сопротивления, и в каждом случае падение давления ниже 100 Па снижает массовый расход воздуха примерно на 0,1%. При поддержании температуры выходных газов ГТУ постоянной, т.е. около 0,22% выработки электроэнергии, что соответствует снижению электрической КПД на 0,07%.

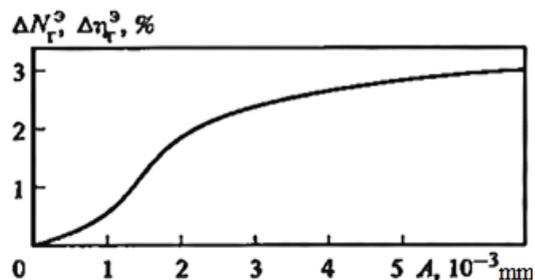


Рисунок 3 – Зависимость ухудшения характеристик ГТУ с увеличением шероховатости (неровности) газотурбинных лопастей

Где: $\Delta N_r^э$ – Снижение электрической мощности ГТУ, %;

$\Delta \eta_r^э$ – уменьшение КПД производства электроэнергии;

$A=K/L$ – относительная шероховатость поверхности газотурбинной лопасти (K – шероховатость поверхности лопасти, L – рассматриваемая длина профиля лопасти).

В результате, для исключения ухудшения параметров газотурбинных установок в определенной степени, считается целесообразным обеспечить регулярный контроль воздушных фильтров комплексной системы очистки воздуха и их очистку [4].

В засушливых регионах с континентальным климатом воздушные фильтры покрываются пылью. Внезапные дождливые дни приводят к таянию солей, в составе осевшей пыли в фильтрах, и приводит к попаданию этого высококонцентрированного солевого раствора в компрессор и газовую турбину. Поэтому возникает необходимость в регулярной очистке от пыли воздушных фильтров на входе. Однако даже самые лучшие воздушные фильтры не способны полностью устранить большое количество пыли попадающую в ГТУ.

По результатам проведенных анализов, на газотурбинной установке мощностью 150 МВт, потребляющей в среднем 500 кг/ч воздуха, наблюдались следующие условия:

- при средней концентрации пыли в воздухе 0,5 Мг/кг и при КПД воздушного фильтра 99% возможно, что за 5000 часов работы через установку может пройти около 45 кг пыли;

- если концентрация NaCl в пыли близка к 2%, то вместе с пылью в компрессор попадет 0,9 кг NaCl. Таким образом, хорошая фильтрация воздуха, поступающего в компрессор, еще не может в достаточной мере защитить компрессор от коррозии и требует принятия дополнительных мер защиты. Антикоррозионные покрытия используются в первых рядах лопастей в центробежных компрессорах.

Предоставленные данные, полностью доказывает необходимость постоянного и высокого уровня антикоррозионного контроля оборудования, широко внедряемых газотурбинных установок в Туркменистане.

Список использованных источников:

1. Сборник актов Президента Туркменистана и постановлений Правительства Туркменистана, А-2021.
2. Кормильцин Г.С., Воробьев А. М., Промтов М.А. Диагностика и техническое обслуживание технологического оборудования. Тамбов, 2013 г.
3. Л. В. Зысин. Парогазовые и газотурбинные установки. Санкт-Петербург, 2010 г.
4. Ю. С. Елисеев, В. В. Крымов, К.А. Малиновский, В. А. Попов. Технология эксплуатации диагностики и ремонта газотурбинных двигателей. Москва “Высшая школа” – 2002 год.

ворота. Функциональным элементом по запирацию на обратном ходе является *клиновья пара*. Детальный анализ её характеристик выходит за рамки данной статьи.

На рис. 2 представлена схема усилий для данного механизма в режиме передачи крутящего момента. В этом случае шарики заклинены наклонной поверхностью храповика. Имеет место самоторможение на прямом ходе. *Клиновой механизм* рассматривается как взаимодействие двух звеньев: скошенная поверхность храповика 1 и шарика 2. Чтобы свести точечную контактную задачу к линейной и привести её к клиновым механизмам, полагается, что имеется некоторая линия контакта. В качестве исходных данных принимается угол скоса на храповике, коэффициент трения f , радиус точки контакта $t.A - R$, где:

ψ – угол скоса храповика относительно направления тангенциальной силы;

F_t – тангенциальная сила от приводного вала, $-F_t = M \cdot R$;

N_1, N_2 – нормальные усилия в точке контакта;

$N_1 = \frac{F_t}{\sin \psi}$, $|N_2| = |N_1|F_1$ – входное усилие для механизма *клиновья пара*. Есть

векторная сумма сил F_t и N_1 ;

α – угол наклона входного усилия F_1 относительно плоскости контакта;

β – угол наклона выходного усилия F_2 (Рассматривается острый угол). $\beta = \psi$;

F_2 – выходное усилие клиновой пары.

$$F_2 = F_1 \frac{\sin \alpha - f \cos \alpha}{\sin \beta + f \cos \beta}$$

Однако, в данном случае механизм

$F_{тр1,2}$ – силы трения тел 1-ого о 2-ое и 2-ого о 1-ое,

$$F_{тр1} = F_{тр2} = f \cdot N;$$

$F_{сопр}^p$ – реальная сила сопротивления для F_2 . Является следствием действия сил $F_{тр1,2}$.

$F_{сопр}^n$ – потенциально возможная сила сопротивления для данной ситуации. Изображена заведомо больше, чем $F_{сопр}^p$. Изображена пунктиром, так как в действительности этой силы не существует.

По вышеуказанной схеме нужно сделать ряд замечаний. Во-первых, может сложиться впечатление, что степень свободы звена 1 должна быть ортогонально радиусу-вектору храповика R . И тела 1 и 2 должны двигаться параллельно, как это показано на рис. 2. Во-вторых, необходимо рассматривать две контактирующие поверхности: между телами 1-2 и между 2-3.

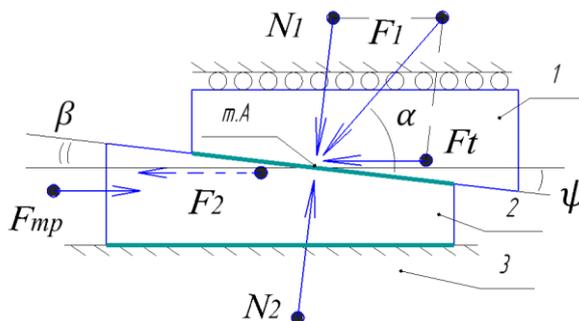


Рисунок 2 – Схема с параллельным движением звеньев

По первому замечанию можно отметить, что для заклиненного состояния промежуточных шариков (рис. 1-а) в соответствии с принципом возможных перемещений степень свободы звена 1 в $t.A$ определяется его деформацией. (Есть

конструкции, где эту функцию выполняют специальные пружины). Это будет направление силы F_1 . Схема рис. 2-б в этом случае верна.

Кроме того, в случае, когда шарики заклинены, а тангенциальная сила F_t отсутствует (такой случай возможен) – очевидно, что степень свободы звена 1 будет по нормали n , рис. 3. **Ошибка! Источник ссылки не найден.-в.** Соответственно рассмотрение подвижности тела 1, как это указано на рис. 2-б является верным.

По второму замечанию, – рассмотрим рис. 3,а, где механизм заведомо не самотормозящийся. Для шарика имеются две точки контакта: $m.A$ и $m.B$. Он будет заклинен тогда, когда в одном из этих сопряжений выполниться условие самоторможения. Определим эти условия.

Очевидно, что шарик будет вращаться относительно т. В., по направлению действия силы F_1 . Тогда имеем:

- в $m.A$ действует механизм клиновья пара с трением скольжения $f_{ск}$ и критерием самоторможения $\beta_{гр} = arctg f_{ск}$;
- в $m.B$ – механизм наклонная плоскость с трением качения(!) $f_{кач}$ и критерием самоторможения $\alpha_{гр} = arctg f_{кач}$;

С учётом того, что $f_{ск}$ существенно больше $f_{кач}$ простейшим механизмом, определяющим самоторможение будет передача в $m.A$ – клиновья пара.

Введение дополнительного поправочного коэффициента для учёта трения в $m.B$ будет относиться к разделу «простейшие механизмы с учётом трения в направляющих». Таким образом, схема рис. 1 отражает истинную картину для МСХ с промежуточными телами качения.

Для храпового механизма, как устройства, существуют два режима движения: передача момента в одном направлении и отсутствие передачи в другом (холостой ход). Для клиновья пара ситуация выглядит иначе. Для его звеньев (храповик и шарик) возможны следующие состояния:

- самоторможение на прямом ходе, когда есть входной соловый момент;
- самоторможение при отсутствии момента (усилия) на входном валу;
- отсутствие самоторможения, – шарик выскользывает;
- оттормаживание (входным валом) из состояния самоторможения.

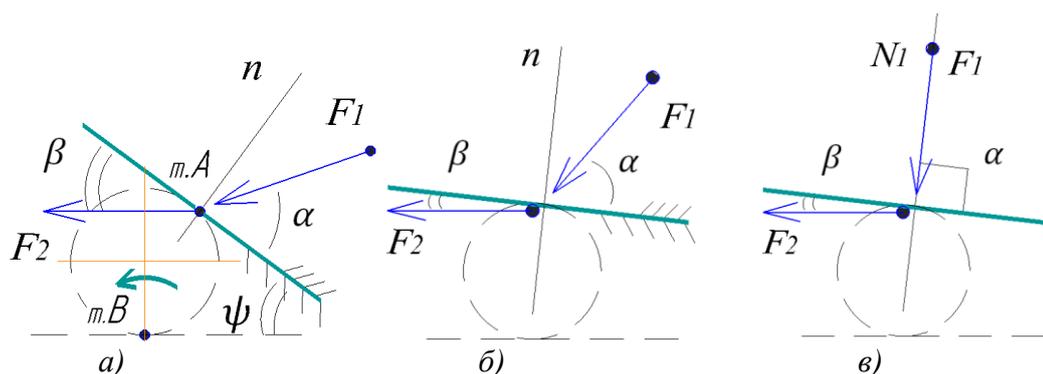


Рисунок 3 – Варианты состояния механизма клиновья пара:

- а) угол скоса больше угла заклинивания, самоторможение невозможно – неработоспособный храповой механизм
- б) основной режим – режим передачи момента;
- в) подводящий момент отсутствует, механизм заклинен силой N_1

Обратный ход здесь отсутствует, так как передача движения от шарика к храповику здесь не применяется. А вопрос оттормаживания возникает всегда, когда есть самоторможение. Очевидно, что задача проектирования будет сводиться к

получению таких профилей (угла ψ), которые обладают достаточным запасом по самоторможению на прямом ходе и минимальным оттормаживающим моментом. Это возможно в случаях, близких к границе самоторможения. На рис. 3 **Ошибка! сточник ссылки не найден.** представлены наиболее характерные возможные состояния клиновой пары храпового механизма с позиций баланса сил и самоторможения.

Таким образом, применение теории *простейших механизмов* для исследования храповых механизмов есть перспективное направление для исследования. Интерес представляют дифференциальные клиновые механизмы, представленные на рис. 4

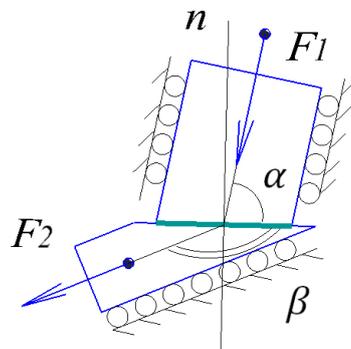


Рисунок 4 – Клиновая пара с $\alpha < 90^\circ$, $\beta > 90^\circ$

В отличие от схем с $\alpha, \beta < 90^\circ$, как, например, в винтовых механизмах (где $\alpha + \beta = 90^\circ$) данный вариант имеет определённые особенности, и в частности, в вопросах самоторможения.

Также интерес представляют устройства храповые механизмы с трением скольжения по обеими контактными поверхностями (не с шариком). Здесь также будут свои особенности. В рамках данного направления исследований получен патент [5]. Необходимы дальнейшие исследования.

Список использованных источников:

1. Ассур, Л.В. Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации. – Известия СПб. политехн. ин-та. т. XX. вып. 1. 1913. с. 329-385; т. XX. вып. 2. 1913. с. 581-635; т. XXI. вып. 1. 1914. с. 187- 283; т. XXI. вып. 2. 1914. с. 475-573.
2. Гончаров, А.А. Самотормозящиеся клиновые механизмы свободного хода: монография / А.А. Гончаров, Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 198 с. ISBN 978-5-9948-1858-9.
3. Стариков, А.Н. Механизмы взаимодействия тел по плоскости // Вестник МГТУ им. Баумана Сер. Машиностроение. 2020. №2(131), с. 128-145, DOI: 10.18698/0236-3941 -2020-2-128-145.
4. Стариков, А.Н. Механизмы, основанные на взаимодействия тел по плоскости // Теория механизмов и машин, СПбПУ Петра Великого, 2019. Т. 1. № 1. С. 27-39. http://tmm.spbstu.ru/01_2019.html.
5. Патент № 2730203 Способ механизма взаимодействия тел по плоскости узла затвора клиновой задвижки, РФ, МПК F16K 3/12 (2006.01) (52) СПК F16K 3/12 (2020.05) / А.Н. Стариков, опубл. 19.08.2020, Бюл. № 23, https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

Абдыкадырова О., Бердилиев К., Непесова Дж., Ходжаева Ш.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели.

Сегодня технология полупроводниковых приборов активно развивается. Его основу составляют высокоэффективные преобразователи энергии. В данной статье рассматриваются двухзвенные преобразователи частоты. Они отличаются высоким качеством, имеют очень низкие коммутационные потери, имеют небольшие размеры и более производительны, чем другие типы преобразователей частоты. Как известно, преобразователь частоты предназначен для преобразования одного частотно-изменяющегося напряжения в другое частотно-изменяющееся напряжение.

По принципу устройства существует два типа преобразователей частоты:

- Двухзвенные преобразователи частоты;
- Прямые преобразователи частоты.

В двухзвенных преобразователях частоты выход первого звена разделен на фильтрующие выпрямители (управляемые или неуправляемые), а второго - в виде автономного инвертора. Таким образом, нагрузка и сеть соединяются двумя звеньями и происходит двойное преобразование энергии. Второе звено двухзвенных преобразователей частоты может быть выполнено на базе автономного инвертора напряжения или тока. Двухзвенные преобразователи частоты позволяют получать малые и большие частоты на выходе чем на входе. Двойное преобразование энергии, которая приводит к повышению потерь является их недостатком.

Прямые преобразователи частоты выпускаются в виде двухблочных реверсивных преобразователей, с нагрузкой на выходе. Каждый блок вентилях проводит полтора периода тока. Трехфазные прямые преобразователи частоты бывают в виде трех реверсивных преобразователей, каждый из которых питает одну фазу нагрузки. Прямые преобразователи частоты позволяют получить только низкую частоту на выходе, чем на входе. Преобразование энергии в прямых преобразователях частоты происходит однократно.

Двухзвенный диодный выпрямитель, который является одним из двухзвенного преобразователя частоты, в настоящее время изучается быстрыми темпами. Его еще называют неуправляемым выпрямителем — инверторным преобразователем частоты. Принципиальная схема такого преобразователя показана на рисунке 1. Схема диодного выпрямителя и инвертора преобразователя частоты имеет 6 управляющих переключателей, которые используются для частотно-регулируемых электрических цепей. Вход преобразователя частоты питается от промышленной сети. На рисунке 1 видно, что преобразование частоты осуществляется в два этапа, а именно: на этапе 1 напряжение сети выпрямляется диодами VD1...VD6, затем на втором этапе видно что выпрямленное постоянное напряжение на входе инвертора преобразуется на напряжение с измененной частотой. Управление коммутационных ключей VT1...VT6 осуществляется модуляционным методом. В результате, на выходе инвертора получают напряжение переменной частоты; В преобразователях частоты, показанных на рисунках 1 и 2, емкостной конденсатор С 1 служит важной частью промежуточного звена. Он используется для сглаживания пульсаций напряжения выходным выпрямителем, а также служит коллектором энергии при работе в режиме движущего генератора. По этой причине диодные выпрямители используются там, где передача энергией происходит только в одном направлении. Когда происходит

процесс рекуперации, диодный выпрямитель, через резистор R1 подключается к сети посредством транзисторного ключа VT7.

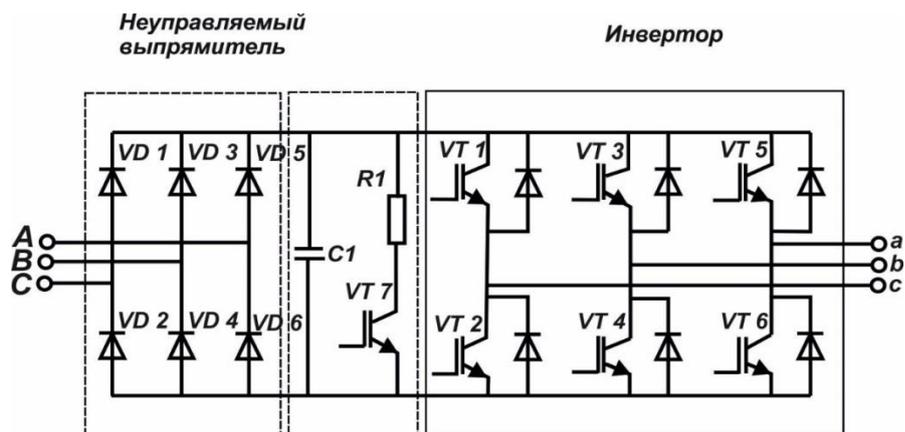


Рисунок 1 – Преобразователь диодный с выпрямителем

Частота на выходе диодного преобразователя частоты может изменяться в широких пределах. Поэтому диодный преобразователь частоты, являющийся ключом технических характеристик, может создать максимальный частотный диапазон в пределах 15-20 килогерц. Из-за применения в данном преобразователе частоты диодного выпрямителя имеется ряд серьезных недостатков, таких как перебои с питанием и напряжениями в сети электроснабжения.

Гармоническая составляющая тока на входе диодного преобразователя частоты объединяет разрешенные гармоники начиная от 5-й гармоники (гармоники 5, 7, 11 и т.д.). Они вызывают дополнительные потери мощности в сети. Высшие гармоники тока и напряжения влияют на работу электрооборудования в сети. В результате, это приводит к ограничению использования преобразователей частоты в производстве.

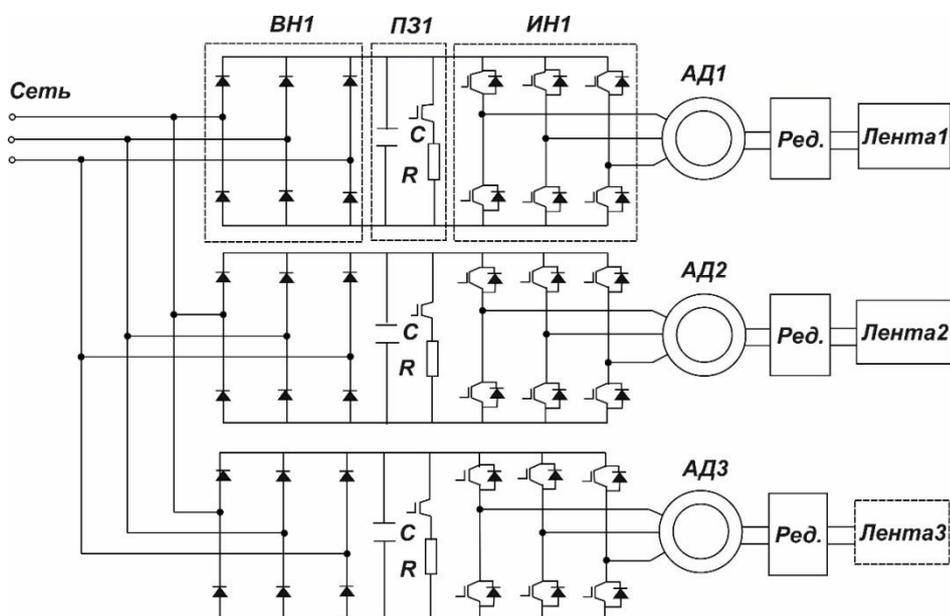


Рисунок 2 – Схема электрической цепи с диодным выпрямителем:

VN1 – выпрямитель напряжения; ПЗ1 – промежуточное звено постоянного напряжения; ИН1 – инвертор; АД1; АД2; АД3 – асинхронные двигатели; Ред – редуктор.

В настоящее время, для обеспечения электромагнитной совместимости, сеть электроснабжения используется двумя способами: первый - метод модуляции для

управления выпрямителем, а второй - метод модуляции для управления инверторным ключом. Можно добавить устройство индуктивно-емкостного (синусоидального) фильтра для улучшения напряжения, генерируемого на выходе преобразователя частоты. Но в этом случае увеличивается габарит и стоимость частотного преобразователя. Для повышения качества питающей сети используются такие методы, как установка фильтра на входе преобразователя частоты, использование многоимпульсного выпрямителя, использование преобразователя частоты с активным выпрямителем или активного фильтра с высокими гармониками.

Другой тип двухзвенного преобразователя частоты представляет собой двухзвенный преобразователь частоты с активным выпрямителем. В нем используется фильтр высших гармоник или дроссель в звене постоянного тока с преобразователем частоты, воздействующий на питающую сеть, ограничивающий уровень высших гармоник. Этот метод широко используется для ограничения нормальных гармоник в преобразователях частоты средней и малой мощности. Фильтр, необходимый для мощного преобразователя частоты, имеет большие размеры. Однако в некоторых случаях он эквивалентен размеру преобразователя. Это усложняет их монтаж и приводит к удорожанию. Отсутствие диодного преобразователя частоты с неуправляемым выпрямителем может быть устранено применением активного выпрямителя (рисунок 3). В диодном преобразователе частоты с неуправляемым выпрямителем передача энергии (VT1...VT6) направлена в одну сторону от источника напряжения через мостовой выпрямитель. Затем через промежуточное звено через конденсатор С она направляется в ту же сторону, что и конденсатор и подается на инверторную схему (VT8...VT13). На его выходе вырабатывается напряжение переменной частоты. Этот преобразователь частоты работает с требуемым входным фильтром. Для активного выпрямителя формируемый входной ток, управляемый методом широкоимпульсной модуляции, близок к синусоидальному. Энергия смещается в двух направлениях, а коэффициент мощности очень высок, т.е. близок к 1.

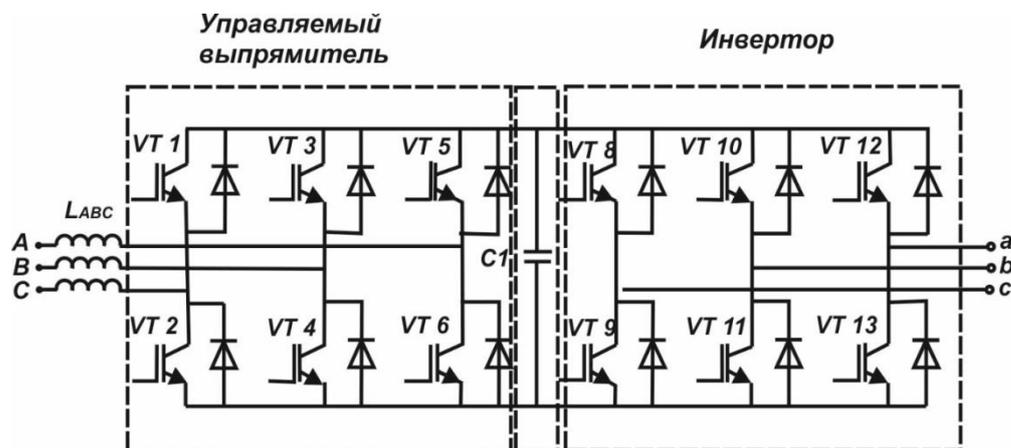


Рисунок 3 – Преобразователь с активным выпрямителем

Преобразователи с активным выпрямителем часто используются в двигателях большой мощности, работающих в режиме динамического торможения. Это связано с тем, что в таком режиме работы увеличивается полезный коэффициент устройства и коэффициент мощности на стороне питающей сети. Кроме того, поскольку эти преобразователи не требуют устройства снижения напряжения, их размеры компактны. Передатчик активного напряжения работает с высокочастотным переключателем благодаря использованию IGBT-транзистора. В автономном

инверторе напряжения на основе переключающего ключа и обратного диода имеется возможность передачи энергией в обоих направлениях между сетью и двигателем.

Активный выпрямитель напряжения работает по принципу повышения напряжения. Поэтому на входе выпрямителя необходимо установить дроссель ограничения тока. Для осуществления обмена реактивной мощностью между активным выпрямителем напряжения и сетью используется фильтрующий конденсатор на постоянном звене тока.

В этой статье был дан анализ созданию основы для повышения качества питающей сети, путем изменения частоты в больших диапазонах двухзвенных преобразователей частоты в асинхронных электродвигателях с регулируемой частотой, повышения коэффициента полезного действия и мощностей, эффективности электрической цепи.

Джуманиязова Г.Б., Шамурادова М.Н., Ханова А.Ш.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели.

История развития человеческой цивилизации претерпела множество изменений в борьбе за лучшую жизнь. Основную роль в этом развитии сыграли открытия в области науки и техники. Для усовершенствования созданных технологий люди научились использовать различные виды энергии. И на первом месте стоит использование невозобновляемых источников энергии (природный газ, нефть, уголь, ядерное топливо и др.). Для осуществления всех основных технических процессов, человечество только за последние сто лет бездумно использовало большую часть источников, которые накапливались на планете миллионы лет. И теперь перед нами стоит задача не только в рациональном использовании, но и в сохранении этих ресурсов. Также расходование невозобновляемых ресурсов привело к различным глобальным экологическим проблемам, решать которые нужно в срочном порядке. Игнорирование этих проблем может привести всю планету к необратимым экологическим катастрофам, и в первую очередь ухудшить условия жизни и существования всего живого на Земле. В связи с этим назрела необходимость перейти от энергозатратных и экологически вредных видов ископаемого топлива к альтернативным. К ним относятся энергия солнца, энергия ветра, биомасса, приливная энергия, энергия водорослей, водородная энергия, вторичные энергоресурсы.

Энергосбережение — реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение — многоуровневый процесс, включающий в себя многие сферы человеческой жизни [1].

Основные направления охраны окружающей среды от вредного воздействия энергетических объектов можно условно разделить на две группы: активные и пассивные методы. Среди активных методов следует отметить применение природосберегающих технологий при генерации энергии. К их числу относятся технологии, которые увеличивают коэффициент использования топлива (ТЭЦ, АЭС вместо ТЭС на органическом топливе) и соответственно уменьшают количество

прямых (зола, шлак) и вторичных (обмывочные воды) загрязнений. К ним относятся различные способы деструктивной переработки топлив (получение метанола, синтез газа, водорода и т.д.), позволяющие более полно произвести выделение потенциальных загрязнителей (серы) на ранних стадиях использования топлива. Сюда можно отнести применение замкнутых технологических циклов: полное использование золы ТЭС, получение из дымовых газов азота и технической серной кислоты, улавливание и последующее сжигание нефтемаслопродуктов из отходящих вод. Пассивные методы предусматривают применение таких устройств, которые снижают вредность технологического процесса на его конечных стадиях (золоуловители, очистные сооружения, шумопоглотители и др.) или способствуют их разбавлению до концентраций, меньших предельно допустимых. Технологически наиболее простым способом борьбы с вредными выбросами является строительство высоких дымовых труб, обеспечивающих рассеяние вредных примесей на большие площади [2].

В настоящее время в независимом Туркменистане отрасль электроэнергетики является одной из основных направлений экономики, которая направлена на диверсификацию данной отрасли и укреплению экономической мощи страны. Энергосбережение производимой электрической энергии и поиск альтернативных источников невозможно представить без совершенствования электроэнергетической отрасли и использования новых технологий.

Как известно, в Туркменистане очень много запасов углеводорода. Этих запасов хватит не только для покрытия затрат внутренней энергетики, но и для экспорта в другие страны. Несмотря на это Туркменистан работает над решением приоритетных задач и проблем в мировом масштабе:

- рациональное использование и сбережение энергии и топлива;
- разведка и освоение новых залежей;
- работа над проблемами и задачами в создании стратегических комплексов легко добываемых залежей энергии [3].

Туркменистан на сегодняшний день занимается реализацией Государственной программы по энергосбережению на 2018-2024 годы, которая предусматривает также повышение роли альтернативных источников энергии. Данная Программа призвана способствовать бережному и рациональному использованию природных ресурсов страны, повышению эффективности и конкурентоспособности национальной экономики, охране окружающей среды, обеспечению благоприятных условий жизни населения. Динамичные темпы социально-экономического развития Туркменистана, увеличение объёмов промышленного и сельскохозяйственного производства, ввод в строй новых заводов и фабрик, жилых домов и т.д. – всё это влечёт за собой значительный рост потребления энергоресурсов. Необходимо использовать их максимально экономно и эффективно – сегодня это задача государственной важности.

В нефтегазовом комплексе приоритетным направлением энергосбережения является широкомасштабное внедрение в производство новых передовых технологий и последних достижений мировой науки по всему циклу производства: от геологоразведочных работ, освоения и разработки нефтегазовых месторождений до транспортировки, хранения и переработки нефти и газа. Среди основных мероприятий — использование современных методов контроля количества выбросов загрязняющих веществ, автоматических систем для обнаружения утечек и пропусков на магистральных нефте- и газопроводах, газораспределительных сетях низкого и среднего давления, модернизация оборудования, внедрение новой техники и технологий для утилизации попутных газов на нефтяных месторождениях, усовершенствование системы учета транспортировки и потребления нефти и газа и т.д.

В других отраслях экономики также первоочередное внимание уделяется модернизации и техническому перевооружению предприятий, внедрению современных ресурсосберегающих технологий, новейших научно-технических разработок, совершенствованию систем учёта и потребления энергоресурсов. Ярким примером тому служит отечественная электроэнергетика, которой, наряду с ТЭК, отводится весьма значимая роль в реализации программ по ускоренной индустриализации Туркменистана, динамичному развитию национальной экономики. Как известно, электростанции нашей страны работают на дешёвом для местных условий природном газе, коим так богата туркменская земля. Газ поставляется с ближайших месторождений, а в качестве резервного топлива в случае необходимости используется дизельное топливо, опять же – с местных нефтеперерабатывающих заводов.

Среди инновационных энергетических проектов – строительство на территории Марыйской ГЭС первой в нашей стране парогазовой электростанции. Электростанция комбинированного цикла относится к инженерно-техническим разработкам нового поколения. В отличие от других ГЭС, для выработки электричества здесь будет использоваться не только природный газ, но и пар. Таким образом, существенно сокращается расход «голубого топлива». Парогазовые электростанции привлекательны не только в экономическом, но и в экологическом плане, так как количество выбросов в атмосферу продуктов сгорания снижается в 2-3 раза.

Большие резервы для энергосбережения имеются в жилищно-коммунальном секторе. Сегодня новые жилые здания строятся по современным технологиям, в частности со специальной теплоизоляцией стен. На предприятиях, в жилых домах устанавливаются современные приборы учёта использования электроэнергии и газа.

В этой связи намечается строительство солнечных электростанций в районах с наибольшим количеством солнечных дней в году. Планируется запуск биогазовых установок по переработке твердых отходов, монтаж промышленных ветрогенераторов на оптимальных для их функционирования площадках.

Внедрение возобновляемой энергии в промышленность рационализирует использование природных ресурсов страны, повысит эффективность и ускорит темпы устойчивого развития экономики за счёт применения промышленных и сельскохозяйственных отходов как сырья для вторичной переработки.

Увеличение доли использования «чистой» энергии благоприятно скажется на экологической обстановке в регионе и уменьшит вредные выбросы в атмосферу, что станет одним из ключевых шагов по выполнению подписанного Туркменистаном в сентябре 2016 года Парижского соглашения по климату.

Завершился совместный проект Программы Развития ООН, Глобального экологического фонда и Правительства Туркменистана «Улучшение энергоэффективности в секторе жилищного строительства Туркменистана». Партнёром проекта выступил Госконцерн «Туркменгаз». В его рамках были переработаны строительные нормы, в частности, в разделах «Жилые здания», «Крыши и кровли», применение которых позволяет сэкономить 14-17% электрической энергии и от 28 до 47% тепловой энергии.

Реализуемые и планируемые проектом ПРООН практические шаги по развитию использования возобновляемой энергетики в Туркменистане и внедрению в электроэнергетическую отрасль инновационных технологий по энергоэффективности выполняются по следующим направлениям:

- внедрение в систему уличного освещения на пилотном участке в Ашхабаде интеллектуальных сетей по управлению системой уличного освещения в качестве инновационных технологий по энергоэффективности в электроэнергетическую отрасль;

- установка на территории Научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» при ГЭИТ энергонезависимых светодиодных светильников, электроснабжение которых обеспечивается за счет солнечной энергии;

- установка на территории кампуса ГЭИТ современных светодиодных светильников с внедрением интеллектуальных сетей по управлению системой уличного освещения;

- поддержка создания новой учебной лаборатории в ГЭИТ, в которых студенты смогут проводить лабораторные работы и повышать практические навыки по внедрению развития возобновляемой энергетики в Туркменистане и внедрению в электроэнергетическую отрасль инновационных технологий по энергоэффективности;

- поддержка создания новой лаборатории в составе Научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» при ГЭИТ для проведения научно-исследовательских работ по энергетическому обследованию энергетических объектов.

Поддерживая усилия международного сообщества по сокращению выбросов парниковых газов, наша страна планомерно переходит к «зеленой экономике», использованию современных экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий в промышленности и социальной сфере.

Список использованных источников:

1. А. Джумаев, Х. Солтанов. Основы энергосбережения. Учебник для высших учебных заведений. – А.: Ылым, 2018, с.142.
2. П.Ф. Богданович, Д.А.Григорьев, В.К. Пестис. Основы энергосбережения. Учебное пособие для студентов аграрных специальностей. Гродно, 2007, с.26.
3. А. Аширбаев и др. основы энергосбережения. Учебник для высших учебных заведений. – А.: Ылым, 2018, с.40.

Галимова Н.П.

К ВОПРОСУ О 90-ЛЕТНЕЙ ИСТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

В 2021 г. энергосистема Беларуси отметила 90-летний юбилей. Приказом по Государственному Всесоюзному объединению энергетического хозяйства «ЭНЕРГОЦЕНТР» от 15 мая 1931 г. №184 было создано Районное Управление государственных электрических станций и сетей Белорусской Социалистической Республики «Белэнерго». Таким образом 15 мая 1931 г. является официальной датой образования Белорусской энергетической системы.[1, с. 13] Ровно 90 лет назад в нашу страну пришла большая энергетика. И начиналась она на Витебщине, когда в Ореховске Оршанского района была пущена в эксплуатацию Белорусская ГРЭС и построены первые линии электропередачи. Строительство первой в Беларуси государственной районной электрической станции было начато в 1927 году по плану ГОЭЛРО, а 8 ноября 1930 года она уже дала первый промышленный ток. На станции были смонтированы три турбины и пять котлов. В качестве топлива использовался кусковой торф с месторождения “Осинторф”, расположенного неподалеку от станции. В те времена она обеспечивала электричеством Могилев, Витебск, Дубровно и

Осинторф. Во время Великой Отечественной войны с 1941 по 1944 год турбоагрегаты были вывезены за Урал, а часть оборудования уничтожена. И лишь в 1953 году восстановленная ГРЭС достигла довоенной мощности. В последующие годы на станции велась интенсивная модернизация оборудования. А после реконструкции она была переведена на сжигание фрезерного торфа. В 1984 году Киевским отделением института “Атомтеплоэлектропроект” был разработан проект перевода ГРЭС на сжигание топочного мазута. Спустя 15 лет станция перешла на сжигание природного газа. Сегодня на Белорусской ГРЭС четыре котла и две турбины, и этого достаточно, чтобы обеспечить электрической и тепловой энергией жилые здания поселка Ореховск и такие предприятия в округе, как льнозавод, тепличный комбинат, объекты социально-культурного назначения. Излишки электроэнергии предприятие отдает в общую энергосистему. Раньше Белорусская ГРЭС работала в конденсационном режиме, иначе говоря, вода, которая бралась из озера для охлаждения пара в конденсаторе турбины, обратно сбрасывалась в водоем подогретой, теперь станция вырабатывает электроэнергию исходя из тепловых нужд потребителей, в результате чего указанные выше теплопотери исключены. Новое — хорошо забытое старое. Ставить на Белорусскую ГРЭС новые мощные турбины нецелесообразно, поскольку у нее нет больших тепловых нагрузок. Но станция не может жить вчерашним днем, поэтому в декабре 2006 г. здесь построили энергоблок (котел мощностью 20 тонн пара в час и турбина 1,5 МВт), работающий на древесном топливе и торфе. Данный проект реализован в соответствии с государственной комплексной программой модернизации основных производственных фондов Белорусской энергосистемы. Новый котел работает на основе современной технологии сжигания топлива в кипящем слое нагретого до температуры 800°С кварцевого песка. В июле 2007 г. на станции досрочно завершили работы по вводу автоматизированной системы управления на новом блоке, выполнены также природоохранные мероприятия и благоустройство, что стало завершающим этапом проекта. В настоящее время БелГРЭС работает на местных видах топлива, частично заместив ими использование газа, стоимость которого постоянно увеличивается. В качестве топлива здесь применяются древесная щепа и торф в соотношении примерно 50 на 50 процентов. Мировая конъюнктура цен на энергоносители заставила Белорусскую ГРЭС после многолетнего перерыва вновь вернуться к использованию торфа, но уже на основе новейших технологий. Реализация проекта позволила уменьшить использование газа, повысить экономичность и эффективность работы станции. Природный газ мы используем только в отопительный период. Дело в том, что производительности котла на местных видах топлива недостаточно, чтобы обогреть в морозы тепличный комбинат и другие объекты. Тогда включают газовый котел и догревают воду. Но в межотопительный период — с апреля по октябрь — работают только на смеси щепы и торфа, а раньше круглый год сжигали газ. [2, с.169]. Проблем с топливом у БелГРЭС нет. Дрова и отходы древесины поставляют лесхозы Витебской области. Чтобы превратить их в щепу, у электростанции имеются как стационарные, так и передвижные рубительные машины. Торф у БелГРЭС с недавних пор свой — в конце 2020 года на баланс станции было передано производственное республиканское унитарное торфопредприятие “Осинторф”. Предприятие на момент передачи было убыточное. Но сохранить его было необходимо. Во-первых, без работы остались бы почти 60 человек, во-вторых, БелГРЭС нужен был торф для технологических целей, поэтому руководство Министерства энергетики и приняло соответствующее решение. О рентабельности цеха подготовки торфа (бывший ПРУТ «Осинторф») говорить пока рано — и года еще не прошло. Но сдвиги в его работе произошли существенные. РУП “Витебскэнерго”

приобрело для нового подразделения БелГРЭС пять тракторов, в том числе и энергонасыщенные, финский комплекс для добычи кускового торфа, экскаватор. Именно новая техника помогла увеличить период добычи торфа. На полевой базе строится площадка для хранения этого сырья, которое сейчас хранится на болотах. Много средств управление РУП «Витебскэнерго» и БелГРЭС тратит на создание в цехе подготовки торфа «Осинторф» нормальных условий труда. Сейчас эксплуатируются 153 гектара торфяников, предприятие должно дополнительно разработать еще 465 гектаров торфяных площадей. В административно-музейном корпусе Белорусской ГРЭС находится музей энергетики Республики Беларусь. Создание музейно-мемориального комплекса Белорусской энергосистемы по увековечиванию фактов и событий XX века затронуло самые разнообразные вопросы жизнедеятельности электростанции: перевод БелГРЭС на газ, реконструкцию технологической части электростанции, организацию рабочих мест, благоустройство Ореховска. Отрасль двигалась вперед семимильными шагами — от торфушек, плетеных корзин с торфом (на этом сырье работала станция), от локомотивов и динамо-машин постоянного тока, мощность которых измерялась в «лошадиных силах», до самых современных парогазовых установок и наконец — к использованию мирного атома. За строками летописи энергокомплекса Витебщины — биографии людей, кто строил станции-первенцы, прокладывал линии электропередачи, кто посвятил свою жизнь благородному и ответственному делу, связанному с напряжением. Напряжением сил, знаний, опыта. История развития витебской энергосистемы живописно и полноценно представлена в музее РУП «Витебскэнерго». Открыт он был в 2003-м и за прошедшие годы пополнялся новыми материалами. За этот период музей посетили более 11 тысяч человек, в том числе из стран ближнего и дальнего зарубежья: Китая, США, Франции, Бельгии, Германии. Здесь в витринах выставлена та самая торфушка, деревянные предохранители, которые использовались в 30-х годах прошлого века, электросчетчик, отпускавший электроэнергию после того, как в него опустишь монетку. В центральной части зала — карта, на которой прорисованы артерии и капилляры сетей, насыщающих регион, как кислородом, электричеством. Музейные экспонаты дают возможность совершить экскурс в прошлое и настоящее, ознакомиться с этапами развития энергетики Витебщины. Электричество пришло в город на Двине еще в конце позапрошлого века, когда в Витебске на Задунавской улице (ныне проспект Фрунзе) была построена первая промышленная электростанция. Предназначалась она для питания трамвая и освещения центра города. В ноябре 1897 г. станция дала первый ток и оставалась центральной до пуска в 1931-м Белорусской ГРЭС, с которой связывают создание отечественной энергосистемы. Отдельная экспозиция посвящена энергетикам, вставшим на защиту Отечества в годы Великой Отечественной войны. С приближением линии фронта оборудование станций и подстанций, в том числе и БелГРЭС, демонтировали и вывезли вглубь страны. Тысячи работников взяли в руки оружие и сражались в рядах Красной армии и партизанских отрядах. Некоторые так и не вернулись к мирной жизни, пали смертью храбрых. Сразу после освобождения Витебщины стала возрождаться энергетическая база региона. В сентябре 1946-го снова дала промышленный ток Белорусская ГРЭС, в том же году пущена Полоцкая ТЭЦ. В 1954-м введена первая очередь Витебской ТЭЦ, которая стала пятым энергоисточником в республике. А пять лет спустя началось строительство Оршанской ТЭЦ. По первоначальному плану она предназначалась для обеспечения нужд льнокомбината техническим паром и горячей водой и отопления жилых домов Орши. Развитие белорусской энергетики неразрывно связано с сооружением крупных энергетических объектов, что стало стимулом для подъема промышленности и

сельского хозяйства и вывело республику на передовые позиции в Советском Союзе по многим направлениям экономической деятельности. Качественно новый этап начался в 1970-е годы. Была построена крупнейшая электростанция страны – Лукомльская ГРЭС [3, с.281]. К возведению станции на берегу Лукомльского водохранилища приступили в 1964 г., спустя пять лет был запущен первый энергоблок мощностью 300 МВт. К 1974-му был введен в эксплуатацию уже восьмой энергоблок, что позволило выйти на проектную мощность 2400 МВт. За последние годы на Лукомльской ГРЭС осуществлена поэтапная модернизация основного и вспомогательного энергетического оборудования, направленная на увеличение его надежности, экономичности, срока службы, улучшение эксплуатационных характеристик. В 2014 году был запущен в работу 9-й парогазовый энергоблок ПГУ-400 с установленной мощностью 427 МВт. Ввод в строй новой парогазовой установки позволяет экономить 242 тыс. тонн условного топлива в год. С начала работы электростанции выработано более 580,5 млрд кВт·ч электроэнергии. Развитие энергетики Витебщины тесно увязано с комплексной программой модернизации основных производственных фондов. За последние годы выполнена большая работа по обновлению и реконструкции генерирующего оборудования на электростанциях области, строительству новых энергоисточников, внедрению современных технологий выработки электроэнергии, электротехнического оборудования, информационных технологий, автоматизированных систем управления, новейших устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики на базе микропроцессорной техники, использованию местных видов топлива и нетрадиционной энергетики. Введена в эксплуатацию одна из крупнейших в Беларуси – подстанция 330 кВ «Поставы», которая стала одним из ключевых объектов реализации крупномасштабного инвестиционного проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь». Подстанция является узловой для ведения электрических режимов в северном регионе объединенной энергосистемы республики, она повысила надежность электроснабжения потребителей Витебской и Минской областей. По сей день, витебская энергосистема остается крупнейшей в Беларуси. В состав РУП «Витебскэнерго» входят 17 филиалов: шесть электростанций, четыре филиала электрических сетей, Витебские тепловые сети, Учебный центр, Энергосбыт, Центр физкультурно-оздоровительной работы, Витебскэнергоспецремонт, сельскохозяйственные филиалы «Весна-энерго» и «Тепличный». Более 800 км тепловых сетей и свыше 50 тыс. км электрических сетей всех уровней напряжения. Энергетика Витебщины – это труд нескольких поколений, мастерство, трудолюбие и энтузиазм людей, выбравших эту важную и нужную профессию. Сегодня в РУП «Витебскэнерго» трудится более 10 тыс. человек. Это специалисты высокого класса, инженерно-технические работники, теплотехники, электромонтеры, представители других специальностей, которые преданы своему делу. Их высокий профессионализм, уникальный опыт, замечательные трудовые традиции – все это не только гарантия надежного обеспечения населения и реального сектора экономики республики энергоресурсами, но и залог успешной реализации самых смелых проектов.

Список использованных источников:

1. Электроэнергетика Беларуси – путь длиной в 80 лет / авт.-сост. А.Н. Дорофейчик и др. – Минск: Тэхналогія, 2011. – 207 с. :ил.
2. Энергия страны: национальная энергосистема Беларуси: вехи созидания / автор концепции и текста А.М. Суворов; фото: В.В. Байковский и др. – Брест: Полиграфика, 2021. – 208 с.: ил.
3. Белорусская энергосистема (1988 – 2000) / Сост. И.Н. Александров; Редкол. : Е.С. Мишук (гл. ред.) и др. – Минск: ООО «Асар», 2001. – 440 с.: ил.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели, студент.

При современной экономической ситуации, росте цен на энергоносители, актуален вопрос применения возобновляемых источников энергии, в частности, использовании неиссякаемой энергии Солнца [1]. Солнечную энергию можно применяться практически для любых хозяйственных нужд, где требуется тепло:

- для автономного горячего водоснабжения;
- в качестве основного или дополнительного отопления жилых помещений;
- для подогрева открытых и закрытых бассейнов;
- для обогрева теплиц, производственных помещений.

Известно, солнечные коллекторы являются одним из самых универсальных солнечных электростанций на основе возобновляемых источников энергии. Современные солнечные коллекторы позволяют нагревать теплоноситель до относительно высоких температур, порядка 180°C. Средний КПД установок колеблется от 30 до 60 %. Не смотря на достигнутые в настоящее время технико-экономические показатели установок солнечные коллекторы, пока не получили широкого внедрения, хотя в мире применение их достаточно развито. На сегодняшний день солнечные водонагревательные системы используются в частных домах, многоквартирных зданиях, школах, автомойках, больницах, ресторанах, в сельском хозяйстве и промышленности.

Плоские солнечные коллекторы — самый удобный, простой и экономичный вариант установки гелиосистем благодаря относительно невысоким ценам и высокой эффективности, простоте монтажа и установки.

Целью статьи является сравнение экономической эффективности работы плоского солнечного коллектора и электрического нагревателя.

Для реализации данной цели необходимо:

- рассчитать потребление электроэнергии на нагрев воды установленного объема с одинаковой начальной и конечной температурой.
- рассчитать возможную экономию средств, затраченных на нагрев воды за определенный период.

Расход энергии для нагрева воды не зависит от того, какой вид энергии используем для нагрева. Исходя из опытов, определим количество тепловой энергии, воспринятое теплоносителем первого контура, за счет излучения солнца.

Если предположить, что в одной семье проживает в среднем 5 (пять) человек, то один человек потребляет в среднем 50-60 литров теплой воды температурой 60°C в сутки. Таким образом, в течение суток на одну семью расходуется 250-300 литров горячей воды. Рассчитываем 300 литров воды на отопление [4]. Количество теплоты, необходимое для нагрева 300 литров воды в водонагревателе (традиционном бойлере), можно определить по следующему выражению [4]:

$$Q = G \cdot C_{удел} (t_{вход} - t_{выход}) \quad (1)$$

Здесь: Q – количество необходимой теплоты, кВт·ч/сутки;

$G = 0,3 \text{ м}^3/\text{сутки}$ – необходимое количество горячей воды;

$C_{уд} = 1,161 \text{ кВт/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ – удельная теплоемкость воды;

$$Q = 0,3 \cdot 1\,161 \cdot (60 - 15) = 15\,673 \text{ Вт} \cdot \text{ч/сутки}$$

Согласно расчетам, на горячее водоснабжение одной семьи в сутки расходуется 15 673 Вт·ч тепловой энергии. Количество тепловой энергии, воспринятое теплоносителем второго контура (нагреваемой водой):

$$Q_2 = \eta \cdot Q_1, \quad (2)$$

где $\eta = 0,99$ – тепловые потери при передаче тепла.

$$Q_2 = 0,99 \cdot 1,494 = 1,479 \text{ кВт}.$$

Предварительно предположив, что такая мощность солнечного коллектора может развиваться в течение шести часов в сутки на протяжении шести месяцев (с апреля по сентябрь), при этом средняя температура горячей воды будет составлять 50°C, можно рассчитать выработку тепла солнечным коллектором за год:

$$Q_{\text{год}} = Q_2 \cdot \tau \cdot \varphi \quad (3)$$

где $\eta = 0,99$ – поправка на облачность.

$$Q_{\text{год}} = 1,479 \cdot 6 \cdot 183 \cdot 0,75 = 1217,96 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расход электрической энергии на привод насоса за это период составит:

$$Q_H = P_H \cdot \tau, \quad (4)$$

где $P_H = 0,1 \text{ кВт}$ = мощность насоса.

$$Q_H = 0,1 \cdot 6 \cdot 183 = 109,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость затраченной энергии на нагрев воды солнечным коллектором:

$$З_{\text{СК}} = Q_H \cdot T_{\text{ЭЭ}},$$

где $T_{\text{ЭЭ}} = 2,50 \frac{\text{манат}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$ – тариф на электронэнергию

$$З_{\text{СК}} = 109,8 \cdot \frac{2,50}{100} = 2,75 \text{ манат}.$$

Если нагрев воды производить электрическим нагревателем, то дл: этого потребуется тепла:

$$Q_{\text{ЭН}} = \frac{Q_{\text{год}}}{\eta_{\text{ЭН}}}, \quad (5)$$

где $\eta_{\text{ЭН}} = 0,95$ – КПД электрического нагревателя.

$$Q_{\text{ЭН}} = \frac{1217,96}{0,95} = 1282,06 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость затраченной энергии на нагрев воды электрическим нагревателем:

$$З_{\text{ЭН}} = Q_{\text{ЭН}} \cdot T_{\text{ЭЭ}}, \quad (6)$$

$$З_{\text{ЭН}} = 1282,06 \cdot \frac{2,50}{100} = 32,05 \text{ манат}.$$

Примем объем нагретой воды за год равным: $V_{\text{год}} = 50 \text{ м}^3$.

Цена одного кубометра воды при нагреве солнечным коллектором:

$$Ц_{\text{СК}} = \frac{З_{\text{СК}}}{V_{\text{год}}}, \quad (7)$$

$$Ц_{\text{СК}} = \frac{2,75}{50} = 0,06 \text{ манат}.$$

Цена одного кубометра воды при нагреве электрическим нагревателем:

$$Ц_{\text{СК}} = \frac{32,05}{50} = 0,64 \text{ манат}.$$

Стоимость централизованного горячего водоснабжения составляет в открытой системе водоснабжения в доме – 95,9, в закрытой – 119,59 манат за кубометр (цены указаны за 2016 г). Стоимость горячей воды при нагреве солнечным коллектором в значительной мере меньше централизованного горячего водоснабжение (ГВС), но при централизованном ГВС вода поступает с более высокими параметрами.

Экономия при использовании солнечного коллектора по сравнению с электрическим нагревателем за год составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ЭН}} - \mathcal{E}_{\text{СК}}, \quad (9)$$

$$\mathcal{E} = 32,05 - 2,75 = 29,3 \text{ манат.}$$

Чтобы определить срок окупаемости установки для нагрева воды с помощью солнечного коллектора, необходима рассчитать издержки и капитальные вложения. В таблице 1 приведена основная информация оборудованию.

Таблица 1. Стоимость, срок службы и норма амортизации оборудования

Оборудование	Стоимость, ман.	Срок службы, лет	Норма амортизации
Солнечный коллектор Сокол-Эффект-М	1267,2	20	0,05
Бак-водонагреватель ЯSOLAR 230 ST DUO TURBO	3007	20	0,05
Насосная станция циркуляционная в сборе 25/60	578	8	0,125
Прочее	402	10	0,01

Капитальные вложения:

$$K = \sum C_{\text{оборуд}} \quad (10)$$

$$K = 1267,2 + 3007 + 578 + 402 = 5254,2 \text{ манат.}$$

Издержки:

$$I = \sum C_{\text{оборуд}} \cdot K_{\text{ам}} + I_{\text{пр}} \quad (11)$$

где $I_{\text{пр}}$ – прочие издержки (стоимость использованной холодной воды за год), составляет 270 манат.

$$I = 1267,2 \cdot 0,05 + 3007 \cdot 0,05 + 578 \cdot 0,125 + 402 \cdot 0,1 + 279 = 596 \text{ манат}$$

Срок окупаемости:

$$T = \frac{5254,2}{596} = 8,8 \text{ лет.} \quad (12)$$

В данной статье была произведена сравнительно-экономическая эффективность солнечного коллектора и электрического нагревателя. Расчет показал, что применение солнечного коллектора для нагрева воды выгоднее, экономия составляет 29,3 манат. Но по сравнению с центральным ГВС не выгодно, так как вода к потреблению поступает с более высокими параметрами.

Список использованных источников:

1. Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы. Ашхабад, 2018г.
2. Джумаев А., Якубов Я. Использование солнечных коллекторов в экспериментальном жилищном строительстве» / Наука и техника в Туркменистане. Научный журнал Академии наук Туркменистана / 2017г (6).
3. А. Джумаев, Х. Солтанов. Основы энергосбережения Учебник для вузов.- А.:Наука, 2018г.-220 с.
4. Расчет системы теплоснабжения с использованием солнечных тепловых коллекторов. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов всех форм обучения по специальности Энергетические установки, электростанции на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, Екатеринбург 2015г.

Тораева Э.Я., Хаджимаммедова Я.Н.

ВЛИЯНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель,
студент.*

Экономия энергии и снижение материальных затрат в производстве — одна из важнейших задач современности. Приняв все эти условия во внимание, Туркменистан принимает «Государственную программу об энергосбережении на 2018-2024 годы». В связи с Государственной программой внедряются энергосберегающие технологии, проводится ряд мероприятий по устранению энергозатрат, улучшению материально-технического состояния предприятий, так же улучшается состояние техники и повышается уровень качества производимой энергии в энергетическом секторе [1].

Энергоэффективность электротехнических комплексов и систем и показатели качества электромагнитных явлений являются основными показателями, характеризующими их работу. Для того чтобы повысить эти показатели, широко используется преобразователи переменного напряжения.

К электротехническим системам в первую очередь относятся асинхронные электрические цепи, не имеющие регулировки скорости. Асинхронные электродвигатели являются наиболее широко используемыми в рабочих механизмах и в то же время основным потребителем реактивной мощности (45-65% всей реактивной мощности предприятия) [2]. Однако, большинство механизмов могут значительно повысить производительность двигателя: за счет регулировки напряжения статора, за счет снижения потерь активной энергии до 15% и оборота реактивной энергии до 50%. В настоящее время широко используемая по фазовая регулировка напряжения не удовлетворяет качество электромагнитных явлений в электродвигателе при тиристорном преобразовании переменного напряжения и это приводит к снижению эффективности решения задач по улучшению энергетических показателей. Это связано с рядом известных проблем с электро-обеспечением [3].

Учитывая вопросы электромагнитной совместимости модификаторов, преобразователь переменного напряжения, обладающий основными достоинствами широко применяемых в современных условиях фазорегулируемых модификаторов, и при этом обладающий удовлетворительными энергетическими показателями, считается самым удобным в использовании.

Основной функцией нерегулируемой скорости в асинхронном электродвигателе преобразователей переменного напряжения является выпуск (поддержание) двигателя на привычный режим работы и поддержание его энерго-оптимального режима при переменных нагрузках. В большинстве случаев необходимость настройки первой функции связана с подключением к двигателю преобразователя переменного напряжения. В то же время вторая функция позволяет извлечь максимум из этой ситуации, и в том числе позволяет сократить срок компенсации самого преобразователя.

Привыкание к многопоточной работе позволяет снизить среднее энергопотребление. Это связано с тем, что моторы, не оснащенные кастомной пусковой установкой, редко останавливаются даже при отсутствии нагрузки. Это связано с тем, что частые прямые выходы к работе приводят к неприемлемым последствиям [4]. Регулировка напряжения статора в длительном режиме работы

двигателя с переменной нагрузкой обеспечивает работу двигателя с высокими энергетическими показателями без влияния на технологический процесс. По большинству литературных данных регулировка напряжения двигателя на большинстве движений позволяет увеличить его КПД на 5-10% и снизить потребление реактивной мощности на 20-40%.

Использование преобразователя в системах управления электродвигателем позволяет ограничивать амплитуду пускового тока и одновременно контролировать разгон двигателя. Как видно из диаграмм на рисунке 1, амплитудное значение пускового тока при неравномерном пуске двигателя менее чем в два раза превышает номинальное значение тока двигателя ($I_{2ном} = 5,5A$). Экспериментально установлено, что при тех же условиях эксплуатации амплитуда тока увеличивается в восемь раз по сравнению с номинальным током при прямом включении.

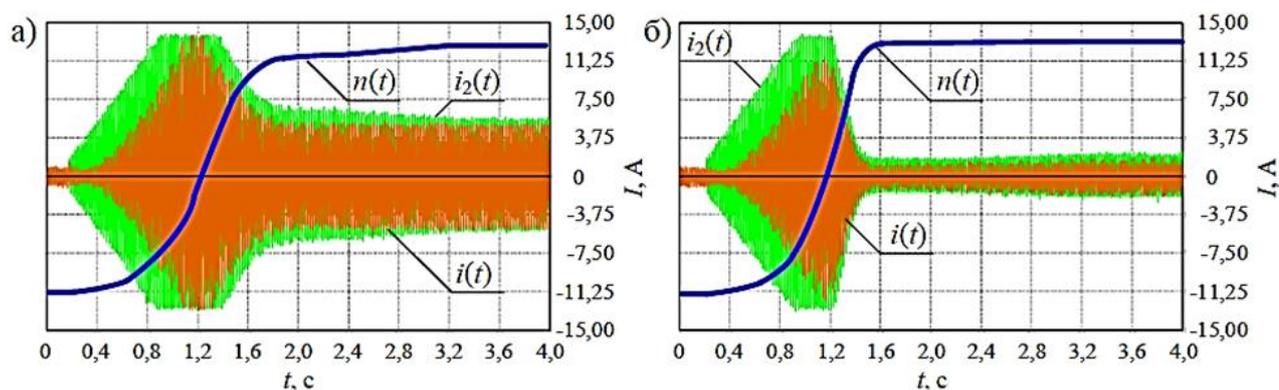


Рисунок 1 – Диаграммы запуска двигателя переменного тока и скорости:
а) якорь цепи генератора при номинальной нагрузке; б) вид холостого генератора

Общая КПД системы «Преобразователь-Двигатель» выглядит:

$$\eta_{\text{сис}} = \eta_h * \eta_{\text{пр}} * \beta$$

$$\beta = \frac{1}{1 - \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{P_{\text{дв}} + P_{\text{пот}}}}$$

Где: $\eta_{\text{дв}}$ – КПД двигателя при отсутствии регулятора напряжения;

$\eta_{\text{пр}}$ – КПД преобразователя;

ΔP_1 – снижения потерь мощности в двигателе за счёт регулировки напряжения;

ΔP_2 – повышение потери мощности при питании от преобразователя переменного напряжения с питанием;

$P_{\text{дв}}$ – полезная мощность по оси;

$P_{\text{пот}}$ – потеря мощности в двигателе при отсутствии регулятора напряжения.

Если делать вывод о требованиях к КПД преобразователя и энергоэффективности всей системы, то нельзя упускать из виду, что эффект энергосбережения достигается только в случае $\eta_{\text{пр}}\beta > 1$ за счёт регулирования напряжения. Поэтому абсолютная величина КПД не имеет существенного значения, а скорее потери мощности из-за потери питания от источника несинусоидального напряжения и дополнительные потери мощности из-за уменьшения потерь мощности в двигателе получаются путем регулировки напряжения. Однако если обратиться к приведенным в литературе численным значениям снижения потерь мощности в двигателе, то КПД преобразователя переменного напряжения должен превышать 95% при номинальной нагрузке, что возможно при современном уровне развития техники.

Устройства, генерирующие переменное напряжение, имеют множество различных характеристик, таких как структура силовой цепи, тип и количество вентилях, наличие (отсутствие) трансформатора и режим его работы, диапазон регулирования также характеризуются. Они также имеют определенное сходство. Их группы разработаны для систематического рассмотрения основных свойств, характеристик и рабочих характеристик различных схем преобразования переменного напряжения (рис. 2). Основным признаком этих групп является способ регулировки выходного напряжения.

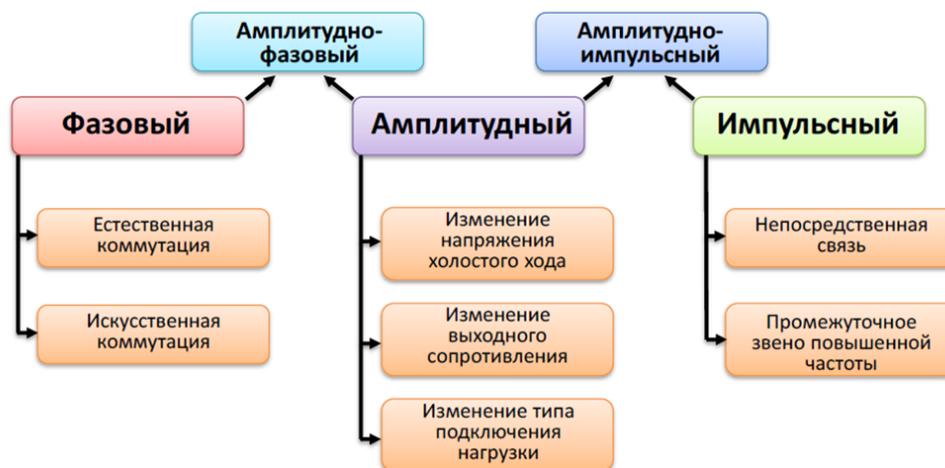


Рисунок 2 – Подразделения преобразователя переменного напряжения на группы

К основным методам регулирования переменного напряжения относятся фазовый, амплитудный и импульсный методы. Показаны основные методы настройки в сочетании амплитудно-фазовой и амплитудно-импульсной связи. Теоретически можно использовать и импульсно-фазовый или амплитудно-импульсно-фазовый методы, но такие комбинации применяются редко, и если в этом будет необходимость импульсной или соответственно амплитудно-импульсной схеме регулировки, в зависимости от преобразователя переменного напряжения, можно претворить в жизнь.

Каждый из этих методов был проанализирован с использованием компьютерного программного обеспечения. Графики, полученные при сравнении фазоуправляемого преобразователя переменного напряжения с импульсным преобразователем напряжения, представлены на рисунке 3.

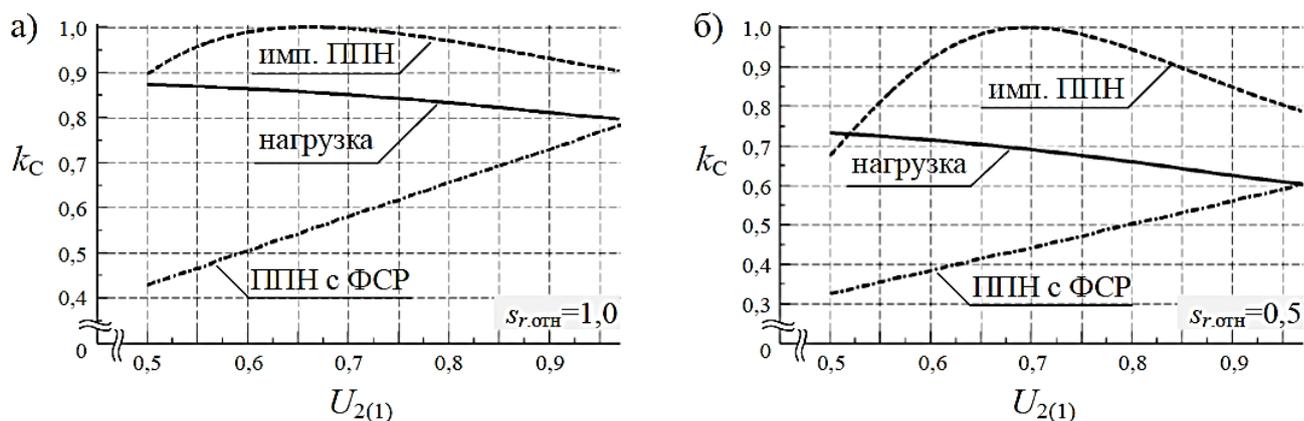


Рисунок 3 – Графики коэффициента смещения первой гармоники преобразователей и входных токов нагрузки, в зависимости от амплитуды напряжения первой гармоники при различных размерах нагрузки.

В импульсного преобразователя переменного напряжения коэффициент сдвига входного тока превышает коэффициент мощности нагрузки во всем диапазоне регулировки рабочего напряжения, что является важным преимуществом по сравнению с тиристорными аналоговыми преобразователями. Даже в точках, близких к холостому ходу двигателя, входной коэффициент преобразователя переменного напряжения может достигать $k_c = 1$.

Силовая схема импульсного преобразователя переменного напряжения способна выполнять заданную функцию при улучшении качества индикаторов электромагнитных событий. Временные диаграммы токов и напряжений, а также энергетические параметры преобразователя переменного напряжения, показатели качества использования элементов преобразователя согласуются с результатами аналитического моделирования, но напряжение питания зависит от несимметричной трёхфазовой системы. В особых случаях в результате ненулевого напряжения в общей точке нагрузки увеличивается амплитуда напряжения в оборудовании силовой схемы, особенно в оборудовании параллельных выключателей, что следует принимать учитывать при проектировании и постановке на производство. К ключевому оборудованию рекомендуется применять надбавку напряжения не менее 30%. Средняя арифметическая погрешность расчета энергетических показателей, характеризующих баланс мощности преобразователя переменного напряжения, находится в пределах 0,8-15,4% по сравнению с аналитическим и компьютерным моделированием. В привычном пусковом режиме преобразователь позволяет ограничивать амплитуду входного тока и одновременно управлять дроссельной скоростью двигателя.

Благодаря регулировке преобразователя напряжения, не только позволяет увеличить коэффициент мощности управляемого двигателя, но и отношение входного тока к мощности, что является основной важной особенностью по сравнению с фазорегулирующей структурой, отношение входного напряжения к мощности. Коэффициент изменения входного также превышает 0,99, а это означает, что часть составляющей изменения пренебрежимо мала при полной мощности.

Результаты исследований позволяют повысить энергоэффективность асинхронных электродвигателей, работающих при переменных нагрузках и без необходимости регулировки скорости до новых высот развития.

Разработанное устройство может быть использовано не только в электрических цепях, но и во многих устройствах, требующих улучшенных характеристик электромагнитного поля, что требует регулировки изменяющегося напряжения. Разработанные модели, методы и программное обеспечение ЭВМ позволяют проектировать преобразователь в соответствии с требованиями различных систем.

Список использованных источников:

1. Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы. Ашхабад, 2018.
2. Горлова Т.В. Электропривод, его состояние и перспективы / Т.В. Горлова, В.П. Обрусник // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – Томск: Изд. ТУСУР, 2015. – № 1 (35).
3. Асинхронный электропривод с тиристорными коммутаторами / Л.П. Петров, В.А. Ладензон, М.П. Обуховский, Р.Г. Подзолов. – М.: Энергия, 1970.
4. Цытович Л.И. Тиристорный преобразователь с интегрирующим фазосдвигающим устройством для мягкого пуска асинхронных электродвигателей / Л.И. Цытович, С.И. Шкаликов, М.М. Дудкин // Проблемы энергетики. – 2005. – № 7-8

ЯВЛЕНИЕ СТРЕССА В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Брестский государственный технический университет. Ст. преподаватели кафедры технологии строительного производства.

Стресс — неотъемлемый компонент любого работающего человека. Рассмотрим этот компонент с точки зрения охраны и безопасности труда. Не всякий стресс вреден, на определенном уровне эмоциональных ощущений он приводит к новым толчкам для качественного выполнения работы. Доктор Ганс Селье вплотную занимался концепцией стрессовых состояний и выделил основные три формы:

- эвстресс – положительно влияет на человека, заряжает его энергией, улучшает концентрацию внимания, способствует креативности и новизне в работе;
- дистресс – он неподвластен контролю человека, от этого стресса в организме выделяются химические вещества, повышающие пульс и чувство тревоги, человек находится на распутье – бороться или убежать;
- гиперстресс – опасное состояние для здоровья человека, вызывает психологические срывы и сердечно-сосудистые заболевания.

Дистресс и гиперстресс опасные состояния, которые могут привести к несчастному случаю, к травме, к профессиональному заболеванию человека. Как стресс влияет на состояние и качество нашей работоспособности и на безопасность нашего труда? При отсутствии напряжения любая работа может выполняться небрежно или совсем не выполняться, с ошибками. Наоборот, если напряжение слишком сильное, работник может постоянно отвлекаться или непомерно сосредотачиваться. При этом качество работы очень низкое. Сильный стресс ухудшает координацию и концентрацию. Формируется психическое состояние человека в процессе производственной деятельности. Длительное состояние стресса может спровоцировать нарушение физической активности человека и заболевание психики. В безопасной жизнедеятельности человека все большее значение приобретает человеческий фактор и психические свойства личности. Психология безопасности трудовых отношений – это одно из необходимых звеньев в структуре мероприятий по безопасности труда. Травматизм, профессиональные заболевания и несчастные случаи на производстве зависят также и от организационно-психологических причин. А это особенности характера человека, самодисциплина, его темперамент, стрессоустойчивость.

Что такое «психическое состояние»? Это один из возможных режимов жизнедеятельности человека, на физиологическом уровне отличающийся определенными энергетическими характеристиками, а на психологическом уровне – системой психологических фильтров, обеспечивающих специфическое восприятие окружающего мира. В настоящее время технологии развиваются настолько стремительно, что человек не успевает за ними. У каждого человека свои индивидуальные психофизиологические свойства. Опыт показывает, что в основе несчастных случаев, а это 70-90%, заложены психологические причины.

Наиболее важным является рассмотрение психических состояний по уровню напряжения т.к. этот признак наиболее существенен с точки зрения влияния состояния на эффективность и безопасность деятельности.

Умеренное напряжение — нормальное рабочее состояние, возникающее под мобилизирующим влиянием трудовой деятельности. Оно сопровождается умеренным

изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий. Умеренное напряжение соответствует работе в оптимальном режиме. Оптимальный режим работы осуществляется в комфортных условиях, при нормальной работе технических устройств. Можно сказать, что состояние умеренного напряжения является оптимальным и допустимым для безопасных условий труда. В этом рабочем состоянии стресс отсутствует.

Повышенное напряжение сопровождается деятельностью, протекающей в экстремальных условиях. Экстремальные условия — условия, требующие от работающего максимального напряжения физиологических и психических функций, резко выходящих за пределы физиологической нормы. Экстремальный режим - это режим работы в условиях, при которых у работника возникает состояние гиперстресса. Это состояние приводит к повышенному утомлению и психологическим срывам. Повышенное напряжение может провоцировать несчастные случаи и травмы на производстве.

Интеллектуальное напряжение — напряжение, вызванное частым обращением к интеллектуальным процессам при формировании плана обслуживания, обусловленное высокой плотностью потока проблемных ситуаций обслуживания.

Физическое напряжение — напряжение организма, вызванное повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека.

Эмоциональное напряжение — напряжение, вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью либо длительным напряжением прочих видов.

Важным показателем состояния организма является работоспособность, которая зависит от возраста, гендерных особенностей, состояния здоровья, моральных и материальных стимулов. В течение рабочего дня она меняется.

Данные статистики говорят, что 60-80% несчастных случаев на рабочих местах связаны со стрессом, причем некоторые из них затрагивают не один десяток людей. 40 процентов текучести кадров обусловлены стрессом. В плане финансовых затрат стресс на рабочих местах обходится государству в крупную сумму в год. Это затраты, являющиеся следствием несчастных случаев, травм, профзаболеваний, прогулов, текучести кадров, падения производительности труда; медицинские, юридические, страховые расходы; компенсационные выплаты, расходы по административным разбирательствам и правонарушениям.

На продуктивность труда влияют следующие последствия стресса:

- физические (головные боли, ослабление иммунной системы, проблемы с сердечно-сосудистой системой, диарея, сыпь и т.п.);
- психологические (усталость, тревожность, депрессия, апатия, злость, истощение, равнодушие и т.п.);
- личные проблемы (резкие перепады настроения, рассеянность, злоупотребление алкоголем, сигаретами; тирания и т.п.)

Как же выходить из стрессовых ситуаций? В начале нашей статьи мы говорили о полезном стрессе, который мотивирует человека на достижение результатов. Ведь избежать стрессовых ситуаций на работе или в личной жизни невозможно. Где же грань безопасности всех этих форм стресса? Первое – это планирование своего цикла деятельности и самодисциплина, контроль ситуации. Второе – пытаться избегать монотонности и однообразия в работе. В-третьих – уметь расслабляться: сменить род деятельности на пять-десять минут, сделать физкультпаузу, прогуляться в перерыве, обратиться к коллегам со своими проблемами.

В мире высоких технологий человеку трудно отказаться от работы круглые сутки, постоянно быть «на связи». Это позволяет добиваться с одной стороны успехов в работе, а с другой повышает напряжение и провоцирует стресс. Необходимо выбирать более медленный темп работы, как советуют русские народные пословицы: «торопись медленно» «успеваает тот, кто не торопиться». Ну и конечно использовать «умственные паузы». При первых признаках стресса необходима моментальная реакция – расслабление, смена ритма, упражнения и юмор.

Важной мерой профилактики стресса является обоснование и внедрение в производственную деятельность наиболее целесообразного режима труда и отдыха. Это необходимо в производственных процессах, которые сопровождаются большими затратами энергии или постоянным напряжением внимания.

Последнее время для снятия нервно-психического напряжения, борьбы с утомлением, восстановления работоспособности довольно успешно используют функциональную музыку, а также кабинеты релаксации или комнаты психологической разгрузки. В основе благоприятного действия музыки лежит вызываемый ею положительный эмоциональный настрой, необходимый для любого вида работы. Вместе с тем музыка не только улучшает настроение работающих, но и повышает работоспособность и производительность труда и является неоспоримым фактором для увеличения безопасности труда.

Подведем итоги:

- заранее планируем мероприятия реагирования на первые признаки стресса (предупрежден, значит вооружен);
- проводим анализ, в каких ситуациях чаще всего проявляется стресс, учимся распознавать соответствующие сигналы;
- оцениваем срочную проблему, вызывающую стресс: выделяем то, что важно;
- используем приемы расслабления;
- контролируем путем самодисциплины вспышки гнева и раздражения;
- чаще отдыхаем, на 10-15 минут изменяем род деятельности;
- занимаемся общественной работой;
- тщательно следим за своим здоровьем;
- проводим границы между работой и личной жизнью;

И в заключение. Не ждите до последнего! Если вы чувствуете, что не можете управлять стрессом, постарайтесь внести в работу какие-нибудь положительные изменения. Поговорите с руководством, обсудите с ним ситуацию. Получайте дополнительное образование — это откроет перед вами новые интересные перспективы, вы найдете единомышленников. Верьте в себя и в свои способности и все у вас получится!

Список использованных источников:

1. Производственные психические состояния. [Электронный ресурс].–2019.– Режим доступа–<https://studopedia.ru/144834proizvodstvennie-psihicheskie-sostoyaniya.html>. Дата доступа 21.03.2021
2. Производственные психические состояния. [Электронный ресурс].–2019.– Режим доступа: <https://bgdstud.ru/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/635-proizvodstvennye-psixicheskie-sostoyaniya.html>. Дата доступа 21.03.2021
3. Как располагать к себе людей. Карнеги Д., 2011.-720с.

Muhammedova O.S., Danatarova M.S., Garlyyeva A.

DESIGN TO INCREASE SOLAR COLLECTOR EFFICIENCY BY INCREASING THERMODYNAMIC PERFORMANCE OF HEAT CARRIER

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели, студент.

The energy potential of renewable energy sources in Turkmenistan is estimated at 110 billion tonnes of conventional fuel per year, solar and wind energy are considered to be more efficient. Solar energy is considered to be the largest source of renewable energy. The Earth receives about $3.9 \cdot 10^{24} J = 1.08 \cdot 10^{18}$ kWh of solar radiation per year, which is 10,000 times more than the annual energy demand of mankind and is more than the world's hydrocarbon and nuclear fuel reserves.

The most visible use of solar energy is — water and air heating. There are numerous technical solutions available in hot water supply, heating, water treatment, drying and even cooling of agricultural products by using Solar energy. The most widely uses are hot water for household needs and solar heating installations.

Solar heat systems are heat energy converters in the first phase of solar radiation. Active and passive systems are distinguished within the thermal solar systems. Active heat Solar systems include a variety of solar systems, such as a solar-powered solar collector (collector). Passive elements in themselves envision elements of building construction, such as a window on the south façade or a window shaded with the help of the roof top (roof) of a building during the summer. Solar collectors are considered to be one of the main components of solar heaters. These components include the absorption of solar radiation, its conversion to thermal energy, and the transfer of thermal energy to heat carriers.

There are different types of solar collectors (classes). Depending on the temperature of the collectors, the collectors are divided into low-temperature, medium and high-temperature. In addition, concentrating and non-concentrating collectors are distinguished. The classification of collectors in this textbook is carried out depending on the heat carriers used (liquid or air). Air used as a heat carrier in air collectors and water, non-freezing mixture (for example glycol), as well as special mixtures of salts heated to temperatures above 500°C in the liquid collectors.

Liquid collectors. There are four main types of liquid collectors: flat; with neomirror (absorber); vacuated; concentrating;

Absorber is considered to be the main element of the solar collector, Absorber is mainly made of copper and aluminum, which has a good heat transfer coefficient, and is considered to be corrosion resistant. There are also absorbers made of stainless steel or plastics (for example, polypropylene). In the non-ferrous metals markets, the price of copper is more expensive than aluminum, so the sheets of the absorber are made of aluminum and the tube is made of copper. Such a combination was made possible by the development of ultrasonic welding, which allows the copper to be heated (welded) to aluminum.

Selective Coating is a thin coating (150-200 nm) applied to the absorber and enhances the efficiency of the solar collector. The selective coating is well absorbed by short-wave radiation (i.e., solar radiation), while at the same time having low reflectivity in the infrared spectrum. The main property of selective coating evaluation is the ratio of absorption and reflectance.

$$\mathcal{E} = \alpha/\varepsilon$$

where α – is the absorption or absorption coefficient, which is defined by the absorbed part of the solar radiation falling;

ε – is the reflectance coefficient, which indicates which part of the long-wavelength spectrum is reflected;

ε – The larger the coefficient, the better the selective coating. Many commercial products with $\alpha = 0.95$, $\varepsilon = 0.05$ and $\varepsilon = 19$.

Transparent coating to light. Transparent heat insulation is considered for the solar collector. A special glass with low iron content (high concentration of iron) or a transparent plastic is used as a light transparent coating. The transmission coefficient for the solar collector is calculated as the measure of the transparent coating to light.

The transmission coefficient (τ) is the percentage of Sunlight that passes through this mirror, for example for a special mirror it is 0.97, i.e. the loss is 3% when the beam is reflected and absorbed. The insulated housing (body) serves to connect the main components of the solar collector. The housing is made of aluminum, zinc, iron, synthetic materials or wood. The housing gives the collector mechanical strength.

Insulation for the heat collector is made of standard insulation materials (eg polyurethane, fiberglass, mineral cotton). Their heat transfer coefficient is small. One of the requirements for insulation is temperature stability.

Heat carrier. Water, a mixture of water, antifreeze or a special mixture of salt can be used as a heat carrier for the solar heat collector. The heat carrier must meet the following requirements: The heat capacity coefficient must be high, the coefficient of absorption must be low, it must be harmless, and it must not cause corrosion for the pipelines of the system. To this end, I have undertaken research in this diploma project by designing heat supply through the use of solar collectors in residential buildings. Let's illustrate the scheme of the solar heating system in residential buildings.

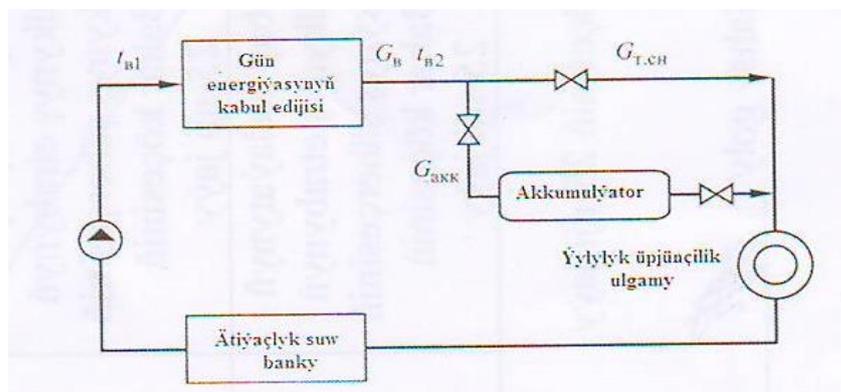


Fig. 1 – Schematic diagram of the solar heating system in residential buildings

The daily heat consumption of the heat supply system is determined by the formula:

$$Q_{day} = 24 \cdot 3600 \cdot Q_{y.uy} = 24 \cdot 3600 \cdot 1 = 86,4 \text{ Mj.}$$

where 24 is the number of hours of the day;

3600 – seconds in one hour;

Q – The power supply system of the building under consideration.

The equilibrium heat balance of the solar energy receiver can be written as follows:

$$Q_{day} = Q_{rec}$$

From this equation, it is possible to determine the surface area of the flux-shaped F solar plate receiver: $24 \cdot Q_{y.uy} = E \cdot \eta_{rec} \cdot F \cdot \tau_{illum}$.

The amount of water consumed by the solar energy receiver is determined:

$$24 \cdot Q_{y.uy} / E \cdot \eta_{rec} \cdot F \cdot \tau_{illum} = 24 \cdot 1 \cdot 10^3 / 550 \cdot 0,8 \cdot 5 = 24 / 2,2 = 10,9 \text{ m}^2$$

The amount of water consumed by the solar energy receiver is determined:

$$G_s = \frac{Q_{day}}{C_p \cdot (t_{s2} - t_{s1}) \cdot \tau_{illum} \cdot 3600} = \frac{24 \cdot Q_{y.u}}{C_p \cdot (t_{s2} - t_{s1}) \cdot \tau_{illum}} = \frac{24 \cdot 1 \cdot 10}{4,19 \cdot (45 - 32) \cdot 5} = 0,088 \text{ kg/sec}$$

where C_p is the heat capacity of the water $C_p = 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

t_{s1} t_{s2} – the initial and final temperatures of the working body (water).

$$G_s = \frac{Q_{sut}}{C_p \cdot (t_{s2} - t_{s1}) \cdot \tau_{illum} \cdot 3600} = \frac{86,4 \cdot 10}{41900 \cdot 13 \cdot 5 \cdot 3600} = \frac{86,4}{980,5} = 0,088 \text{ kg/sec}$$

Water consumption to the building's heat supply system is calculated according to the following formula:

$$G_{y.u} = \frac{Q_{y.u}}{C_p \cdot (t_{s2} - t_{s1})} = \frac{1}{4,19 \cdot (45 - 32)} = 0,018 \text{ kg/sec}$$

The water consumption of the accumulative heat energy accumulator is determined:

$$G_{akk} = G_s - G_{y.u} = 0,088 - 0,018 = 0,07 \text{ kg/sec}$$

The capacity of the battery can be determined by the following formula:

$$V = G_{akk} \cdot \tau_{yag} \cdot \frac{1}{\rho} = 0,07 \cdot 5 \cdot 3600 \cdot \frac{1}{1000} = 1,26 \text{ m}^3 = 1260$$

Where $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Conclusion: We can see the heat energy supplied to the heat supply system at the expense of solar collectors. 115 l hot water per person per day is consumed. $Q = 407$ watts of energy is consumed. If we get 994kW of energy from the heat of the smoke and the energy we use from the solar collector, it saves 1155107.0 m^3 / h in 1 year.

Кривицкий П.В., Шелест Е.В., Голуб К.В.

РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С ЭФФЕКТИВНО РАСПОЛОЖЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Брестский государственный технический университет. Заведующий лабораторией, к.т.н., доцент; младший научный сотрудник; инженер отраслевой лаборатории «Научно-исследовательский центр инноваций в строительстве».

Применение в балках перевода (отгиба) части продольной предварительно напрягаемой арматуры из нижней зоны в пролете, в верхнюю на опорах способствует значительному повышению трещиностойкости наклонных сечений при существенном снижении количества поперечного армирования приопорных зон, а в ряде случаев позволяет и вовсе отказаться в конструкциях от поперечного армирования. При использовании отгибаемой предварительно напряженной арматуры создаются благоприятные условия для экономии бетона за счет уменьшения толщины стенки и сокращения веса конструкции за счет придания им целесообразных форм. При применении конструкций с ломанным нижним поясом возникает возможность при прямолинейном армировании добиться тех же преимуществ, что при использовании отогнутой арматуры. Однако, как показывают результаты исследований [1, 2, 3], роль предварительно напряженных отгибов канатов в оценке сопротивления действию внешних усилий имеет неоднозначность и даже определенную противоречивость.

Концепция классической модели ферменной аналогии впервые была предложена в начале XX века инженерами W. Ritter [4] и E. Mörsch [5], которая в первом

приближении рассматривает проблему передачи среза в железобетонном элементе при наличии диагональных трещин. Согласно данной модели в железобетонных элементах с поперечным армированием главные растягивающие напряжения являются причиной появления диагональных трещин, направленных под углом к продольной арматуре. Данные трещины делят бетон на серию диагональных бетонных подкосов, которые подвержены одноосному сжатию. Вместе с продольной арматурой и сжатой зоной бетона балки бетонные подкосы формируют ферменную модель, которая оказывает сопротивление возникающим от внешнего воздействия касательным напряжениям. Для упрощения бетонные подкосы авторами предлагалось направлять под углом 45° к продольной оси элемента.

Классическая ферменная модель инженеров W. Ritter и E. Mörsch является прекрасным инструментом для понимания сути расчета, а выражения, получаемые из условия равновесия, очень просты. К сожалению, результаты по этим выражениям не всегда сходятся с экспериментальными.

Для уточнения результатов, получаемых по модели ферменной аналогии, в дальнейшем теория подвергается трем важным дополнениям. Первым важным введением, предложенным учеными P. Lampert и B. Thürlimann [6], является обобщение теории определения угла наклона сжатого бетонного подкоса. Они предположили, что угол может отклоняться от значения 45° . На основе выдвинутой теории исследователи получили основные уравнения равновесия, которые могут объяснить, почему и продольная и поперечная арматура при различном процентном соотношении может достигать предела текучести при разрушении. Их теория известна как модель ферменной аналогии с переменным углом сжатого подкоса, где пластичность материала предложено считать показателем разрушения. В той связи метод был назван пластической моделью ферменной аналогии.

Второе, не менее важное введение, предложенное профессором M. P. Collins [7] — это получение условий совместности деформаций, которые определяют угол наклона бетонного подкоса. В результате угол наклона сжатого подкоса и угол наклона главных сжимающих напряжений и деформаций предложено принимать одинаковыми. Эта теория получила название теория полей сжатия. В тоже время автор утверждает, что предложенная теория нераздельна с моделью ферменной аналогии. Положения главных деформаций и напряжений могут быть получены графическим способом путем построения кругов Мора.

Третье введение — открытие эффекта разупрочнения бетона между диагональными трещинами в условиях плоского напряженного состояния, предложенного исследователями J. R. Robinson и J. M. Demorieux. Количественно описание этого феномена представлено профессорами M. P. Collins и F. J. Vecchio [8]. Авторы предложили трансформированную диаграмму деформирования бетона, в которой эффект разупрочнения зависит от соотношения главных растягивающих и сжимающих деформаций.

Предложенная в 1986 году M. P. Collins и F. J. Vecchio [9] модифицированная теория полей сжатия, учитывает растягивающие напряжения в бетоне между наклонными трещинами (рисунок 1а и 1б).

Основные допущения и предпосылки метода:

- 1) Для каждого деформированного состояния (читай сечение 1-1 и 2-2 рисунок 1а) соответствует только одно напряженное состояние;
- 2) В расчетах используются средние значения деформаций и напряжений, определяемые на участке между несколькими трещинами;
- 3) Направления главных деформаций и главных напряжений совпадают.

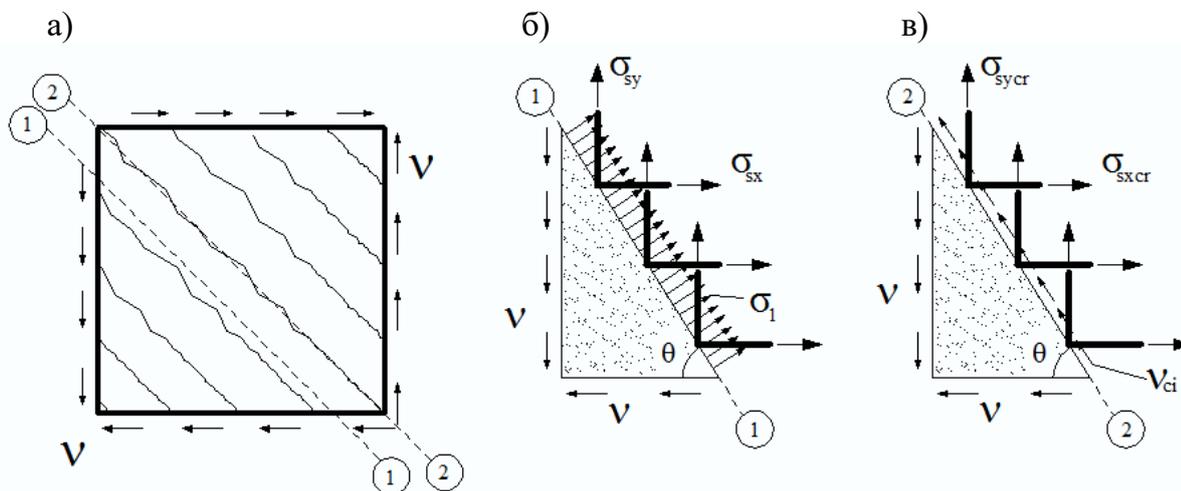


Рисунок 1 – Плоский элемент, воспринимающий «чистый сдвиг» (а), распределение внутренних усилий в сечениях 1-1(б) и 2-2(в)

Разрушение элемента, считают авторы, может происходить не только от действия главных растягивающих напряжений по сечению 1-1, но также за счет локальных напряжений, действующих в трещине сечение 2-2 (рисунок 1а, в). Для составления уравнений равновесия рассматривается идеализированная модель, как серия параллельных трещин, направленных под одинаковым углом к продольной оси со средним шагом. В свою очередь, авторы ограничивают средние главные напряжения в бетоне с трещинами, чтобы разрушение элемента происходило по механизму зацепления по берегам трещин, который заложен в методе *MCFT*.

Выводы:

1. Комбинация условий равновесия, совместности деформаций и применение трансформированных диаграмм деформирования для бетона позволила получить теорию, которая дает с хорошей точностью результаты в сравнении с экспериментальными данными.

2. Учет растягивающих напряжений в бетоне между наклонными трещинами в модели *MCFT* дает более четкое представление о работе бетона в условиях плоского напряженного состояния.

3. Введение составляющей бетона за счет зацепления по берегам наклонной трещины в модели *MCFT* предоставляет возможность получить фактическую несущую способность железобетонного элемента при срезе.

Список использованных источников:

1. Междуэтажные перекрытия переменной высоты тепловых и атомных станций. Старостин В.Ф., Тритчер Ю.К., Сасонко Л.В. и др./ Бетон и железобетон/. – 1986.– №1 – с. 8-10.
2. Чупак Н.М. Работа железобетонных балок с отогнутой преднапрягаемой арматурой./ Совершенствование строительных конструкций и строительного производства. – Кишинев: Штинца. – 1984. – с. 76-81.
3. Техничко-экономические показатели стропильных балок с отогнутой продольной арматурой./ Цыганков Н.Н., Дмитриев Ю.В., Сасонко Л.В. и др./ Промышленное строительство/.– 1970. – №10 – с. 21-22.
4. Ritter, W. Die bauweise hennebique / W. Ritter // Schweizerische Bauzeitung. – 1899, V. 33, № 7. – pp. 59-61.
5. Mörsch, E. Concrete-Steel Construction / E. Mörsch // McGraw-Hill (English translation by E. P. Goodrich). – New York, 1909.

6. Lampert, P., and Thurlimann, B., 1971, "Ultimate Strength and Design of Reinforced Concrete Beams in Torsion and Bending," IABSE, No. 31-I, pp. 107-131.
7. Collins, M. P. Toward a Rational Theory for RC Members in Shear / Journal of Structural Division, ASCE. – 1978, V. 104, No. 4. – pp. 649-666.
8. Vecchio, F., Collins, M. P. Stress-Strain Characteristics of Reinforced Concrete in Pure Shear / F. J. Vecchio, M. P. Collins // Final Report, IABSE Colloquium on Advanced Mechanics of Reinforced Concrete. – Delft, 1981. – pp. 211-225.
9. Mitchell, D. Diagonal Compression Field Theory – A Rational Model for Structural Concrete in Pure Torsion / D. Mitchell, M. P. Collins // ACI JOURNAL, Proceedings. – 1974, V. 71. – pp. 396-408.
10. Vecchio, F. J. M. P. The Modified Compression Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear / F. J. Vecchio, M. P. Collins // ACI JOURNAL, Proceedings. – 1986, V. 83, No. 2, Mar.-Apr., pp. 219-231

Гараханова Г.А., Аннакулыев М., Нязлиева М.Д., Ходжаев Дж.Я.

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ТУРКМЕНИСТАНА

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель, студенты.

Современное энергетическое хозяйство национальной экономики включает в себя всю совокупность предприятий, установок и сооружений, а также связывающих их хозяйственных отношений, которые обеспечивают функционирование и развитие добычи энергоресурсов и всех процессов их преобразования до конечных установок потребителей включительно. Электроэнергетика — это часть топливно-энергетического комплекса, обеспечивающая производство и распределение электроэнергии.

Туркменистан — страна которая полностью обеспечивает собственные потребности в электрической энергии и является их нетто-экспортером. В топливно-энергетическом балансе страны доминируют природный газ и нефть. Спрос на электроэнергию в стране удовлетворяется в основном за счет природного газа.

Основные производственные и экономические отношения, возникающие в связи с производством, преобразованием, передачей и потреблением электрической (тепловой) энергии, возлагаются на Министерство энергетики Туркменистана. Министерство энергетики Туркменистана – орган, осуществляющий государственное регулирование в области электроэнергетики. Министерство энергетики Туркменистана:

- ведёт государственную политику в области электроэнергетики;
- разрабатывает основные принципы и приоритетные направления экономических преобразований в сфере электроэнергетики;
- разрабатывает государственные программы развития электроэнергетики.

Государственная электроэнергетическая корпорация «Туркменэнерго» — одна из крупных структурных единиц Министерства энергетики Туркменистана. В настоящее время в систему Государственной электроэнергетической корпорации «Туркменэнерго» Министерства энергетики Туркменистана входят: 12 государственных электростанций и одна гидроэлектростанция, ставшая своеобразным

музеем энергетической отрасли страны; а также 6 производственных объединений; специализированное производственное объединение «Туркменэнергоабатлайыш»; предприятие «Довлетэнергогозегчилик»; управление городского освещения; предприятие «Энергоэнджам»; торгово-снабженческое предприятие «Марыэнергоупчинчилик».

Первое электроэнергетическое сооружение Туркменистана — Гиндикушская гидроэлектростанция, построенная на берегу реки Мургап в 1913 году. На электростанции установлены 3 гидротурбины с общей суммарной мощностью 1,2 МВт. На этой электростанции, ставшей своеобразным музеем энергетической отрасли, и до настоящего времени продолжается генерация электрической энергии.

Действующие государственные электростанции Туркменистана — это электростанции с газовыми или паровыми турбинами, а также парогазовые электростанции комбинированного цикла. На следующем рисунке показана выработка каждой электростанции страны.

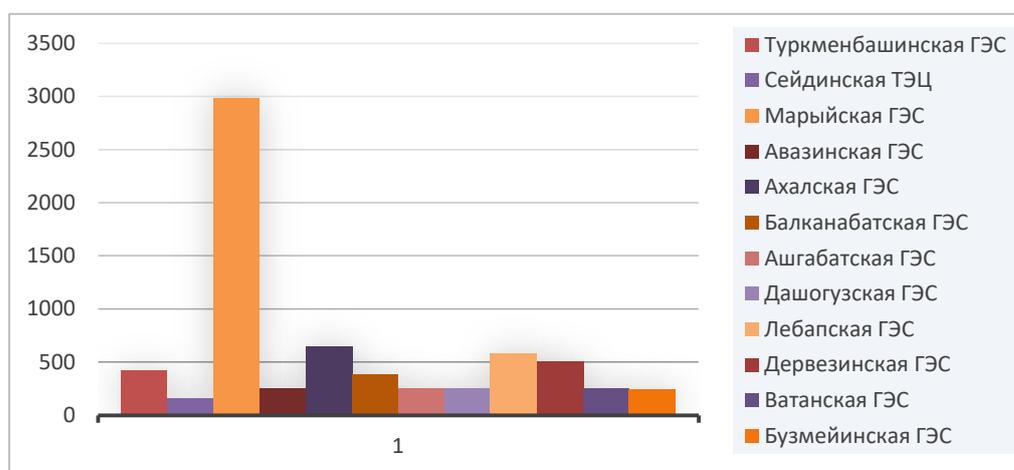


Рисунок 1 – Удельный вес каждой электростанции в общем объеме генерируемой электроэнергии

На сегодняшний день общая установленная мощность всех электростанций составляет около 7000 МВт. Как видно из диаграммы Марыйская государственная электростанция обладает большим удельным весом, она является флагманом туркменской энергетики. На ее территории в сентябре 2018 года была введена в эксплуатацию уникальная в регионе парогазовая электростанция комбинированного цикла мощностью 1574 МВт. Эта электростанция позволила значительно снизить количество выбросов в окружающую среду за счет внедрения новых технологий. Следовательно, эта электростанция рентабельна не только в экономическом, но и в экологическом плане. Электростанции были вручены следующие сертификаты: сертификат «За устойчивость и эффективность» Института энергии Max Planck, сертификат Американского фонда здоровой экологии, подтверждающий экологическую безопасность электростанции, сертификат «Высокотехнологичный энергетический объект» Швейцарского федерального технологического института.

14 января 2021 года сдана в эксплуатацию Линия электропередачи по направлению Керки (Туркменистан) – Шибрган (Афганистан) протяженностью 153 километра и напряжением 500 кВ, которая является частью проекта ЛЭП «Туркменистан – Афганистан – Пакистан». Данный проект нацелен на создание инфраструктуры для экспорта и импорта электроэнергии между тремя странами. Так, электроэнергия из Туркменистана будет подаваться в ряд городов Афганистана, в частности Мазари-Шариф, с дальнейшим выходом на города Пакистана [2].

За последние годы в Туркменистане были приняты и реализованы законодательные инициативы, президентские Программы и Концепции в сфере электроэнергетики. Так, принятие «Концепции развития электроэнергетической отрасли Туркменистана на 2013-2020 годы» стало качественно новой вехой в истории развития отрасли. В соответствии с Концепцией в разных регионах страны построены новые электростанции.

Основные программы по развитию энергетики Туркменистана.

- Государственная программа по энергосбережению на 2018-2024 годы.
- Государственная программа по развитию строительного и энергетического комплекса Туркменистана на 2019-2025 годы.
- Программа по развитию энергетической дипломатии Туркменистана на 2021-2025 годы.
- Национальная стратегия Туркменистана по развитию возобновляемой энергетики до 2030 года.

Основные программы по развитию энергетики Туркменистана смогут вывести страну на мировой рынок энергоресурсов. Вследствие принятия Государственной программы по энергосбережению в Туркменистане проводятся крупномасштабные работы. Поддерживая усилия международного сообщества по сокращению выбросов парниковых газов, наша страна планомерно переходит к «зеленой экономике», использованию современных экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий в промышленности и социальной сфере.

Список использованных источников:

1. Программа по развитию строительной и энергетической инфраструктуры Туркменистана на 2019-2025 гг. Ашгабат 2019.
2. «Системное тарифное регулирование в энергетической отрасли: теория, методология, практика» Монография, Москва Издательство МЭИ 2022г.
3. Статистический ежегодник Туркменистана по 2008-2021 гг.

Гурбанова Г.Я., Атабаев Г.О.

ГЕНЕРАТОР И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ТРАНСФОРМАТОР) МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель, студент.

Настоящее изобретение относится к устройству электромагнитного диполя и методу его применения для преобразования излучаемой энергии, которая обычно теряется (не используется), в полезную энергию. Диполь, как в антенных системах, приспособлен для использования с пластинами конденсатора таким образом, что мощный токовый компонент становится полезным источником электроэнергии.

Изобретение относится к нагруженным дипольным антенным системам и их электромагнитному излучению. Когда устройство используется в качестве трансформатора с соответствующей системой сбора энергии, оно становится трансформатором/генератором. Это изобретение собирает и преобразовывает энергию, излучаемую и теряемую обычными устройствами. Это изобретение отличается новым и полезным подходом к конструкции устройств генерирования и

преобразования излучаемой и теряемой в процессе магнитной энергии в полезную электрическую энергию. Измерения (гаус-метром) показывают, что много энергии из обычных электромагнитных приборов излучается в окружающее пространство и впустую теряется. Для обычных генераторов-преобразователей, радикальные изменения в физической конструкции позволяют улучшить доступ к имеющейся энергии. Было установлено, что создав диполь и встроив пластины конденсатора под прямым углом к потоку, возможно, преобразовать магнитные волны обратно в полезную электрическую (измеряемую в кулонах) энергию. Магнитные волны, проходя через пластины конденсатора, не снижают интенсивности, что дает полный доступ к имеющейся энергии. Может быть использован один конденсатор или, при желании, большое число пластин. Каждый конденсатор позволяет снять точную копию полной силы и действия энергии магнитных волн. При этом источник излучения не ослабляется или деградирует, как происходит в обычных трансформаторах. Наилучший метод использования этого изобретения. Это изобретение можно применять для любых нужд потребления электрической энергии. Небольшой размер и высокая эффективность устройства является привлекательной чертой особенно в удаленных районах без электричества, домах, учреждениях, магазинах, общественных местах и т.п.

Неподвижный электрический генератор состоит, по крайней мере, из одного постоянного магнита, в сочетании с ферромагнитным сердечником снабженным, по меньшей мере, одним отверстием в середине; отверстия и магниты, размещены таким образом, чтобы в отверстии происходил перехват потока от постоянных магнитов проходящего через ферромагнитный сердечник. Первая катушка намотана вокруг ферромагнитного сердечника с целью создания смещения потока от постоянного магнита внутри ферромагнитного сердечника. Второй провод проходит через отверстия, проникающие через ферромагнитный сердечник, с целью перехвата магнитного потока, и извлекает полезную ЭДС. Изменения напряжения на первой катушке смещают магнитный поток постоянного магнита в пространство между отверстиями в основном сердечнике, тем самым вызывая электродвижущую силу вдоль провода, проходящего через отверстия в ферромагнитном сердечнике. симулируя механическое действие электрического генератора.

Данное изобретение показывает способ и устройство для генерации электрической энергии с использованием неподвижных компонентов. Уже давно известно, что изменение магнитного поля через провод будет генерировать электродвижущую силу (ЭДС). При этом провода соединены в замкнутую электрическую цепь, в которой течет электрический ток, способный выполнять работу.

Также давно известно, что при подключении нагрузки к контуру создается противодействующая сила, которая тормозит ротор. Для преодоления этой силы требуется приложить дополнительную механическую энергию, которая пропорциональна получаемой электрической энергии. Поэтому правильнее будет создавать изменение магнитного потока через контур с помощью электронного управления этим потоком, а не механическим движением. Сущность изобретения Уже давно известно, что источником магнетизма в постоянных магнитах являются вращающиеся электрические токи в ферромагнитных материалах, сохраняющийся на неопределенный срок в соответствии с четко определенными правилами квантования. В результате чего каждый атом испускает магнитные поля, как миниатюрный электромагнит. Этот атомный ток существует не только в магнитах. Он также существует в обычном металлическом железе, в каком-либо элементе из металлического сплава, то есть, в любом ферромагнетике. В отдельных

ферромагнитных материалах, ориентация оси каждого атомного электромагнита является гибкой. Ориентация магнитного потока изменяется в соответствии с внешним воздействующим магнитным потоком. Такие материалы называются магнитомягкими. Постоянные магниты имеют жесткую магнитную ориентацию оси каждого атома. Отсюда и название «постоянный».

Настоящее изобретение симулирует движение магнита и магнитных полей, без необходимости использования механических воздействий или движущихся частей, для производства электричества. Настоящее изобретение описывает электрический генератор, где магнитное торможение известное как выражение закона Ленца, не выработке электроэнергии. Излучаемый диполем магнитный поток подхватывается пластинами конденсатора, расположенного под прямым углом к диполю. Электроны в потоке получают кручение таким образом, что электрический компонент каждого электрона передает заряд пластинам конденсатора. Основные части: южный и северный компонент активного диполя. Примеры, приведенные здесь, существуют как функционирующие прототипы, построены и полностью проверены в работе изобретателем.

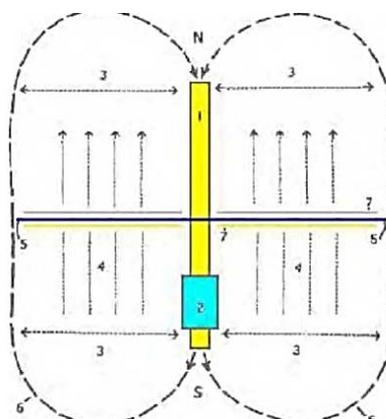


Рисунок 1 – Пояснение способа, где N – северный, S – южный компонент диполя

На рисунке 1 отмечен диполь 1 с полюсами, 2 – резонирующая высоковольтная катушка индуктивности, 3 – электромагнитная эмиссия от диполя, 4 – положение и направление потока соответствующего мощного тока от катушки индуктивности (2). 5 – диэлектрик между пластинами конденсатора 7. В целях пояснения на рисунке показаны линии энергии электромагнитной волны 6.

Цель данного изобретения состоит в том, чтобы предоставить схему для передачи усиленной резонансной мощности на нагрузку. Схема, которая может, принимая исходную энергию на входе передавать её на выход, как усиленную резонансную. Эта энергия генерируется в обмотке обычного трансформатора, если в схему традиционного источника питания добавлен последовательный или параллельный резонансный контур.

Данный метод обеспечивает подачу большего количества энергии на нагрузку, чем при использовании традиционной схемы. Согласно аспектам представленного изобретения вышеуказанная задача может быть выполнена путём изготовления схемы для передачи усиленной резонансной энергии к нагрузке, состоящей из:

- Источника питания (источник напряжения или тока);
- Усилитель мощности (по напряжению или току) для генерации усиленной резонансной энергии;
- Силовой передаточный модуль для передачи усиленной резонансной энергии к нагрузке посредством трансформатора.

Желательно использовать источник или только переменного тока или напряжения или только постоянного тока или напряжения. В идеале усилитель мощности должен включать в себя: первичную обмотку трансформатора; и конденсатор, подключенный к первичной обмотке последовательно или параллельно.

В данном случае усиленная резонансная энергия сохраняется в первичной обмотке. В идеальном случае наведённое сопротивление первичной обмотки трансформатора имеет настолько относительно малое значение, что усилитель мощности может поддерживать резонанс.

Неионные (чистые) электроны. Как источник электрической энергии, неионные электронные пары (дуплеты) присутствуют во вселенной в огромных количествах. Они рождаются в излучениях звездной плазмы. Если фоновые электронные пары выводятся из покоя/равновесия — начинают сближаться или разбегаться в разные стороны, они порождают магнитную и электрическую энергию. От уровня возбуждения (скорость, частота вибрации) зависит энергетический уровень этой среды. Практические методы их возбуждения включают движение катушки индуктивности мимо магнита или наоборот. Лучший способ — это пульсирование (резонирующая индукция) магнитных полей и волн возле катушек. В индукционных (катушечных) системах, магнитные и токовые (ампераж) характеристики — один пакет. Напрашивается вывод, что электроны в состоянии покоя (натуральное неионное состояние) существуют в парах (дуплетах). Когда при возбуждении электрон вынужден удаляться от "напарника", один электрон вращается вправо - (получает правый спин) порождая электрический потенциал (Вольт), а другой вращается влево, порождая магнитную энергию (Ампераж), и один становится негативнее другого. Дальше это позволяет полагать, что когда эти два электрона воссоединяются, мы получаем полезное электричество (Вольт x Ампер = Ватт). До сих пор эта идея полностью отсутствовала в нашей базе знаний, поэтому можно считать предыдущее понятие ампеража (тока электронов?) несовершенным.

Резонанс. Важным фактором в устройствах получения СЕ имеет резонанс. Когда имеется ввиду электронная цепь, трудно сообразить, где резонанс может иметь место. Однако всё имеет свою резонансную частоту, идет ли речь о катушке индуктивности или любых других электронных компонентах. Когда компоненты соединены друг с другом в схему, то вся схема имеет общую резонансную частоту. В качестве простого примера, приведём качель: если качель толкнуть до того, как она достигнет самой высокой точки на маминой стороне, тогда этот толчок будет неэффективным для усиления качения. Время полного качения туда и назад это и есть резонансная частота качели, и определяется длиной подвесных веревок, а не весом ребенка и силой толчка для ее раскачки.

Если выбрать правильно момент толчка, то даже небольшой силы достаточно, чтобы качель качнулась на значительный угол дуги. Ключевой фактор — это сопряжение толчков (импульсов) направленных на качель, с резонансной частотой качели. Правильное сопряжение дает самый сильны размах движения. Если сделать это не верно, качель остановится.

Установить точную скорость (частоту) импульсов для резонансной цепи не особенно легко, поскольку схема содержит катушки (которые представляют собой индуктивность, емкость и сопротивление), конденсаторов (которые представляют собой емкость и небольшое сопротивление и резисторов и проводов, которые имеют сопротивление и некоторую емкость. Эти величины называются "LRC" цепи ("L" является символом для индуктивности, "R" является символом для сопротивления и "C" — это символ, используемый для емкости).

Разаков М.А.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», ассистент.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет", аспирант.

Аннотация. В работе рассмотрены основные направления современных исследований в области обеспечения тепловой энергией городов. Представлены особенности систем теплоснабжения с применением автоматизированных систем управления и мониторинга. Приведена особенность расчета удельного теплопотребления инженерных систем поддержания микроклимата здания по универсальной методике.

Ключевые слова: система теплоснабжения; моделирование; гидравлические режимы; потребители-абоненты; тепловая энергия; авария.

Сегодня город это место, где происходят различные процессы, связанные с человеком. Условия в которых человек совершает свою деятельность очень важны и их необходимо обеспечивать с помощью различных инженерных систем. К одним из важных показателей комфорта места, где происходит жизнедеятельность человека, является тепловая комфортность. Для её обеспечения необходимо качественное обслуживание системы теплоснабжения города. Современные исследования в области теплоснабжения городской среды можно разделить на 4 направления:

1. Обеспечение системы теплоснабжения автоматизированными системами управления и мониторинга (АСУиМ) и их влияние на надежность системы [1-5];
2. Разработка математического аппарата для прогнозирования гидравлических режимов работы системы теплоснабжения [6-10];
3. Повышение надежности системы теплоснабжения с помощью новых способов организации и создание моделей прогнозирования аварийных режимов работы элементов теплоснабжения [11-14];
4. Создание новых и альтернативных методов и способов диагностики различных элементов системы теплоснабжения [15-18];

Необходимо отметить, что направления исследований сопровождаются эмпирическими результатами, полученными на реальных объектах (районах, микрорайонах и т.п.). Развитие городской среды сильно влияет на систему теплоснабжения, усложняя гидравлические режимы и повышая вероятность возникновения аварийных ситуаций. Несмотря на то, что АСУиМ с одной стороны облегчают контроль и управление системой теплоснабжения, с другой стороны данные системы повышают аварийность системы из-за большего количества элементов регулирования. Также для обслуживания современных систем теплоснабжения необходима и более широкая подготовка специалистов.

Текущие модели прогнозирования как аварийных, так и обычных режимов работы основываются только для узкого числа видов абонентов (в основном жилые многоквартирные дома) и определенных климатических (умеренный климатический пояс) и гидравлических условий. Аварийные режимы не учитывают сезонные изменения

химического состава источников водоснабжения или изменения химического состава теплоносителя в системе теплоснабжения и многие другие факторы.

Одной из важных проблем остается изменение гидравлических режимов в системе теплоснабжения, вследствие, подключения новых теплопотребляющих абонентов или изменении потребления тепловой энергии у действующих потребителей. Последние виды абонентов могут возникать, например, из-за изменения в нормативных документах. В Российской Федерации данный факт связан с внедрением новых норм по тепловой защите для гражданских зданий (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»). Новые абоненты могут быть современные предприятия промышленного или гражданского назначения, поэтому их прогнозирование является сложной задачей для действующих инженеров-проектировщиков. В Российской Федерации проектирование тепловой защиты зданий для промышленного назначения дополнительно усложняется отсутствием нормативно-правовой базы для данных типов зданий и сооружений.

В отечественной нормативно-правовой базе прошлых лет существовали ведомственные строительные нормы (ВСН), которые сейчас являются недействующими. В них приводились удельные показатели, отнесенные к единице продукции предприятий. Современные компании стремятся к multifunctional деятельности, что тоже усложняет процесс проектирования теплопотребляющих инженерных систем и делает данные показатели не актуальными. Поэтому необходима типизация энергетических (в области теплопотребления) потребителей по обобщенным показателям. Например — теплопотребление инженерных систем поддержания микроклимата отнесенному к внешнему объёму здания или сооружения. Данный метод впервые был разработан проф. В.М. Чаплиным в начале XX века. Сегодня данный метод активно развивается В.И. Прохоровым и рядом других авторов. [19-21]. Также необходимы исследования современных теплопотребляющих технологических процессов. В первичном варианте возможно частичное использование ВСН последних изданий или обязательная разработка технических условий (ТУ) для каждого предприятия.

Заключение. Для точного моделирования и проектирования систем теплоснабжения необходима типизация всех видов абонентов гражданского и промышленного назначения, а также исследование прочих факторов влияющих на тепловые и гидравлические режимы работы.

Список использованных источников:

1. Гревенюк, Г. Г. Математическое моделирование как инструмент поддержки принятия решений в задачах управления теплоснабжением города / Г. Г. Гревенюк // Автоматика и телемеханика. – 2006. – № 5. – С. 142-150.
2. Повышение эффективности эксплуатации систем централизованного теплоснабжения на основе применения информационной системы мониторинга тепловых сетей / С. В. Косяков, А. М. Садыков, В. В. Сенников, В. В. Смирнов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 2. – С. 57-66. – DOI 10.17588/2072-2672.2018.2.057-066.
3. Разработка автоматизированной системы физико-химического контроля теплоносителя в системе ТЭС - закрытая тепловая сеть / Н. Д. Чичирова, А. А. Чичиров, А. И. Ляпин, Д. Ю. Матвеев // Труды Академэнерго. – 2010. – № 2.
4. Reliability monitoring of heat supply networks / V. N. Melkumov, S. N. Kuznetsov, K. A. Sklyarov, A. A. Gorskih // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. – 2011. – No 1(9). – P. 42-49.

5. Agaev, N. B. Using a Fuzzy Prognostic Model in the Operative-Dispatch Analysis of Heat-Supply Systems' Operation / N. B. Agaev, R. J. Abdullaev // *Thermal Engineering*. – 2020. – Vol. 67. – No 9. – P. 680-683. – DOI 10.1134/S0040601520090013.
6. Збараз, Л. И. Математическое моделирование и оптимизация работы тепловых сетей с учётом тепловых потерь / Л. И. Збараз, В. Г. Павлова // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. – 2016. – № 8(221). – С. 42-50.
7. Определение параметров тепловой сети микрорайона на основе комплексной адаптивной модели / О. В. Алексенко, В. Г. Неня, Ю. В. Парфененко, М. М. Проклова // *Вестник Херсонского национального технического университета*. – 2014. – № 3(50). – С. 108-113.
8. Development of a method for calculating high-dimension heat networks / V. Y. Volkov, A. A. Krutikov, A. V. Nikolaeva, A. P. Skibin // *Thermal Engineering*. – 2014. – Vol. 61. – No 11. – P. 836-843. – DOI 10.1134/S0040601514110123.
9. Zhukov, B. V. Simulation of operating conditions of steam pipes in heating networks at lowered heat loads / B. V. Zhukov, N. N. Elin // *Thermal Engineering*. – 2000. – Vol. 47. – No 12. – P. 1106-1109.
10. Калабин, Д. А. Компьютерное моделирование и натурные замеры потокораспределения действующей тепловой сети / Д. А. Калабин, А. Ю. Липовка, Ю. Л. Липовка // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. – 2021. – Т. 25. – № 1(156). – С. 44-56. – DOI 10.21285/1814-3520-2021-1-44-56.
11. Умбрасас, М. Р. А. О развитии гидравлического удара в централизованных системах теплоснабжения при аварийном останове сетевых насосов / М. Р. А. Умбрасас, А. Г. Филонов, А. П. Бич // *Известия КГТУ*. – 2014. – № 35. – С. 201-208.
12. Прогнозирование параметров отказов элементов тепловых сетей методом авторегрессивного интегрированного скользящего среднего / В. Н. Мелькумов, С. Н. Кузнецов, Р. Н. Кузнецов, А. А. Горских // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. – 2009. – № 4(16). – С. 28-32.
13. Малая, Э. М. Оптимизация температурных и гидравлических параметров тепловых сетей / Э. М. Малая, А. В. Спирин, С. Г. Культияев // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. – 2011. – № 3(23). – С. 24-33.
14. Колосов, М. В. Определение оптимального срока замены трубопроводов / М. В. Колосов, Ю. Л. Липовка // *Надежность и безопасность энергетики*. – 2021. – Т. 14. – № 4. – С. 174-179. – DOI 10.24223/1999-5555-2021-14-4-174-179.
15. Моделирование и оптимизация радиальных тепловых сетей с учетом параметров надежности / Б. Н. Курицын, А. В. Спирин, С. А. Сергеева, Э. М. Малая // *Приволжский научный журнал*. – 2010. – № 1(13). – С. 46-52.
16. Половников, В. Ю. Анализ тепловых потерь запорной арматуры тепловых сетей / В. Ю. Половников // *Промышленная энергетика*. – 2017. – № 4. – С. 40-42.
17. Киселева, И. И. Применение ультразвуковой диагностики в энергетических обследованиях тепловых сетей / И. И. Киселева, А. Н. Кудряшов, Н. Е. Буйнов // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. – 2016. – № 4(111). – С. 118-125. – DOI 10.21285/1814-3520-2016-4-118-125.
18. Novitskii, N. N. Investigation of Active Identification Methods for Thermohydraulic Testing of Heat Networks / N. N. Novitskii, O. A. Grebneva, V. V. Tokarev // *Thermal Engineering*. – 2018. – Vol. 65. – No 7. – P. 453-461. – DOI 10.1134/S0040601518070066.

19. Prokhorov, V. Method of systematic determination of specific thermal characteristics of building / V. Prokhorov // MATEC Web of Conferences : 5th International Scientific Conference on Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education, IPICSE 2016, Moscow, 16–17 октября 2016 года. – Moscow: EDP Sciences, 2016. – P. 04068. – DOI 10.1051/matecconf/20168604068.
20. Prokhorov, V. I. Calculation method of heat consumption for buildings life support systems / V. I. Prokhorov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 21, Construction - The Formation of Living Environment, Moscow, 25–27 апреля 2018 года. – Moscow, 2018. – P. 022023. – DOI 10.1088/1757-899X/365/2/022023.
21. Прохоров, В. И. Удельная тепловая характеристика здания для различных теплотребляющих систем жизнеобеспечения / В. И. Прохоров, А. П. Латушкин // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 11. – С. 72-75.

Гараханова Г.А., Назлиева М.Д., Худайбердыев А.Р., Давронбеков Н.Д.

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТУРКМЕНИСТАНА

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель, студенты.

Исследование вопросов развития энергосистем становится все более актуальным, это происходит в связи с глобализацией энергетики и объединением энергетических рынков. Изменения в производстве, распределении и потреблении энергии в контексте интеграции влияют на такое качество энергоснабжения, как стабильность. В настоящее время высока потребность в совершенствовании методологии управления развитием энергосистем, причиной этого является либерализация энергетических рынков, она должна быть основана на рациональном сочетании государственного регулирования отрасли и рыночных механизмов.

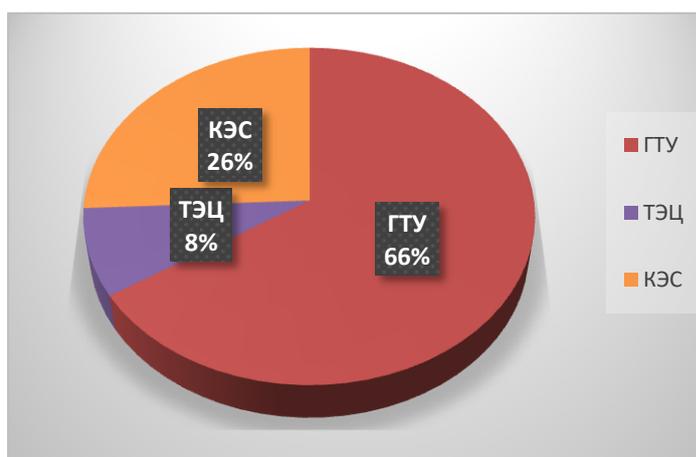


Рисунок 1 – Доля полезного отпуска электроэнергии, генерируемой на электрических станциях за 2021 год

В настоящее время в Туркменистане действуют 12 государственных электростанций и одна гидроэлектростанция, ставшая своеобразным музеем энергетической отрасли страны. Общая установленная мощность всех

электростанций составляет около 7000 МВт. Действующие электростанции — это с газовыми или паровыми турбинами, а также парогазовые комбинированного цикла. На рисунке 1 показана доля полезного отпуска электроэнергии, генерируемой на электрических станциях за 2021 год.

Как видно из диаграммы, доля ГТУ составляет 66% от общей установленной мощности всех электростанций с газовыми турбинами. На КЭС приходится 26% от общей установленной мощности. Доля ТЭЦ составляет 8%, так как в Туркменистане функционируют всего два вида ТЭЦ.

На рисунке 2 показана общая выработка и внутреннее потребление электрической энергии за 2008-2020 гг.



Рисунок 2 – Количество электроэнергии, вырабатываемой электростанциями и внутреннее потребление электрической энергии с 2008 по 2020 год (млн. кВт·час)

Как видно из диаграммы вырабатываемая электрическая энергия полностью обеспечивает внутренний спрос. Спрос на электроэнергию в стране удовлетворяется за счет избыточной мощности существующих электростанций. Избыток электроэнергии экспортируется. На рис.3 показан объем экспорта электроэнергии на период 2008-2020 гг.

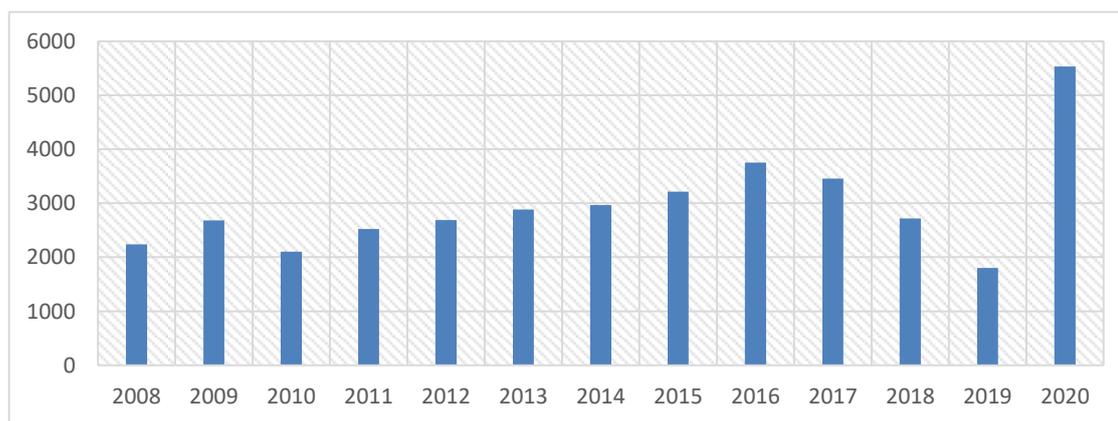


Рисунок 3 – Экспорт электрической энергии в зарубежные страны на период 2008-2020 гг. (млн кВт·час)

Как видно из диаграммы, экспорт электроэнергии каждый год по-разному. Это связано с изменением внешнего спроса на электроэнергию. В 2020 году экспорт электроэнергии в зарубежные страны возрос в несколько раз по сравнению с 2019 годом. Туркменистан в основном экспортирует электрической энергии в Иран, в Афганистан и в Узбекистан.

Реализация в Туркменистане масштабных инвестиционных проектов национального и международного значения, а также принятие важных решений, направленных на развитие экономики за счет диверсификации, еще больше укрепляют веру в дальнейшее достижение успехов в сфере энергетики.

Список использованных источников:

1. Программа по развитию строительной и энергетической инфраструктуры Туркменистана на 2019-2025 гг. Ашгабат 2019г.
2. Статистический ежегодник Туркменистана по 2008-2021 гг.

Клюева Е.В., Сальникова С.Р., Янчилин П.Ф.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ТРУДОУСТРОЙСТВА МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ТГВ: МНЕНИЕ СТУДЕНТОВ

Брестский государственный технический университет. ст. преподаватели кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

В процессе получения высшего образования большое внимание уделяется готовности будущих специалистов к успешному решению профессиональных задач, что связано с профессиональным развитием личности. Помимо интеллектуального уровня готовности у студентов формируется психологическая готовность к профессиональной деятельности, что в свою очередь определяет психологическое здоровье будущего сотрудника и качество выполняемых им работ, т.е. его адаптивность и перспективность в соответствующей отрасли.

Психологическая готовность к деятельности может рассматриваться в качестве фактора, способствующего дальнейшему профессиональному развитию, включающего интерес к деятельности, потребность в достижении результата, понимание функциональных обязанностей, чувство профессиональной и социальной ответственности, уверенность в успехе, самоконтроль и сосредоточенность на выполнении задачи [1].

Критериями формирования и развития психологической готовности к профессиональной деятельности выступают интеллектуальные способности, самостоятельность, способность к самоуправлению. Субъективным критерием ее сформированности можно считать удовлетворенность профессиональной подготовкой в вузе, а объективным – успешность обучения.

Таблица 1. Обучение в магистратуре

Планируете ли Вы по окончании университета продолжить обучение в магистратуре?	4 курс	%	3 курс	%	Всего	%
да, буду поступать обязательно	0	0,0	0	0,0	0	0,0
хотелось бы попробовать	3	12,5	1	4,0	4	8,2
точно нет	17	70,8	9	36,0	26	53,1
пока не задумывался(-ась) над этим	4	16,7	14	56,0	18	36,7

Исследуя субъективное восприятие перспектив трудоустройства, были опрошены студенты старших курсов специальности ТГВ. Пилотное исследование позволяет изучить мнение студентов относительно этого вопроса. В анкетировании

участвовали 25 студентов третьего курса и 24 четвертого. В первую очередь было интересно узнать мнение студентов о возможности продолжения получения образования в магистратуре. Ответы на вопрос «Планируете ли Вы по окончании университета продолжить обучение в магистратуре?» представлены в таблице 1.

На вопрос «Как Вы оцениваете свои шансы на получение работы после окончания университета?» были даны следующие ответы: считают, что с легкостью найдут работу – 49% опрошенных, на распределение рассчитывают – 51% (диаг.1).

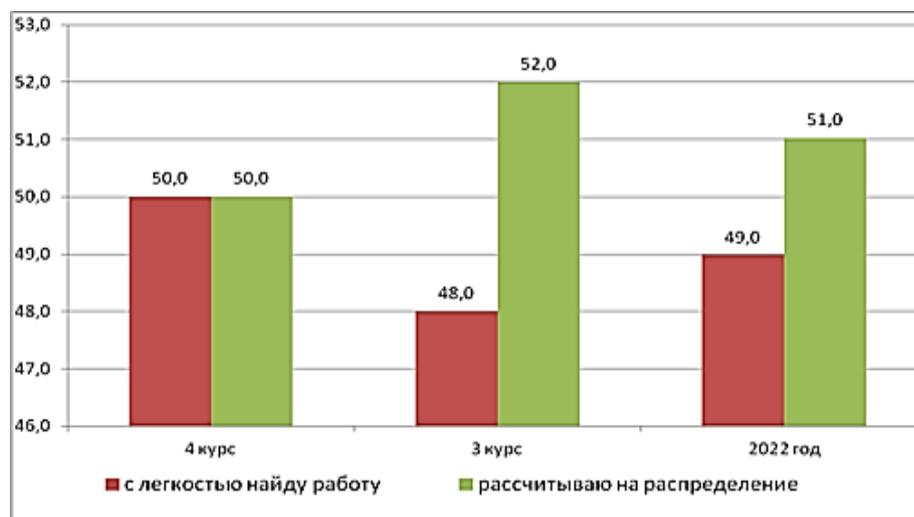


Диаграмма 1 – «Как Вы оцениваете свои шансы на получение работы после окончания университета?»

Ответы на следующий вопрос показывают отношение студентов к подработке, что, в свою очередь, дает представление о стремлении к самостоятельности и материальной независимости (диаг.2).

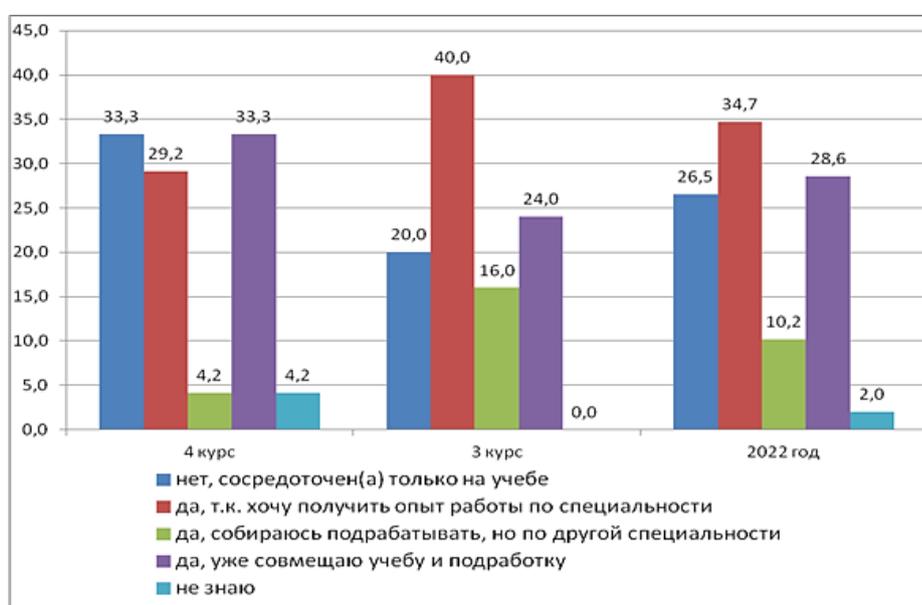


Диаграмма 2 – «Собираетесь ли Вы совмещать учебу в университете с подработкой?»

Сравнивая возможность работать на государственном предприятии или в частной фирме, студенты дали следующие ответы: в государственных структурах –

6%, в частных – 00% и пока не определились – 00%. При этом некоторые выражали желание попробовать себя и там и там (диагр.3).

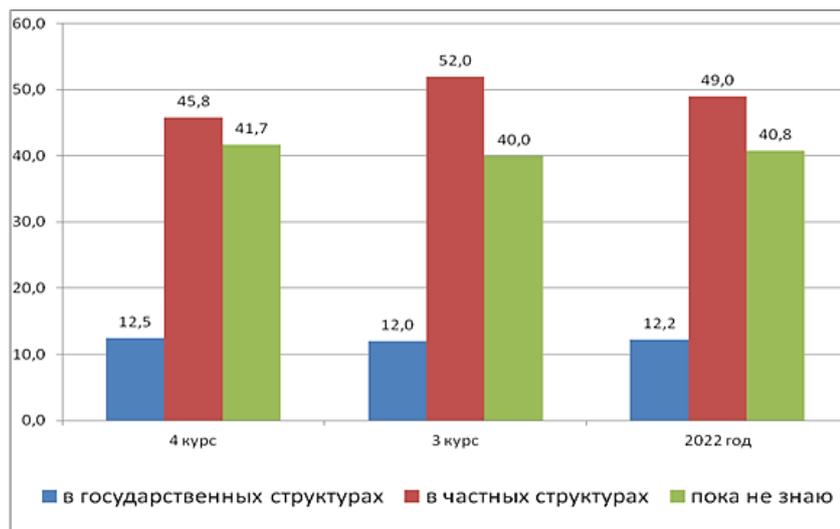


Диаграмма 3 – «Где бы Вы хотели работать после окончания университета?»

На вопрос «Кем Вы видите себя после окончания университета?» студенты ответили: профессионалом согласно полученной специальности – 77.6%, после отработки по распределению работать по специальности не собираюсь – 10.2% и не знают – 18.4% (табл.2).

Таблица 2. Окончание университета

Кем Вы видите себя после окончания университета?	4 курс	%	3 курс	%	Всего	%
профессионалом согласно полученной специальности:	21	87,5	17	68,0	38	77,6
после отработки по распределению работать по специальности не собираюсь	2	8,3	3	12,0	5	10,2
не знаю	4	16,7	5	20,0	9	18,4
пока не задумывался(-ась) над этим	4	16,7	14	56,0	18	36,7

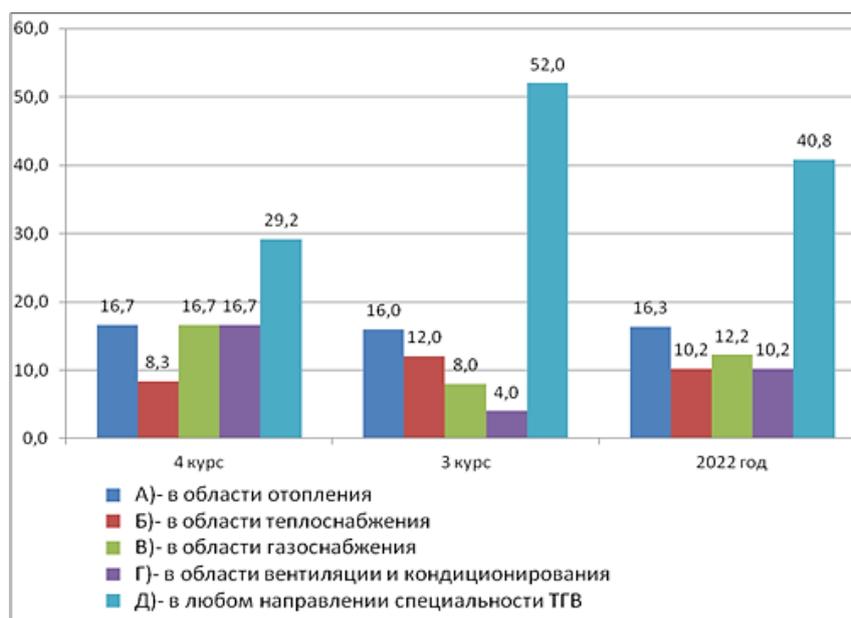


Диаграмма 4 – «Профессионалом согласно полученной специальности»

Также тем, кто стремится работать в будущем по специальности, предложили выбрать приоритетное для себя направление. Результаты представлены на диаграмме 4. Важным является также то, что студенты ставят на первое место при трудоустройстве и выборе места работы. Было предложено выбрать из нескольких параметров: заработная плата, работа по специальности, карьерный рост, расположение (близость к дому).

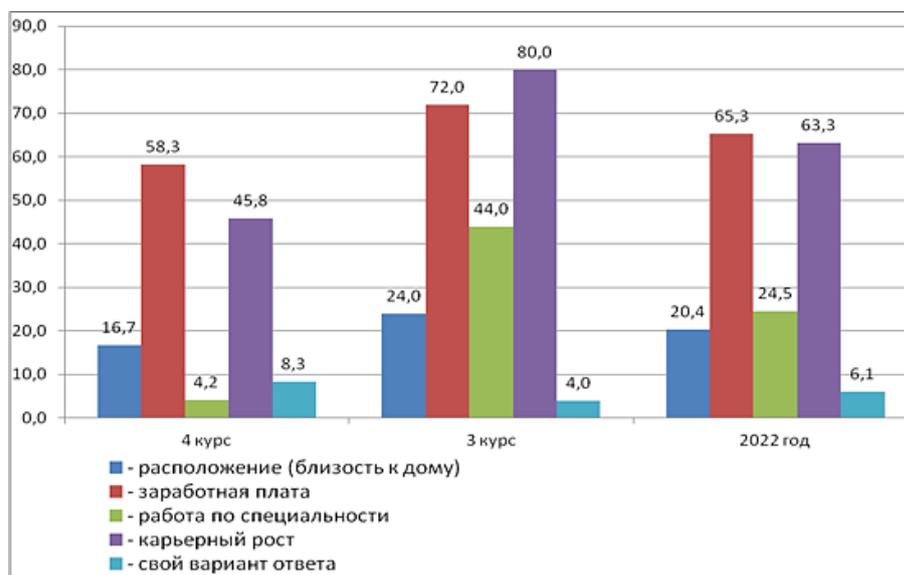


Диаграмма 5 – «Что для Вас первостепенно при выборе места работы?»

Список использованных источников:

1. Душков Б.А., Смирнов Б.А., Королев А.В. Психология труда, профессиональной, информационной и организационной деятельности: Словарь / Под ред. Б.А. Душкова. – М.: Акад. Проект: Фонд «Мир», 2005. – 847 с.

Мухамметназаров А., Коссеков М., Аташева О.

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРОСЛИ ТУРКМЕНИСТАНА

Государственный энергетический институт Туркменистана. Преподаватель, старший лаборант, студент кафедры автоматизируемых технических систем.

В связи с масштабным развитием промышленной деятельности человечества вопрос чрезмерной энергоёмкости в мировой экономике в последнее время получила особую важность. Задачи повышение эффективного использования энергетических ресурсов — это важные ответные действия, направленные на решение актуальных проблем, связанных с изменением климата, развитием экономики и энергетической безопасностью, которые наряду со многими странами ставит перед собой и Туркменистан. Одна из важнейших стратегических задач страны, является дальнейшее сокращение энергоёмкости отечественной экономики. Для реализации данных задач необходимо создание новых и совершенствование действующих систем управления энергоэффективностью и энергосбережением.

Приняв во внимание тот факт, что энергоэффективность является частью энергосбережения, мы должны подчеркнуть их отличие. Энергосбережение главным

образом ориентировано на снижение энергопотребления, а энергоэффективность — полезное потребление энергетических ресурсов. [1]

Туркменская энергосистема представляет собой энергетический комплекс, включающий в себя 13 действующих электростанций с общей мощностью более 7360 МВт и разветвленную сеть узловых распределительных электрических подстанций и высоковольтных линий электропередач различного напряжения. Выработка электроэнергии осуществляется путем использования газотурбинных и паротурбинных установок, так же действует гидроэлектростанция, вот уже более 100 лет работающая при наличии больших запасов воды в водохранилище. С целью увеличения энергоэффективности в стране была построена первая в центральноазиатском регионе парогазотурбинная электростанция комбинированного цикла мощностью 1574 МВт, Марыйская электростанция, которая в своем роде стала показателем нового пути развития в стране использования энергоэффективных технологий.

Как и во всех странах с доступным и относительно дешевым природным топливом в Туркменистане широко использовались газотурбинные установки простого цикла. На первом этапе использования таких ГТУ позволило энергосистеме за короткое время ликвидировать дефицит генерирующих мощностей при ограниченных капитальных затратах. Также особенностью ГТУ простого цикла отличала компактность, простота схем, быстрота запуска из холодного состояния и надежность управления. Все электростанции имеют компоновку для будущего достраивания простого цикла в комбинированный цикл. Эффективность газовой турбины, измеряема соотношением выработанной электрической энергии, деленной на энергетическое содержание газа, зависит главным образом от температуры в камере сгорания и соотношения давления между камерой сгорания и выхлопными газами.

$$\eta = \mathcal{E}_{эл} / \mathcal{E}_{топ}$$

где $\mathcal{E}_{эл}$ — электроэнергия на выходе генератора,
 $\mathcal{E}_{топ}$ — энергетическое содержание топлива,
 η — КПД (эффективность) газовой турбины.

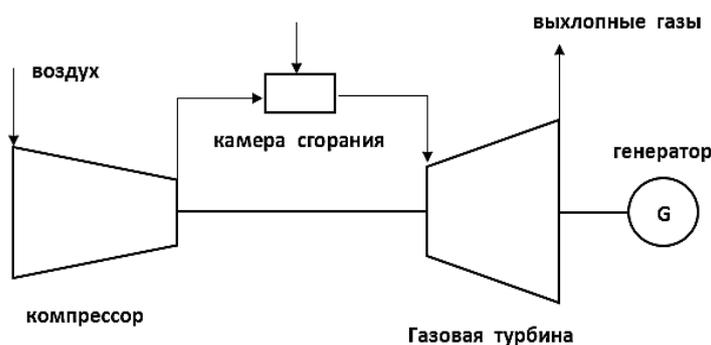


Рисунок 1 – Схема работы газовой турбины с простым циклом

Газовая турбина с простым циклом использует термодинамический цикл (Джоуля-Брайтона) полностью в газовой фазе. На рисунке 1, представлена схема ГТУ с простым циклом. Воздух, поступающий из атмосферы, сжимается компрессором до давления в камерах сгорания, где смешивается природным газом для горения, создавая газы высокой температуры и давления. Горячие газы, расширяясь в турбине, передают часть своей энергии движению на вращение ротора и далее выбрасываются в атмосферу. Энергия вращения ротора, передается генератору, в котором она трансформируется в электрическую энергию и отправляется потребителям. Часть вырабатываемой турбиной мощности используется компрессором для сжатия воздуха.

Выбрасываемые в атмосферу отработанные газы имеют высокую температуру – порядка 400–600°C и поэтому эффективность использования энергии сгорания топлива (коэффициент полезного действия) для таких ГТУ относительно невысокий.

Энергия отработанных после газовой турбины газов может быть утилизирована для получения низкотемпературной энергии воды для центрального отопления. Она также может быть использована для получения дополнительной электроэнергии в газотурбинной установке с комбинированным циклом, наиболее распространенным способом, используемый для термодинамического цикла (цикл Ренкина).

В комбинированном цикле сама газовая турбина работает также как и в простом цикле, только выхлопные газы из газовой турбины направляются и используются в котле-утилизаторе тепла для получения из конденсата пара при высокой температуре и давлении. Пар из котла-утилизатора направляется в паровую турбину, где энергия пара вращает ротор турбины и генератора, тем самым вырабатывая дополнительную электроэнергию. Отработанный в турбине пар, как правило, поступает в конденсатор, где конденсируется. Для конденсации отработанного пара используется циркуляционная охлаждающая вода или атмосферный воздух в градирнях. Полученный конденсат с помощью насосов направляется по замкнутой цепи опять в котел-утилизатор. Дополнительная электроэнергия, вырабатываемая в таких ГТУ составляет обычно плюс 50% к электроэнергии простого цикла.

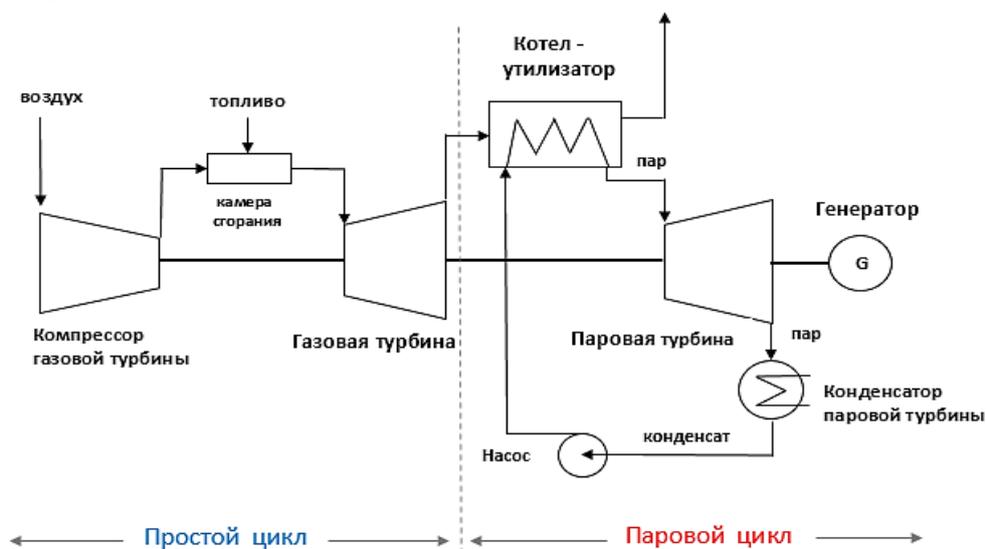


Рисунок 2 – Структурная схема газотурбинного энергоблока в комбинированном цикле

На рисунке 2 показана ГТУ в одновальном исполнении, где газовая турбина со своим компрессором находятся на одном валу с паровой турбиной и общим генератором, вырабатывающим сумму мощностей ГТ и ПТ. Существуют и другие схемы, когда газовая турбина и паровая турбина имеют разные валы, соединенные со своими отдельными генераторами. Или две отдельные газовые турбины с отдельными котлами-утилизаторами вырабатывают пар, который направляется в общую паровую турбину со своим генератором, которая используется на Марьинской ЭС [2].

Все эти разные конфигурации имеют широкое применение в международной практике строительства электростанций. Схема, которая используется на Марьинской ЭС, имеет свою гибкость при использовании. Это возможность работы ГТУ энергоблока при плановом или внеплановом отключении паровой турбины или при отключении в ремонт одной из двух газовых турбин.

Схема, показанная на рисунке 2, обычно применяется в странах, использующих дорогое топливо (страны Европы, Америки, Япония, Турция и др.). Гибкость использования таких схем низкая, но использование в других режимах (при отключении котла-утилизатора или паровой турбины), т.е. работа ГТУ (даже кратковременно) в простом цикле одновременно снижает эффективность и увеличивает себестоимость вырабатываемой электроэнергии, что при высокой стоимости топлива является низкоэффективной.

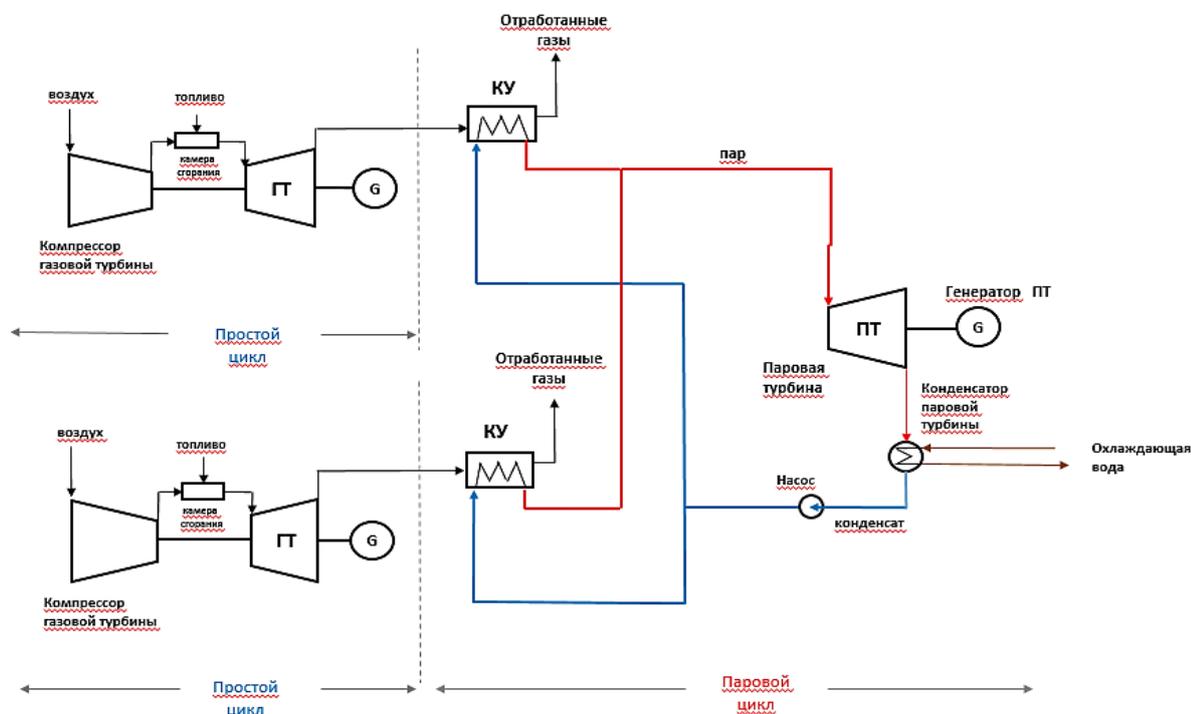


Рисунок 3 – Структурная схема газотурбинного энергоблока в комбинированном цикле, которая используется в Марьинской электростанции

Также применяются другие схемы (циклы) ГТУ с высокой эффективностью использования энергии сгорания топлива. Это когенеративный цикл, когда тепло отработанных газов после газовых турбин используется для совместного производства электроэнергии и теплоэнергии в виде горячей воды для бытового отопления или пара для промышленного использования. КПД таких установок ещё выше и достигает 80% и выше. Такие ГТУ установки используются обычно в городских теплоэлектроцентралях или на крупных промышленных предприятиях, использующих для производства промышленный пар [2]. Также имеют распространение использование тепла уходящих газов после газовых турбин для установок опреснения морской воды (страны Африки, Ближнего Востока с дефицитом пресной воды).

Список использованных источников:

1. Молодежникова Л.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии: учеб. пособие. Томский политехнический институт, Изд.-во Томского политехнического института, 2011г.
2. Зысин Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие. – Санкт-петербургский государственный политехнический университет: Изд.-во Политехн. ун-та, 2010.

Шляхова Е.И., Чернюк В.П.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВИНТОВЫХ СВАЙ ПЕРЕД ЗАБИВНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ СВАЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства.

Из всего многообразия технических решений фундаментов при строительстве линейно-протяженных объектов, например, трубопроводов, длиной сотни и тысячи километров, винтовые сваи и анкеры составляют особую группу фундаментов. Они применяются достаточно широко, эффективно и разнообразно при прокладке газо- и нефтепроводов и других линейных и сосредоточенных сооружений как в наших странах (России и Беларуси), так и за рубежом (США, Канаде, Великобритании). Достаточно сказать, что трубопровод “Северный поток-2” от Ямала до Европы насчитывает несколько тысяч километров. В мировой практике имеется достаточное количество (более 1000) разнообразных конструктивных решений винтовых свай [1,2].

Высокая несущая и анкерующая способность, небольшая стоимость и простота конструкций фундаментов из винтовых свай, анкеров и якорей, по сравнению с другими специально предназначенными для этой цели устройствами и приспособлениями, позволяют считать данный тип фундаментов прогрессивным и эффективным техническим решением. В частности, винтовые анкерные сваи, устройства и приспособления одинаково хорошо работают на вертикальные вдавливающие, выдергивающие и горизонтальные знакопеременные нагрузки, возникающие от влияния температурных воздействий, массы конструкций и вышележащих элементов, ветровых и снеговых нагрузок, сил морозного пучения грунта, динамических усилий, гидростатического напора воды и др.

Одновременно реальными достигаются возможности снижения материалоемкости (до 50%), трудоемкости (на 30...60%), стоимости возведения фундаментов (на 25...40%), сроков выполнения работ и повышения надежности закрепления конструкций к грунтам оснований.

Высокую эффективность винтовые сваи, устройства и приспособления по грунтовым условиям обеспечивают в районах распространения слабых, болотистых, водонасыщенных и пластичных грунтов, характерных для РБ, а также вечно- и пластичномерзлых грунтов, преимущественных для РФ, а именно такие грунты в определенном (талом, оттаивающем) состоянии обладают небольшими прочностными, механическими и значительными деформационными характеристиками.

Благодаря большим размерам (диаметру) винтовой лопасти, винтовые сваи имеют значительную несущую способность по грунту основания, а малому диаметру ствола — малую массу изделия. Особенно это характерно для их удельного соотношения, измеряемого в кН/т, где кН - несущая способность винтовой сваи, а т - масса винтовой сваи. Этот показатель в десятки раз выше для винтовых свай по сравнению с другими видами. Например, перед готовыми забивными сваями заводского изготовления достоинства и недостатки винтовых свай и анкеров приведены в табл. 1.

Принципиально винтовая свая представляет собой полый цилиндрический металлический ствол (трубу), имеющий на нижнем конце преимущественно металлическую винтовую лопасть или башмак – литую, сварную или плоскую, раздвинутую на величину шага, лопасть (патент РБ № 6652 на полезную модель).

Редко винтовые лопасти бывают железобетонными и пластмассовыми (в агрессивных средах). Только после погружения винтовой сваи в грунт ствол ее можно заполнять бетонной смесью, так как бетон плохо работает на кручение.

Таблица 1. Преимущества и недостатки винтовых свай перед забивными сваями заводского изготовления

Достоинства	Недостатки
1. Высокая несущая способность винтовых свай по грунту основания (в несколько раз) на действие вертикальных нагрузок	1. Возможность и целесообразность изготовления винтовых свай (в большинстве случаев) только из металла, реже из железобетона и пластмассы
2. Эффективная работа в грунте на действие вертикальных выдергивающих нагрузок	2. Высокая металлоемкость (почти 100%) винтовых свай (особенно лопастей)
3. Значительная удельная несущая способность винтовых свай в основании (в кН/т) на 1 тонну массы сваи (свыше 10 раз)	3. Высокая коррозионная активность металла винтовых свай (в частности в агрессивной среде)
4. Возможность многократного использования винтовых свай (за счет вывинчивания из грунта основания)	4. Повышенная сложность конструкции винтовых свай, особенно винтовых лопастей
	5. Отсутствие специализированных машин и механизмов для завинчивания винтовых свай в грунт
	6. Высокая энергоемкость погружения винтовых свай в основание, обусловленная значительными силами трения грунта по поверхностям винтовой лопасти и ствола

Исходя из анализа табл. 1, можно сделать два следующих вывода:

- Винтовые сваи и анкеры целесообразно применять при массовом их применении в фундаментостроении, например, при прокладке линейно-протяженных сетей и сооружений – трубопроводов, линий электропередачи, башен радиорелейной связи и т.п.

- Забивные сваи рекомендуется применять в городских условиях при массовом и сосредоточенном строительстве фундаментов зданий и сооружений, например, в промышленном, гражданском и сельскохозяйственном строительстве.

Список использованных источников:

1. Спиридонов, В.В. Конструкции анкерных устройств и приспособлений с опорными лопастями/ В.В. Спиридонов, В.Н. Пчелин, В.П. Чернюк // Обзорная информация «Строительство предприятий нефтяной и газовой промышленности». Серия: Механизация строительства. Выпуск №5. – М.: Информнефтегазстрой, 1983. – 65с.
2. Спиридонов, В.В. Анкерные устройства и приспособления в строительстве / В.В. Спиридонов, В.Н. Пчелин, В.П. Чернюк // Обзорная информация «Строительство предприятий нефтяной и газовой промышленности». Серия: Линейное трубопроводное строительство. Выпуск №2. – М.: ВНИИПКтехоргнефтегазстрой, 1986. – 65 с.

Гурбанов Б.М., Рустемов К., Сейтиев А.С.

ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИНХРОННЫХ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

*Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель,
студенты.*

Аннотация: В статье рассмотрены возможности использования синхронных реактивных двигателей с более высокой энергоэффективностью там, где широко применяются промышленные асинхронные двигатели. Обоснован ряд преимуществ синхронных реактивных двигателей, а именно энергоэффективность и надежность.

Ключевые слова: синхронный реактивный двигатель, асинхронный двигатель, класс энергоэффективности IE, активные материалы, энергосбережения.

Более 70% вырабатываемой сегодня электроэнергии потребляется электродвигателями, используемыми на промышленных предприятиях. Большинство этих электродвигателей являются асинхронными двигателями (АД). Это связано с тем, что в условиях эксплуатации асинхронных двигателей нет двигателей, которые могли бы полностью их заменить. Асинхронные двигатели отличаются высокими коэффициентами полезного действия, надежностью и низкой стоимостью. На настоящий момент внедрение энергоэффективных двигателей может привести к значительному уменьшению энергопотребления и снижению факторов производства, вредных для окружающей среды. Одним из таких двигателей являются синхронные реактивные двигатели (СРД). Хотя эти двигатели были изобретены давно, они не получили широкого распространения из-за некоторых производственных проблем. В связи с тем, что эти двигатели запускаются только с помощью преобразователей частоты, их внедрение в производство стало актуальным вопросом только с повышением доступности и надежности полупроводниковых приборов. От других энергоэффективных двигателей СРД выгодно отличается простотой конструкции ротора машины, отсутствием в конструкции машины дорогостоящих и, существенно усложняющих изготовление, обслуживание и ремонт, постоянных магнитов, и максимальной унификацией технологии производства такого двигателя с производством АД.

В отношении улучшения КПД, в настоящее время АД уже достигли предела своего конструктивного и технологического совершенствования. Последующие улучшения могут быть осуществлены только экстенсивным методом, т.е. за счет увеличения использования активных материалов. Важным инструментом для планомерного повышения рабочих свойств и ускорения внедрения новых энергоэффективных систем являются международные и государственные стандарты, вводящие энергетическую классификацию оборудования, устанавливающие границы классов эффективности. Среди наиболее значительных можно назвать стандарты международной энергетической комиссии (МЭК). Эти классы предназначены для однофазных и трехфазных двигателей, питающихся напрямую от сети. В настоящее время существует 4 класса энергоэффективности: IE1 (standard efficiency), IE2 (high efficiency), IE3 (premium efficiency), IE4 (super-premium efficiency). Кроме того в стандартах МЭК также введено понятие пятого класса IE5, границы которого пока не обозначены в деталях, под приблизительной границей которого понимают снижение потерь в двигателе на 20 %, в сравнение с классом IE4.

Оценка потенциала энергоэффективности, как описано выше, для двигателей с частотным приводом в настоящее время находится в стадии разработки. При отсутствии действующего стандарта на классы энергоэффективности регулируемых двигателей многие производители маркируют двигатели свои с питанием от ПЧ, используя классификацию МЭК 60034-30-1 для двигателей с питанием от сети. В следующей таблице синхронные реактивные двигатели сравниваются с некоторыми асинхронными двигателями согласно МЭК 60034-30-1.

Таблица 1. Номинальные данные двигателей 7,5 кВт, 3000 об/мин

Модель	SuPremE 132S B	SSP AK523	M3AL100 LB4	M3AA132 M 2	M3AA132 SC 2
Мощность	7,5 кВт	8,5 кВт	7,5 кВт	7,5 кВт	7,5 кВт
Тип	СРД	СРД	СРД	АД	АД
IE класс	IE4	IE2	IE3	IE2	IE3
КПД, %	92,1	88,1	90,1	88,5	90,5
Высота оси вращения, мм	132	100	100	132	132
Масса, кг	56	24,2	23	52	63

Таблица 2. Номинальные данные двигателей 22 кВт, 3000 об/мин

Модель	SuPremE 180M B	SSP AK823	M3AL132 SMD 4	M3AA180 MLA 2	M3AA180 MLB 4
Мощность	22 кВт	27 кВт	22 кВт	22 кВт	22 кВт
Тип	СРД	СРД	СРД	АД	АД
IE класс	IE4	IE2	IE2	IE2	IE3
КПД, %	94,1	92,7	92,7	92,2	93,2
Высота оси вращения, мм	180	160	132	180	180
Масса, кг	157	95	57	132	176

Из таблиц видно, что серийные СРД, при тех же размерах и массе, что и АД, обладают значительно большей величиной КПД и соответствует более высокому IE классу. Малогабаритные СРД имеют тот же класс энергоэффективности, что и АД стандартных размеров.

Основные преимущества синхронных реактивных двигателей:

- Благодаря простоте и надежности конструкции, т.е. ротор изготовлен из штампованной стали, он отличается простотой и высокой надежностью в сборке.
- Низкие потери ротора. Так как ротор не перемагничивается и не имеет потерь скольжения (в отличие от АД), то потери незначительны, а значит, нет необходимости в использовании специальных отводов тепла.
- Бездатчиковое управление на всех скоростях. За счет сильной магнитной анизотропии возможно управление даже на скоростях, близких к нулю.
- Класс IE выше по сравнению с асинхронным двигателем при одинаковых размерах и расходе активных материалов.
- Существует множество способов и средств повышения энергоэффективности.
- Возможно поддержание определенной скорости за счет синхронной частоты вращения.

Все названные преимущества позволяют применять СРД как крупносерийный двигатель для самых различных приложений. При этом электропривод на основе СРД будет иметь значительно улучшенные рабочие характеристики, в сравнение с

приводом на основе АД, без существенного увеличения стоимости. Имеющиеся на рынке серийные СРД по данным производителей адаптированы для следующих приложений: насосы, вентиляторы, компрессоры, прессы, конвейеры, мешалки, промышленные системы отопления и вентиляции, системы автоматического складирования, погрузчики, намоточные машины, муфтонаверточные станки, линии бутылочного разлива, флексография и другое. К настоящему времени ведущие европейские производители предлагают СРД в комплекте с ПЧ для использования в приложениях, где применение частотно-регулируемого двигателя дает значительный эффект энергосбережения. Такие установки составляют большую часть приложений, где используется регулируемый электропривод. В целом, на основе проведенного анализа, можно заключить, что применение СРД является перспективным решением в качестве двигателя энергосберегающего регулируемого привода.

Список использованных источников:

1. Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы, Ашхабад, 2018.
2. Берлин, Е.М. Системы частотного управления синхронно-реактивными двигателями – Л.: Энергия, 1968. – 132 с.
3. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов — М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 373 с.
4. Лезнов, Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках – М: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
5. Кононенко, Е.В. Синхронные реактивные машины/ Е.В. Кононенко. – М.: Энергия, 1970. – 208 с.

Янчилин П.Ф., Ключева Е.В., Федорович Д.В.

ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА ЗАЛА АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО РАСКОПА МУЗЕЯ «БЕРЕСТЬЕ»

*Брестский государственный технический университет. ст. преподаватели;
магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.*

Задачами обследования инженерных систем является выявление основных дефектов и повреждений обследованных систем, а также разработка рекомендаций по устранению выявленных дефектов.

В зале археологического раскопа музея «Берестье» проводилось обследование системы воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией. Данное обследование включало:

- визуальный осмотр системы;
- выявление дефектов и повреждений;
- фотографирование выявленных дефектов;
- замеры параметров воздуха по периметру раскопа.

По предоставленной документации руководством музея «Берестье» система воздушного отопления, совмещенная с приточной вентиляцией, была запроектирована следующим образом:

- В зимнее время приток воздуха осуществляется приточной установкой П1. В системе предусмотрены: два центробежных вентилятора (в зимнее время

работает один, второй – резервный), электрокалориферы, пластинчатый шумоглушитель, фильтры ячейковые. Раздача воздуха в зале археологического раскопа осуществляется двумя воздуховодами равномерной раздачи. Удаляемый воздух используется для рециркуляции.

- В летнее время приток воздуха частично осуществляется системой П1. В рабочем положении находятся оба вентилятора. Недостающий воздух подается через открытые фрамуги, которые устроены в торцевом остеклении (нижний пояс). Воздухораздача осуществляется четырьмя воздуховодами равномерной раздачи. Удаление воздуха обеспечивается через торцевое остекление (верхний пояс).



Рисунок 1 – Вентиляторы системы П1



Рисунок 2 – Камера нагрева воздуха

В ходе обследования было выявлено, что запроектированная система смонтирована не полностью. Общее состояние системы на момент обследования характеризуют рисунки 1-6.

Воздухозаборные и распределительные камеры расположены в подвале здания (на уровне раскопа). Каждая камера представляет собой отдельно огражденное строительными конструкциями помещение. В системе присутствуют: камера нагрева воздуха, где установлены калориферы, камера фильтрации, блок шумоглушения с пластинчатым шумоглушителем, вентиляторный блок с установкой двух центробежных вентиляторов, три воздухозаборные камеры, а также рециркуляция воздуха. Воздух поступает по камерам с помощью заслонок.

Металлические воздуховоды прямоугольного сечения размером 750x500 и 950x500, последние вмонтированы в строительные конструкции. Предусмотренный проектом воздухозаборный канал не достроен, о чем свидетельствует акт обследования 1980 года.

Воздухораспределительные решетки расположены по трем сторонам раскопа. Проектом предусмотрено, что по всем трем сторонам через решетки будет

осуществляться подача воздуха к раскопу. По факту часть из них работает на забор воздуха из помещения. Замеры в самом зале и по периметру археологического раскопа представлены в таблице 1.



Рисунок 3 – Блок шумоглушения



Рисунок 4 – Заслонка с ручным приводом



Рисунок 5 – Фильтр ячейковый



Рисунок 6 – Воздуховоды и
воздухораспределительные решетки системы П1

В виду того, что в нормативной литературе для археологического раскопа отсутствуют допустимые параметры микроклимата, было проведено сравнение

показателей по периметру раскопа (временное пребывание людей) с указанными в ГОСТ 30494-2011 [1].

Таблица 1. Параметры воздуха в помещениях музея «Берестье»

№ п/п	Температура $t_n, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность $\phi_v, \%$
1	2	3
Зал раскопа: т.1	4,8	66,7
т.2	4,5	73,3
Периметр раскопа: т.1	3,9	74,1
т.2	4,0	76,6
т.3	4,0	75,5
т.4	4,0	79,0
т.5	4,4	78,1
т.6	4,6	75,4

В результате проведенного обследования был отмечен ряд дефектов системы отопления, совмещенной с приточной вентиляцией:

- Недостроен воздухозаборный канал;
- Частично отсутствуют калориферы в камере нагрева, а оставшиеся находятся в нерабочем состоянии;
- Калориферы и вентиляторы не подключены к системе электроснабжения;
- Отсутствует соединительный рукав (гибкая вставка) центробежного вентилятора;
- Отсутствует подсоединение двух воздухопроводов к распределительной камере;
- Загрязненные воздухозаборные решетки;
- Параметры микроклимата не соответствуют нормативным требованиям.

Можно сделать вывод, что система отопления, совмещенная с приточной вентиляцией, находится в нерабочем состоянии.

Согласно п.12.4.6 [2] техническое состояние обследуемой системы характеризуется IV категорией – неработоспособное состояние. Требуется разработка мероприятий по ремонту существующей системы и проектированию новых.

Для устранения дефектов необходимо выполнить:

- Достроить воздухозаборный канал;
- Заменить оборудование в нерабочем состоянии;
- Подключить оборудование к системе электроснабжения;
- Заменить соединительные рукава;
- Устроить присоединение двух воздухопроводов к распределительной камере;
- Очистить поверхности воздухопроводов и воздухораспределительных решеток, где необходимо.

Согласно п.9.5.8.1 [2] техническая эксплуатация систем вентиляции с искусственным побуждением должна осуществляться в соответствии с паспортами, составленными на каждую систему вентиляции с учетом местных условий, и в соответствии с рекомендациями проектных организаций, инструкциями и паспортами изготовителей оборудования.

Согласно п.9.5.8.2 [2] эксплуатация систем вентиляции не допускается в следующих случаях:

- Неисправных воздухоприемных и вытяжных устройств или местных отсосов;
- Неисправных воздушных регуляторов и приводов вентиляторов;

- Нарушения герметичности или засорения воздуховодов, каналов, приточных или вытяжных шахт;
- Неисправных вентиляторов, их проводов, мягких вставок, виброизолирующих оснований;
- Неисправных или засоренных воздушных фильтров;
- Нарушения или засорения поверхностей оребрения, герметичности калориферных установок.

Для достижения требуемых параметров микроклимата в зале археологического раскопа рекомендуется провести корректировку расчета существующей системы, произвести демонтаж вышедшего из строя оборудования и предусмотреть проектирование новой системы вентиляции с частичным демонтажем существующей.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 2017. – 15 с.
2. СН 1.04.01-2020 Техническое состояние зданий и сооружений. – Мн.: Минстройархитектуры РБ. 2021. – 73 с.
3. СН 4.02.03–2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Мн.: Минстройархитектуры РБ. 2020. – 73 с.
4. СТБ 15239-2015 Правила обследования вентиляционных систем. – Минск, 2015.- 41с.

Нурбердыев А.Ч., Атаев Д.В.

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, РАСХОДУЕМОЙ НА СИСТЕМУ ОСВЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ, ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватель, студент.

В настоящее время 13% электроэнергии, вырабатываемой в регионе, используется для освещения. Освещение крупных торговых центров также занимает особое место в городском освещении.

Магазины, торгующие промышленными и продовольственными товарами, относятся к наиболее распространенным типам общественных зданий и помещений. Магазин обычно состоит из двух основных групп помещений – торговых залов и складов, при этом склады могут располагаться в старом здании с торговыми залами или отдельно. Склады, обслуживающие группу магазинов, называются торговыми базами. При освещении магазинов важно учитывать следующие технологические особенности: торговля осуществляется продавцами или методом самообслуживания; виды товаров - пищевые и промышленные или оба вида внутри помещений; магазин рассчитан на однотипные товары, их разновидности располагаются в общих или специализированных залах; имеются предприятия торговли малых форм — бутики, киоски, палатки.

Особое развитие за последние годы получили крупные торговые центры, супермаркеты, гипермаркеты, как специализированные (продукты питания, мебель, стройматериалы), так и универсальные.

Для складов необходимо учитывать вид хранимого товара или товара, температуру, при которой он хранится, и технологический способ хранения (навалом, поддоны, полки, стеллажи, высотные стеллажи, обслуживаемые электропогрузчиками или электрические подъемники).

Основными помещениями торговых предприятий являются торговые залы, демонстрационные залы новых товаров и фасонов одежды, стенды с образцами, офисы заказов, помещения для подготовки готового платья, ремонтно-оздоровительные мастерские, экспедиции, зарядные станции с электропогрузчиками.

К освещению торговых залов предъявляются архитектурные требования, необходимо также обеспечение наилучшего вида продаваемого товара, создание в помещениях светового комфорта.

В торговых центрах экономия электроэнергии, расходуемой на освещение, осуществляется за счет применения энергосберегающих технологий и оборудования или нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

В местных условиях количество солнечных дней в году в среднем составляет 300 солнечных дней, а интенсивность солнечных излучений достигает 700-800 Вт/м². Все это создает возможность использования солнечных панелей.

Использование солнечных панелей не только позволяет сэкономить электрическую энергию, но и способствует уменьшению количества потребляемого природного газа и снижению количества вредных выбросов в окружающую среду.

В крупных торговых центрах только на освещение в месяц расходуется в среднем 400 кВт·ч. электроэнергии.

Если рассчитать потребляемую электроэнергию за год:

$$W_T = P_M \cdot 12 = 400 \cdot 12 = 4800 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

То количество природного газа, расходуемого для выработки 1 кВт·ч. электрической энергии, будет равно: $b = 0,487 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$.

В таком случае, за год:

$$B = b \cdot W_T = 0,487 \cdot 4800 = 2237,6 \text{ м}^3$$

Количество вредных газов, выделяемых при сгорании 1 м³ природного газа, будет равно: $q = 1,85 \text{ кг}/\text{м}^3$.

В течение года:

$$Q = q \cdot B = 1,85 \cdot 2237,6 = 4300 \text{ кг} = 4,3 \text{ тонны}$$

Как видно из расчетов освещения торгового центра, использования солнечных панелей способствует развитию зеленой энергетики.

Результат исследования. Таким образом, если результаты научного исследования найдут практическое применение, то это позволит сэкономить 4800 кВт·ч электрической энергии и 2237,6 м³ природного газа в год. Кроме того, это обеспечит снижение годового выброса вредных газов, выделяемых при сжигании природного газа, на 4,3 тонн.

Список использованных источников:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов под редакцией Гиршфельда В. Я. - 3-е изд., перераб. и доп. – М; Энергоатомиздат, 1987 – 328 с.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак. 2006. – 972 с.
3. Система повышенной энергоэффективности торгового центра. www.trendeletro.ru.

Бондарь А.В.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА НАКЛОНА ВОЛОКОН

*Брестский государственный технический университет. м.т.н., ст.
преподаватель кафедры технологии строительного производства.*

Выбор формы и размеров образцов. Для определения прочностных и упругих характеристик древесины сосны с углами наклона $\alpha = 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ к волокнам при кратковременном и длительном действии растягивающих напряжений была поставлена задача по разработке методик определения прочностных и упругих характеристик древесины. Кратковременная и длительная прочности древесины при растяжении под углом наклона волокон $\alpha = 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ определялись на образцах в виде «восьмерок» сечением 30×30 длиной 215 мм рисунок 1, выпиленных из сосновой остроганной доски толщиной 32 мм тангенциальной распиловки.

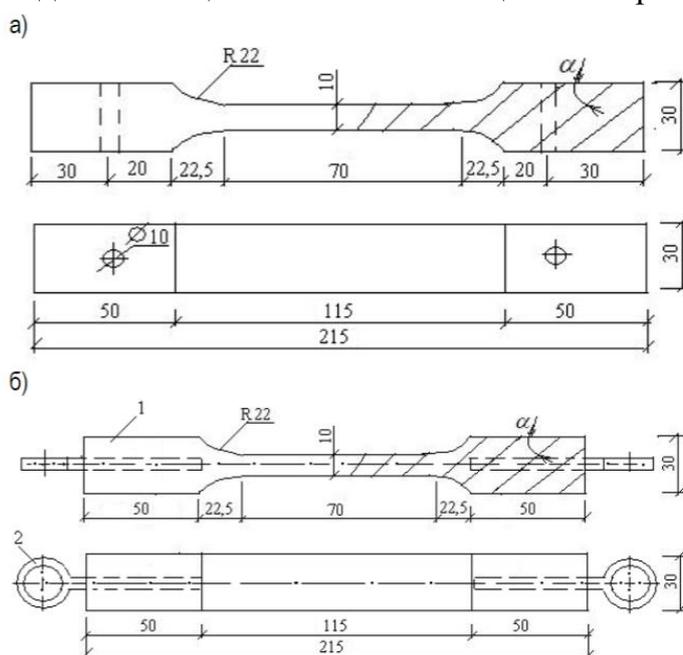


Рисунок 1 – Схема образцов для кратковременных (а) и длительных испытаний (б)

Толщина рабочей части образцов принималась равной 10 мм (для угла наклона $30^\circ - 5$ мм), а не 4 мм, как это установлено для стандартных образцов при определении прочности древесины на растяжение вдоль волокон. Необходимость принятия такой толщины была продиктована увеличением количества годичных слоев в рабочей части поперечного сечения испытываемых образцов, что способствовало уменьшению рассеивания значений разрушающей F_{\max} нагрузки испытанных образцов.

Заготовка и атмосферная сушка древесины для изготовления образцов.

Заготовка древесины сосны для изготовления образцов производилась вблизи деревни Рогозно Брестского района. Возраст деревьев составлял 90-110 лет. Бревна раскряжовывались длиной по 6 метров, а затем распиливались на необразные доски толщиной 40 мм в соответствии [8]. После распила пиломатериалы уложены в штабель на фундамент из переносных элементов бетонных опор. Высота фундамента составляла 750 мм. Пиломатериалы укладывались в штабель, покрытый крышей, с межрядовыми прокладками толщиной 25 мм и шириной от 40 до 50 мм. Межрядовые прокладки изготавливались из пиломатериалов не ниже 2-го сорта по ГОСТ 8486, с

влажностью не более 22 %, без гнили и синевы. Период естественной атмосферной сушки пиломатериала в штабеле составил 4 года. На момент изготовления образцов влажность древесины доски по ее длине составляла $10\% \pm 1\%$.

Методика определение влажности пиломатериалов и образцов.

Определение влажности пиломатериала для изготовления образцов производится рабочим методом с использованием электровлажгомера в соответствии с [6]. Важность досок для изготовления образцов определялась на середине ширины доски на расстоянии не менее 0,5 м от торцов. Участки выбирают по длине 6 метровой доски соблюдая принцип случайности. Количество участков не менее четырех — при длине пилопродукции 4 м и более в соответствии п.1.1.3 [6].

Для определения влажности готовых образцов (перед проведением экспериментальных исследований) используется контрольный сушильно-весовой метод по ГОСТ 16588-91. Данный метод применяют при любой влажности пилопродукции и деталей, и при решении спорных вопросов и при отсутствии влагомера.

Из каждой серии изготовленных образцов поперек волокон выпиливается по 3 образца непосредственно перед измерением. Толщина образца вдоль волокон должна составлять 20 мм. Выпиленные образцы, очищенные от опилок и заусенцев, взвешивают с погрешностью не более 0,1 г., а затем помещают в сушильный шкаф, обеспечивающий температуру высушивания $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Взвешенные образцы высушивают при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$. Процесс сушки контролируют взвешиванием двух-трех произвольно выбранных образцов. Первое взвешивание образцов из древесины сосны производят не ранее чем через 6 ч, последующие — через каждые 2 ч сушки. При этом за массу высушенного образца принимают результат последнего взвешивания.

На момент проведения эксперимента влажность образцов составила $10\% \pm 1\%$.

Методика определение плотности.

Плотность древесины характеризуется отношением ее массы к объему. Плотность древесины является хорошим показателем ее качества, так как она имеет высокий коэффициент корреляции с рядом механических свойств.

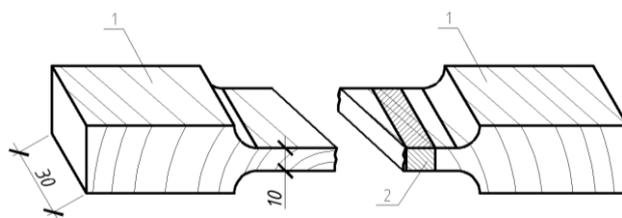


Рисунок 2 – Схема отбора образцов для определения плотности:
1 – образец после разрушения; 2 – зона выпиливания образца в виде прямоугольной призмы для определения плотности

Определение плотности древесины производится в соответствии с [7]. При изучении этого свойства мы будем определять следующие показатели: плотность влажной и абсолютно сухой древесины, плотность при нормализованной влажности, пористость древесины и базисную плотность древесины. Плотности древесины определялась для каждого образца после его разрушения, путем отбора проб из цельного поперечного сечения испытанного образца расположенного на минимально возможном расстоянии от места его разрушения (рисунок 2). При этом размеры образца для определения плотности имели форму прямоугольной призмы с размерами $10 \times 30 \times 15..20$ мм и определялись с помощью микрометра или штангенциркуля с погрешностью измерения не более 0,01 мм.

Изготовление образцов. Образцы для экспериментальных испытаний изготавливались из древесины сосны возрастом 90-110 лет, прошедшей 4 летний период атмосферной сушки в штабеле под крышей.

На момент изготовления образцов влажность древесины доски по ее длине составляла $10\% \pm 1\%$. Для образцов каждой из четырех групп выбиралась одна доска длиной 6 м тангенциального распила без трещин и все образцы одной группы выпиливались из неё. Доска обрезалась с одной стороны и фуговалась до толщины 32 мм, после чего на доске прорисовывались будущие образцы под углом $\alpha = 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ к волокнам (на каждой доске свой угол наклона). После чего из доски выпиливались заготовки с сечением 32×32 мм и торцевались в размер по длине 215 мм. Заготовки образцов обрабатывались при помощи высокоскоростного фрезера (со скоростью вращения фрезы 30000 об.мин). Заготовки фрезеровались с четырёх сторон путем пропуска их через фрезерный стол с упором (упор строго перпендикулярен фрезе) для получения размеров в сечении 30×30 мм.

Рабочая часть образцов выпиливалась при помощи фрезы диаметром 22 мм, при этом сама заготовка жестко зажимается в кондуктор, и расклинивается в нем, чтобы избежать даже малейших вибраций заготовки в процессе работы фрезы. Так как образцы очень хрупкие, из-за угла наклона волокон, выбор древесины фрезой производится последовательно с каждой стороны заготовки, примерно 1 мм за проход. Схемы изготовления образцов с углов наклона волокон $30^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ представлены на рисунках 3...6. Образцы с поперечным сечением рабочей зоны, в которых имело место наличие свилей и смолистых включений, сучков, браковались.

В образцах, предназначенных для длительных испытаний, в предварительно просверленные отверстия по направлению продольной оси образца длиной 50 мм были вклеены стальные винты с кольцом. В качестве клея использовался эпоксидный компаунд. Нагрузка на образец передавалась через стальной винт с кольцом, к которому прикладывалось усилие. Такая схема приложения нагрузки к образцу позволяла обеспечивать ее центральное приложение относительно поперечного сечения в рабочей зоне на всем этапе длительных испытаний. Данное обстоятельство является очень важным, поскольку деформирование образца под действием постоянной центрально приложенной нагрузки по отношению к поперечному сечению, вызывающей растяжение древесины под углом α к волокнам, как известно, происходит неравномерно.

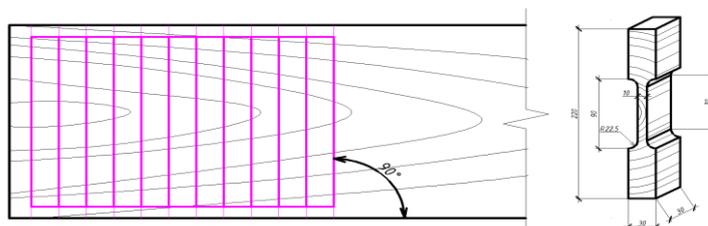


Рисунок 3 – Схема изготовления образцов с углов наклона волокон 90°

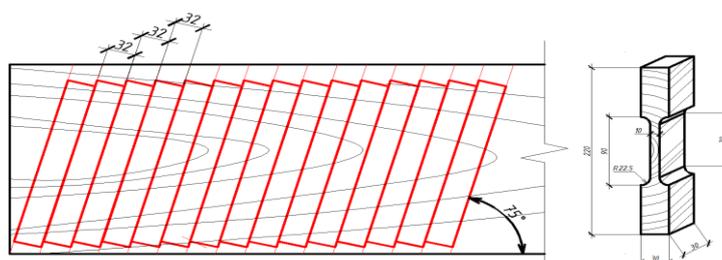


Рисунок 4 – Схема изготовления образцов с углов наклона волокон 75°

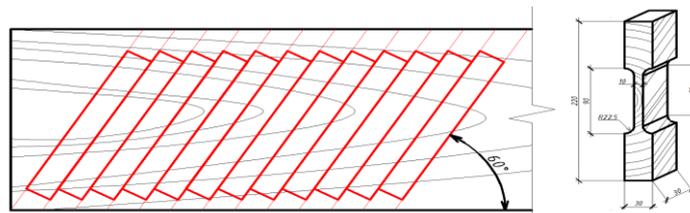


Рисунок 5 – Схема изготовления образцов с углом наклона волокон 60°

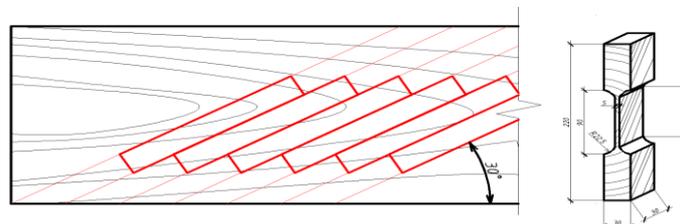


Рисунок 6 – Схема изготовления образцов с углом наклона волокон 30°

Перед испытаниями для каждого образца определялась влажность древесины, выполнялись измерения размеров, осуществлялось их кондиционирование (выдержка в стандартных температурно-влажностных условиях). Кондиционирование образцов проводилось при стандартной температуре окружающей среды (20 ± 2) $^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха (65 ± 5)%. Образец считался кондиционированным, когда он достигал постоянной массы. Считалось, что постоянство массы достигнуто, если результаты двух последовательных взвешиваний испытываемого образца, проводимых с интервалом в 6 ч, не отличались более чем на 0,1 %. Все результаты измерений заносились в соответствующие протоколы. Отобранные образцы после их кондиционирования и выполнения соответствующих измерений до проведения кратковременных испытаний плотно оборачивались пароизоляционной пленкой, а образцы, предназначенные для длительных испытаний, покрывались парафином. Такой способ защиты образцов при длительных испытаниях позволял гарантировать неизменность влажности древесины образцов в течение всего периода испытаний.

Что же касается плотности древесины, то она определялась после разрушения образца путем отбора проб из цельного поперечного сечения испытанного образца, расположенного на минимально возможном расстоянии от места.

Список использованных источников:

1. Белянкин, Ф. П. Деформативность и сопротивляемость древесины / Ф. П. Белянкин, В. Ф. Яценко. - К. : Из-во АН УССР, 1957. - 86 с.
2. Иванов, Ю. М. Длительная прочность древесины // Лесн. журн. - 1972. - № 4.
3. Леонтьев, Н. Л. Длительное сопротивление древесины. - М.-Л. : Гослесбумиздат, 1957. - 132 с.
4. Орлович, Р. Б. О применении критериев длительной прочности в расчетах деревянных конструкций / Р. Б. Орлович, А. Я. Найчук // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1986. - № 5 - С. 15-19.
5. Найчук, А. Я. Теория и практика дальнейшего развития деревянных конструкций. Часть 1. О нагрузках, расчетных сопротивлениях и длительной прочности древесины / А. Я. Найчук, А. А. Погорельцев, Е. Н. Серов // Промышленное и гражданское строительство. 2018. - № 6 - С. 38-44.
6. ГОСТ 16588-91 (ИСО 4470-81) «Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности».
7. ГОСТ 16483.1-84 «Древесина. Метод определения плотности».
8. СТБ 1713-2007 «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия».

Научное издание

Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара. ЧАСТЬ I, Брест, БрГТУ, 22 апреля 2022 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2022. – 129 с.

Редакторы: В.С. Северянин, В.Г. Новосельцев.

Технический редактор: П.Ф. Янчилин.

Компьютерная вёрстка: П.Ф. Янчилин.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Тираж 100 экз.

Издатель и полиграфическое исполнение

Брестское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики
«Брестэнерго»

224030, Брест, ул. Воровского, 13/1