ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Администрация городского округа – город Волжский

Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
ВГИ (филиал) ВолГУ

ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
23 – 25 мая 2016 г.

Администрация городского округа – город Волжский
Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
ВГИ (филиал) ВолГУ

ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
23-25 мая 2016 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ВОЛЖСКИЙ МЭИ 2016

УДК 621.3+621.37[(043.2)]
ББК 65.304.14

Организационный комитет:
Резников А. Н. (председатель), Султанов М. М., Шумячер В. М., Фетисов А. В., Севостьянов М. В., Болдырев И. А., Гончаров Ю. А., Гончарова Л. К., Грига А. Д., Жилина В. И., Зенина Е. Г., Кузеванов В. С., Курьянов В. Н., Терентьев Г. Ф., Трохимчук М. В., Якимович Е. В.

Двадцать вторая межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, г. Волжский, 23-25 мая 2016 г. : Тезисы докладов. – Волжский : Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2016. – 199 с.

ISBN 978-5-94721-113-9

Тезисы докладов Двадцать второй межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов г. Волжского освещают актуальные проблемы в области машиностроения, химии, строительства и энергетики. Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

Тексты тезисов, представленные авторами, сверстаны и при необходимости сокращены. Как правило, сохранена авторская редакция.

Печатаются по решению Учебно-методического совета Филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

УДК 621.3+621.37[(043.2)]
ББК 65.304.14

ISBN 978-5-94721-113-9

© Авторы, 2016
© Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2016

СЕКЦИЯ № 1

ТЕПЛОВАЯ И НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА. СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ, ПРОЦЕССЫ И МОДЕЛИ

Председатель: ***Кузеванов В. С.*** – д-р техн. наук, профессор
Сопредседатель: ***Гончарова Л. К.*** – канд. хим. наук, профессор
Секретарь: ***Закожурникова Г. С.*** – ст. преподаватель

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВТЭЦ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СТАНЦИИ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДА СЛУЧАЙНОГО БАЛАНСА

Анисимов Е. В. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Терентьев Г. Ф.*** – канд. техн. наук, профессор

В настоящее время стоимость электрической и тепловой энергии на многих ТЭЦ высокая по сравнению с другими генерирующими компаниями (например, ГЭС). Поэтому решение вопроса по оптимизации режимов работы оборудования ТЭЦ непосредственно влияет на объемы расхода топлива в целом и улучшение ТЭП работы ТЭЦ в частности.

Необходимо заметить, что методы оптимизации режима работы оборудования станций, основанные на аналитической зависимости между переменными, дают возможность определить наибольшее (или наименьшее) значение целевой функции (в нашем случае это зависимость расхода топлива от установленных мощностей). А это, в свою очередь, дает возможность оценить режим работы конкретного оборудования с целью снижения расхода топлива.

Исследования проводились на основе результатов работы Волжской ТЭЦ со следующим оборудованием: ПТ-65-130; ПТ-135-130; Т-100-130; РОУ-13.

Работа оценивалась по следующим величинам: установленная электрическая мощность $N_э$, МВт; мощность производственного отбора $Q_п$, МВт; теплофикационная мощность $Q_т$, МВт.

Для оценки изменения показателей расхода топлива для разных режимов работы оборудования на станции использовался метод случайного баланса.

Результат эксперимента – показатель расхода топлива на станции, нм^3/с (таблица).

Таблица

Показатели работы основного и вспомогательного оборудования на ВТЭЦ

Дата, время	Тип установки	N, МВт	$Q_п$, МВт	$Q_т$, МВт	Расход топлива, тыс. $нм^3/ч$
1	2	3	4	5	6
13.01.10 04-00	ПТ-65-130	28,3	53,200	47,774	97,440
	ПТ-135-130	84,8	133,022	104,641	
	Т-100-130	103,8		172,118	
	РОУ-13		32,598		
	∑ Общее	216,9	218,820	324,533	
13.01.10 06-00	ПТ-65-130	27,8	54,979	48,704	98,690
	ПТ-135-130	85,8	133,022	106,616	
	Т-100-130	103,4		172,118	
	РОУ-13		30,650		
	∑ Общее	217,0	218,651	327,437	
13.01.10 14-00	ПТ-65-130	35,2	35,443	56,253	106,830
	ПТ-135-130	118,4	111,375	112,887	
	Т-100-130	105,5		169,737	
	РОУ-13		29,671		
	∑ Общее	259,1	176,489	338,877	
14.01.10 04-00	ПТ-65-130	26,9	42,361	59,416	96,890
	ПТ-135-130	85,5	116,394	103,480	
	Т-100-130	103,2		144,941	
	РОУ-13		33,102		
	∑ Общее	215,6	191,858	307,838	
14.01.10 16-00	ПТ-65-130	30,6	16,944	54,655	94,250
	ПТ-135-130	80,2	128,865	81,530	
	Т-100-130	107,0		120,784	
	РОУ-13		34,204		
	∑ Общее	217,8	180,014	256,969	
15.01.2010 04-00	ПТ-65-130	30,0	32,068	32,068	98,480
	ПТ-135-130	88,4	128,521	124,559	
	Т-100-130	99,1		181,177	
	РОУ-13		34,782		
	∑ Общее	217,5	195,371	337,803	
15.01.10 16-00	ПТ-65-130	34,8	29,536	29,536	105,310
	ПТ-135-130	113,4	140,722	119,159	
	Т-100-130	97,0		176,647	
	РОУ-13		34,105		
	∑ Общее	245,2	204,364	325,342	
16.01.10 12-00	ПТ-65-130	32,6	8,439	67,588	103,850
	ПТ-135-130	93,2	140,297	141,109	
	Т-100-130	92,7		163,059	
	РОУ-13		36,849		
	∑ Общее	218,5	185,585	371,756	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
17.01.10 04-00	ПТ-65-130	39,2	33,256	72,895	111,100
	ПТ-135-130	103,7	140,297	147,380	
	Т-100-130	95,0		192,326	
	РОУ-13		36,539		
	∑ Общее	237,9	210,092	412,601	
17.01.10 20-00	ПТ-65-130	41,8	33,289	69,179	114,810

По результатам в среде MathCAD сформированы матрица факторов и вектор результатов эксперимента.

Схема

Матрица факторов (*F*) и вектор результатов (*R*)

$$F := \begin{pmatrix} 28.3 & 84.8 & 103.8 & 53.2 & 133.022 & 32.598 & 47.774 & 104.641 & 172.118 \\ 27.8 & 85.8 & 103.4 & 54.979 & 133.022 & 30.65 & 48.704 & 106.616 & 172.118 \\ 35.2 & 118.4 & 105.5 & 35.443 & 111.375 & 29.671 & 56.253 & 112.887 & 169.737 \\ 26.9 & 85.500 & 103.2 & 42.361 & 116.394 & 33.102 & 59.416 & 103.480 & 144.941 \\ 30.6 & 80.2 & 107 & 16.944 & 128.865 & 34.204 & 54.655 & 81.530 & 120.784 \\ 30 & 88.4 & 99.1 & 32.068 & 128.521 & 34.782 & 32.068 & 124.559 & 181.177 \\ 34.8 & 113.4 & 97 & 29.536 & 140.722 & 34.105 & 29.536 & 119.159 & 176.647 \\ 32.6 & 93.2 & 92.7 & 8.439 & 140.297 & 36.849 & 67.588 & 141.109 & 163.059 \\ 39.2 & 103.7 & 95 & 33.256 & 140.297 & 36.539 & 72.895 & 147.380 & 192.326 \\ 41.8 & 116.5 & 92.7 & 33.289 & 164.667 & 0 & 69.179 & 153.303 & 192.326 \\ 50 & 93 & 75 & 95.354 & 0 & 0 & 42.275 & 120.726 & 142.874 \\ 59 & 108 & 89 & 101.065 & 0 & 36.222 & 36.235 & 136.812 & 144.732 \\ 38 & 108 & 92 & 97.175 & 0 & 39.240 & 36.235 & 146.103 & 150.191 \\ 54 & 106 & 96 & 92.773 & 0 & 45.402 & 28.744 & 130.656 & 144.035 \\ 38 & 99 & 83 & 87.296 & 0 & 45.402 & 21.776 & 130.656 & 152.862 \\ 54 & 107 & 97 & 101.057 & 0 & 44.775 & 27.873 & 135.011 & 150.539 \\ 40 & 108 & 74 & 102.022 & 0 & 45.277 & 21.776 & 126.475 & 141.132 \\ 40 & 89 & 83 & 92.038 & 0 & 45.277 & 23.518 & 172.118 & 184.684 \\ 55 & 97 & 95 & 91.267 & 0 & 45.152 & 23.518 & 172.118 & 190.026 \\ 37 & 107 & 67 & 91.945 & 0 & 45.277 & 19.511 & 134.140 & 166.450 \end{pmatrix} \quad R := \begin{pmatrix} 97.44 \\ 98.69 \\ 106.83 \\ 96.89 \\ 94.25 \\ 98.48 \\ 105.310 \\ 103.85 \\ 111.1 \\ 114.810 \\ 80.43 \\ 95.610 \\ 86.09 \\ 95.7 \\ 82.950 \\ 96.250 \\ 82.78 \\ 86.35 \\ 96.730 \\ 84.1 \end{pmatrix}$$

Таким образом, по методу случайного баланса получили диаграмму вкладов каждого из факторов в результате экспериментов/замеров.

Исходя из данных, наибольший вклад в изменение расхода топлива оказывает первая группа факторов, то есть электрическая мощность, выдаваемая в сеть ТУ ПТ-65-130.

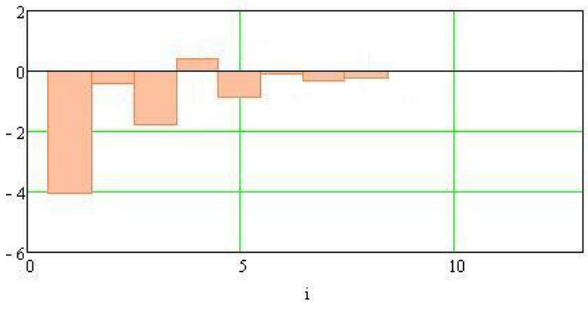


Диаграмма. Вклады факторов

Таким образом, при уменьшении/увеличении значения нагрузки электрической мощности на ТУ ПТ-65-130 гипотетически значение функции (расход топлива на станции) будет уменьшаться/увеличиваться наиболее интенсивно.

Данную информацию можно использовать для снижения затрат топлива на выработку установленной мощности (тепловой и электрической).

ОЧИСТКА ПЫЛЕГАЗОВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ОТ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В УСТАНОВКЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИИ

Бетуганова Е. А. – студентка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Иваницкий М. С.*** – канд. техн. наук, доцент

В процессе сжигания топлива в котлах на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) в атмосферу выбрасываются токсичные продукты сгорания. Окисление угля сопровождается выходом твердых частиц, представляющих собой продукты неполного сгорания. Нормативный уровень концентраций твердых частиц в дымовых газах пылеугольных котлов, эксплуатируемых на территории России, не должен превышать 150 мг/м^3, согласно европейскому законодательству содержание взвешенных частиц не должно быть более 50 мг/м^3. Использование различных углей с индивидуальными рабочими характеристиками приводит к необходимости совершенствования расчетных методик, учитывающих конкретные свойства топлива, и улучшения эксплуатационных показателей газоочистных систем. Совершенствование эффективности работы электрофильтрующих установок проводится на основе моделирования рабочих процессов [1-3].

На рисунке представлена зависимость параметра золоулавливания от размера твердых частиц уноса для различных марок углей.

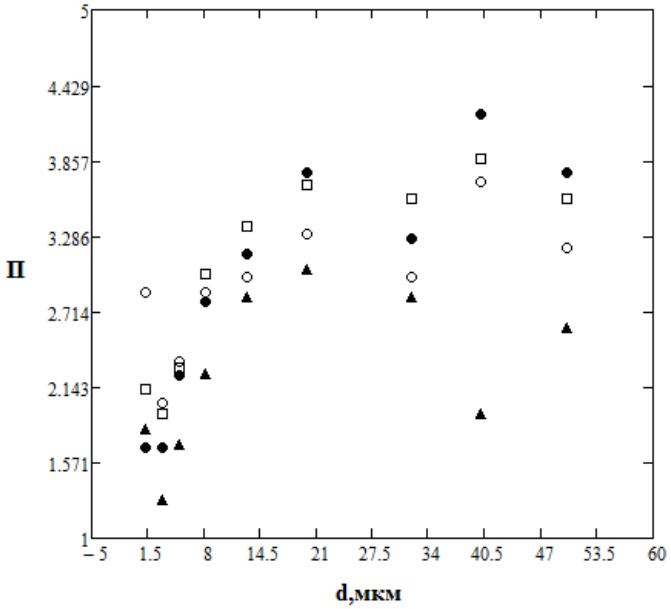


Рисунок. Зависимость параметра золоулавливания от размера твердых частиц уноса (□ – экибастузское, ▲ – кузнецкое, ● – донецкое, ○ – подмосковное)

На основании графика можно сделать вывод, что с увеличением диаметра частиц параметр золоулавливания увеличивается экспоненциально. Снижение параметра обуславливается неравномерностью распределения фракционного состава золы и размера частиц. При увеличении диаметра частиц с 1,5 до 20,0 мкм параметр золоулавливания увеличивается от 1,2 до 3,0, что в абсолютных величинах задержки пылевых частиц составляет 70,0 и 95,1 %.

Анализ рисунка показывает, что для всех исследуемых твердых фракций продуктов сгорания степень очистки в электрофильтре увеличивается с ростом размера твердых частиц. Минимальная эффективность удаления твердой фазы, равная 71,3 %, характеризует сжигание кузнецкого угля. Для донецких углей с содержанием золы $A^{\text{п}} \leq 1{,}4$ %/МДж/кг значение параметра золоулавливания твердых частиц в продуктах сгорания не превышает 4,25 (98,4 %). Разработка мероприятий по улучшению экологических показателей работы газоочистных агрегатов ТЭЦ позволит повысить конкурентоспособность отечественной угольной энергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иваницкий, М. С. Негативное воздействие объектов теплоэнергетики на окружающую среду / М. С. Иваницкий, А. Д. Грига, С. А. Грига // Межрегиональная научно-практическая конференция «Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий», г. Волжский, 20-23 сентября 2011 г. / Сборник материалов конференции. – Волжский : Филиал МЭИ в г. Волжском, 2011. Издательство: Филиал МЭИ в г. Волжском, 2012. – С. 135-137.

2. Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов / П. В. Росляков. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.: ил.

3. Бетуганова, Е. А. Исследование закономерностей осаждения частиц при электрофильтрации / Е. А. Бетуганова, М. С. Иваницкий // Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий», г. Волжский, 17 декабря 2015 г. / Сборник материалов конференции. – Волжский : Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2015. – С. 123-125.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНОЙ

Бунин Д. С., Пруцков А. А., Семенова Е. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М. В.*** – канд. техн. наук, профессор

Затраты на водоподготовку – это неотъемлемая часть эксплуатационных расходов промышленных и энергетических предприятий. Водоподготовка для котельной предназначена в первую очередь для обеспечения продолжительной и отлаженной работы промышленных котельных. Зачастую низкое качество воды способствует быстрому изнашиванию оборудования, что приводит к неоправданно высоким затратам на ремонт и модернизацию. С помощью правильно подобранных систем промышленной очистки воды не только продлевается срок

эксплуатации котельного оборудования, но и улучшаются показатели его работы. Отсутствие или недостаточно качественная водоподготовка приводят к тому, что находящиеся в воде примеси (растворенные и взвешенные) вызывают коррозионные повреждения или отложения на поверхности оборудования, снижая при этом их эксплуатационные характеристики и вызывая аварийные остановки с выходом оборудования из строя.

Наиболее привлекательным направлением совершенствования энергохозяйства является внедрение технологий, позволяющих достичь желаемого эффекта без существенного изменения режимов работы основных технологических систем. Это становится возможным при внедрении дополнительных подсистем, максимально эффективно влияющих на качество питательной воды и, как следствие, на основное и вспомогательное оборудование котельной.

Решение комплексной задачи по модернизации схемы подготовки воды для паровой котельной промышленного предприятия возможно путем частичной замены и модернизации технологического оборудования котельной.

Модернизация котельной предполагает:

1) проектирование системы энергоснабжения паровой котельной с применением энергосберегающих технологий, которое включает разработку системы освещения, заземления, выбор токопроводов, распределительных шкафов, защитной аппаратуры, высоковольтного кабеля, силового оборудования;

2) включение в схему подготовки воды установки обратного осмоса с целью направленного регулирования щелочности и солесодержания умягченной воды;

3) целевое применение вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) для повышения эффективности реализации технологического процесса;

4) исключение дополнительного расхода питьевой воды на охлаждение продувок котла.

Традиционная схема подготовки воды для паровых котельных – Na-катионирование – применяется для умягчения природных вод. Однако карбонатная щелочность умягченной воды в 2 раза превышает рекомендуемую величину.

Внедрение установки обратного осмоса в схему подготовки воды для паровой котельной промышленного предприятия приведет к снижению щелочности и солесодержания подготовленной воды [1].

Авторами рассчитано:

– направленная корректировка качества воды с использованием мембранной установки снизит солесодержание питательной воды котлов с 280 до 70 мг/дм^3, уменьшит величину продувки котла и сократит объем сточных вод в 4 раза. Так как на подогрев 1 м^3 питательной воды в промышленной котельной расходуется 31,5 м^3 газа, то ожидаемая экономия природного газа после модернизации схемы подготовки воды составит 183 708 м^3/год;

– использование периодической и непрерывной продувки парового котла АХ-1750 позволит нагреть исходную (питьевую) воду перед стадией её умягчения до 15-20 °С. Внедрение новой схемы исключит дополнительные расходы питьевой воды для охлаждения периодической и непрерывной продувки

котла: зимой с 136,8 до 34,2 м^3/сут. (с 49 248 до 12 312 м^3/год); летом с 181,0 до 45,3 м^3/сут. (с 65 160 до 16 290 м^3/год), и позволит регулировать температуру исходной воды с целью повышения эффективности её умягчения [2]. Габаритные размеры пластинчатого теплообменника для нагрева воды перед стадией её умягчения: 650 × 400 × 1665 мм.

Комплексные мероприятия по использованию ВЭР для регулирования температурного режима процесса умягчения воды, сокращение потребления исходной (питьевой) воды на технологические нужды и внедрение передовой мембранной технологии позволят повысить ресурсо- и энергоэффективность промышленной котельной. Экономия годовых затрат денежных средств на расходные материалы после модернизации котельной составит 943 748 рублей. Срок окупаемости предлагаемой модернизации паровой котельной промышленного предприятия – 2 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семёнова, Е. В. О модернизации водоподготовительной установки промышленной котельной / Е. В. Семёнова, А. О. Криуля, М. В. Одоевцева // Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий», г. Волжский, 17 декабря 2015 г. / Сборник материалов конференции. – Волжский : Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2015. – 190 с.

2. Шкроб, М. С. Водоподготовка и водный режим паротурбинных электростанций / М. С. Шкроб, Ф. Г. Прохоров. – М. : Госэнергоиздат, 1961. – С. 471.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Бунин Д. С., Пруцков А. А., Семенова Е. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М. В.*** – канд. техн. наук, профессор

С целью направленного регулирования величины щелочности и солесодержания питательной воды предлагается модернизация схемы подготовки воды для паровых котельных промышленных предприятий путем включения в основную схему установки обратного осмоса [1].

Исследования проводились на экспериментально-обучающей лабораторной установке обратного осмоса (УОО) с мембраной TW 30-1812-50 фирмы FILMTEC. Авторами изучалось влияние давления на показатели качества воды после установки обратного осмоса.

Результаты проделанной работы представлены в табл. 1.

На основании полученных данных построена зависимость щелочности пермеата (рисунок) от формируемого давления. В результате исследований установлено, что уже при давлении 0,3 МПа общая щелочность воды имеет минимальное значение.

Таблица 1

Показатели качества пермеата установки обратного осмоса

Показатели	Вода после II ступени ХВО	Р = 0,3 МПа	Р = 0,4 МПа	Р = 0,5 МПа	Р = 0,7 МПа
$Ж_о$, мг-экв/дм^3	0,018	0,012	0,010	0,006	0,004
$Щ_о$, мг-экв/дм^3	2,500	0,080	0,070	0,062	0,052
Cl, мг/дм^3	34,03	3,55	2,84	2,70	2,65
æ, мкс/см	500,0	6,0	2,6	2,4	2,2
Na, мг/дм^3	32,400	0,409	0,364	0,290	0,220
pH	8,00	5,92	5,86	5,80	5,70

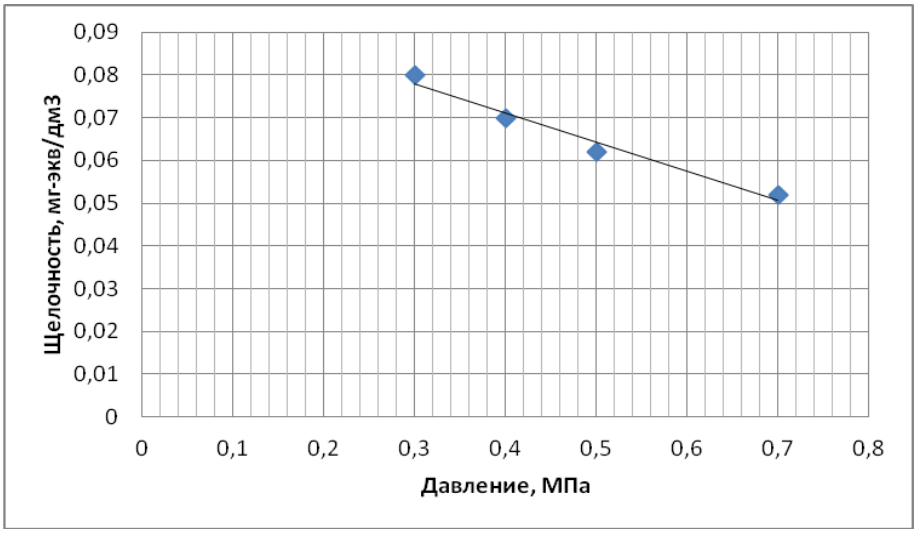


Рисунок. Зависимость щелочности пермеата от задаваемого давления

Авторами определена оптимальная величина подмеса химочищенной воды к пермеату для получения добавочной воды с общей щелочностью не более 0,65 мг-экв/дм^3. Установлено, что наилучшее соотношение пермеата УОО и умягченной воды после Na-катионитных фильтров – 80 к 20 %. В табл. 2 приведены результаты лабораторных испытаний.

Таблица 2

Влияние величины подмеса Na-катионированной воды к пермеату УОО на общую щелочность воды

I стадия УОО, %	Na-кат. II ступень, %	$Щ_о$, мг-экв/дм^3
10	90	2,70
20	80	2,20
50	50	1,46
80	20	0,65
90	10	0,32

Авторами выявлено, что направленное регулирование величины щелочности и солесодержания добавочной воды достигается путем регулирования потоков: часть концентрата от установки обратного осмоса в количестве 1 м^3/ч возвращается в голову установки и подмес в количестве 1 м^3/ч химочищенной

воды к пермеату, концентрат в количестве 0,14 м^3/сут. применяется для приготовления раствора соли, оставшаяся часть концентрата возвращается для умягчения на Na-катионитные фильтры.

Результаты исследования помогут наиболее рационально и эффективно наладить работу установки подготовки воды в котельной промышленного предприятия.

СПИСОК ЛТИТЕРАТУРЫ

1. Семенова, Е. В. Ресурсосберегающие мероприятия в процессах водоподготовки технологической котельной / Е. В. Семенова, М. В. Одоевцева // Двадцать первая межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, г. Волжский, 23-25 мая 2015 г. / Тезисы докладов. – Волжский : Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2015. – 187 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЮГА РОССИИ

Гончаров М. А.*, *Дорофеев Ю. Н.*, *Попов И. А.*, *Шимоняк А. А. –
студенты филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М. В***. – канд. техн. наук, профессор

Вода – универсальное вещество, обеспечивающее химические, физические процессы, используемое в промышленности и энергетике. Качество воды определяется ее минеральным составом, от которого зависят ее пригодность или непригодность для обессоливания на установках обратного осмоса (УОО). Одними из важнейших ионов в природных водах, во многом определяющих поведение различных примесей, являются анионы угольной кислоты. В природных водах содержатся одновременно следующие формы угольной кислоты: CO_2, H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{2-}. В поверхностных водах карбонаты находятся в равновесии с бикарбонатами, которые представлены в виде углекислоты, попадающей в воду из атмосферы, где её концентрация составляет примерно 0,05 %. $H_2O + CO_2 = H_2CO_3$ в водном растворе угольная кислота диссоциирует в две стадии:

$$H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-,$$

$$HCO_3^- \Leftrightarrow H^+ + CO_3^{2-}.$$

Соответственно, и выражение для констант диссоциации:

$$K_{Д1} = \frac{[H^+]\cdot[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]},$$

$$K_{Д2} = \frac{[H^+]\cdot[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}.$$

Процесс диссоциации осложняется присутствием ионов Ca^{2+}, с которыми ионы CO_3^{2-} образуют труднорастворимое соединение [1]:

$$Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2CO_3 \Leftrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2.$$

Формирование труднорастворимых соединений может привести к нарушению работы установок обратного осмоса. Для прогнозирования стабильности воды используется индекс насыщенности Лаженлье (LSI) [2]. Индекс LSI определяют как разность pH анализируемой воды и величины pHs:

$$LSI = pH - pHs,$$

где pHs – величина pH, отвечающая равновесному состоянию углекислых соединений, которая находится по формуле

$$pHs = f_1(t) - f_2(Ca^{2+}) - f_3(Щ_o) + f_4(a_{C_o}),$$

где $f_1(t)$ – функция температуры воды; $f_2(Ca^{2+})$ – функция концентрации ионов Ca^{2+} в воде; $f_3(Щ_o)$ – функция общей щёлочности воды и $f_4(a_{C_o})$ – функция солесодержания воды.

Для эффективной работы УОО LSI-индекс должен быть меньше 0,5.

LSI – логарифмическая функция, поэтому тенденция к осадкообразованию в диапазоне LSI от 0,5 до 2,0 может быть весьма значительной.

Представляет интерес оценить качество вод юга России. Для исследования студенты филиала МЭИ в г. Волжском отбирали пробы вод из рек Мигулянка, Медведица, Ахтуба, Россыпная и подземного источника Отрог. Пробы вод отбирались студентами вручную (март 2016 года), доставлялись в филиал МЭИ в г. Волжском в пластиковых бутылях и хранились при одинаковой температуре. Качество проб воды оценивалось студентами по следующим показателям: жёсткость, щёлочность, электропроводность, окисляемость, pH. Результаты исследования представлены в таблице.

Анализ экспериментальных данных (таблица) показал, что наименьшую насыщенность Лаженлье (0,1) имеет вода, взятая из подземного источника Отрог. Наибольший LSI (2,1) имеет вода из р. Россыпная. Численное значение электропроводности воды р. Россыпной составляет 7060 мкСм /см. При практическом применении воды из рек Мигулянка, Медведица, Ахтуба, Россыпная будут формироваться карбонатные отложения на поверхности мембран, для исключения которых необходимо использовать предмембранные методы очистки воды или ингибиторы отложений [3].

Таблица

Результаты исследования вод юга России

Анализируемые пробы воды	$Ж_0$, мг-экв/ $дм^3$	$Ж_{Ca}$, мг-экв/ $дм^3$	$Ж_{Mg}$, мг-экв/ $дм^3$	$Ж_к$, мг-экв/ $дм^3$	$Ж_{н.к}$, мг-экв/ $дм^3$	pH	Электропроводимость, мкСм/см	Индекс Ланжелье		Окисляемость, мг $KMnO_4$ /дм3
								25 °С	30 °С	
р. Медведица	10,9	6,9	4,0	5,9	5,4	7,3	1000	0,4	0,6	25,3
р. Мигулянка	5,0	3,0	1,9	3,6	1,3	8,0	570	0,6	0,8	23,4
Подземный источник «Отрог»	2,9	1,9	1,0	2,2	0,7	7,9	360	0,1	0,2	9,8
р. Ахтуба	3,9	2,9	1,0	2,9	1,4	7,4	545	0,4	0,6	34,8
р. Россыпная	24,9	14,9	10,0	7,0	18,0	8,6	7060	2,1	2,3	42,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – Электрон. текстовые дан. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – Режим доступа: http://www.nelbook.ru/reader/?book=32

2. Шкроб, М. С. Водоподготовка и водный режим паротурбинных электростанций / М. С. Шкроб, Ф. Г. Прохоров. – М. : Госэнергоиздат, 1961. – С. 471.

3. Введение в мембранные технологии / Свитцов А. А. – М. : ДеЛи принт, 2007. – С. 179.

О КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ И МЕРАХ БОРЬБЫ С НЕЙ

Гурин Р. В. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л. К.*** – канд. хим. наук, профессор

Известно, что внутренняя коррозия стальных трубопроводов и оборудования вызывается растворенными в воде газами: кислородом O_2, диоксидом углерода CO_2, а также ионами Cl^- и SO_4^{2-}.

Особенно высокую коррозионную активность имеет кислород в присутствии углекислоты, которая в этом случае играет роль коррозионного катализатора. Коррозионная активность агента характеризуется коррозионным коэффициентом *К*, представляющим собой отношение массы металла, переведенного в продукт коррозии, к расходу коррозионного агента.

При наличии в воде растворенных O_2 и CO_2 процесс коррозии железа описывается следующими уравнениями:

$$Fe + 2CO_2 + 2H_2O = Fe(HCO_3)_2 + H_2, \quad (1)$$

$$4Fe(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3 + 8CO_2. \quad (2)$$

В процессе реакции каждая молекула растворенного кислорода переводит в продукт коррозии четыре молекулы железа.

Коррозионный коэффициент кислорода при этой реакции

$$KO_2 = 4Fe/O_2 = 4 \cdot 56/32 = 7.$$

При отсутствии в воде растворенного CO_2 реакция проходит в виде

$$4Fe + 3O_2 + 6H_2O = 4Fe(OH)_3 \quad (3)$$

и

$$KO_2 = 4Fe/3O_2 = 4 \cdot 56/3 \cdot 32 = 2{,}34, \quad (4)$$

то есть в 3 раза меньше, чем в присутствии растворенного диоксида углерода.

Коррозионная активность CO_2 в отсутствие растворенного O_2 значительно ниже и $KCO_2 = Fe/2CO_2 = 56/2 \cdot 44 = 0{,}64$, то есть в 2,74 раза меньше, чем кислорода в отсутствие CO_2, и в 11 раз меньше, чем кислорода в присутствии CO_2.

Одним из способов снижения коррозии является удаление растворённых газов из воды методом термической деаэрации. Однако этот способ эффективен только для деаэраторов повышенного давления (ДСП). В деаэраторах атмосферного типа (ДСА) добиться надежной отгонки CO_2 практически не удается, а в отсутствие предвключенных декарбонизаторов вакуумные деаэраторы также крайне неэффективны.

Выражение для углекислотного равновесия в воде имеет вид:

$$2HCO_3^- <=> CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O.$$

Соотношение различных форм углекислоты в воде представлено на рисунке.

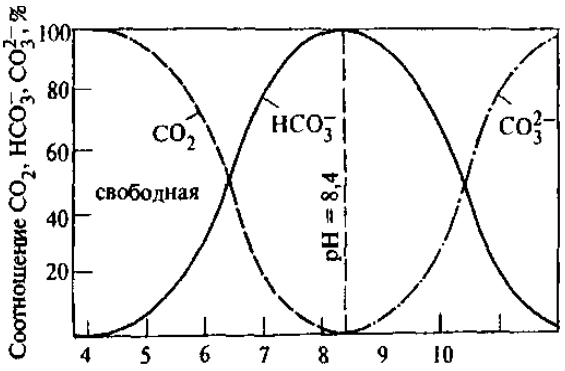


Рисунок. Соотношения молярных концентраций различных форм угольной кислоты в зависимости от pH при 25 °C

Из рисунка видно, что при pH, большем или равном 8,35, свободная CO_2 полностью отсутствует, и в зависимости от pH присутствует либо HCO_3^-, либо CO_3^{2-}, либо то и другое вместе. Получить необходимое значение pH несложно – необходимо добавить в обрабатываемую воду любую щелочь. Тогда в зависимости от дозы щелочи можно поддерживать pH = 8,35, и вся углекислота будет в форме HCO_3^-. При pH больше 8,35 углекислота будет частично в форме

HCO_3^-, а частично – в форме CO_3^{2-}, и в обоих случаях углекислота CO_2 оказывается связанной.

Практический интерес представляет подщелачивание воды до pH примерно 8,5, при которой можно считать, что в воде содержится только $NaHCO_3$. Данный способ на сегодняшний день является одним из наиболее распространенных, однако при всем этом необходимо строго следить за pH подпиточной, умягченной и сетевой воды и карбонатным индексом.

Карбонатный индекс $И_к$ – это произведение концентраций Са ($Ж_{Ca}$) и HCO_3^- ($Щ_о$): $И_к = Ж_{Ca} \cdot Щ_о$, $(мг\text{-}экв/дм^3)^2$.

То есть при переводе CO_2 в HCO_3^- увеличивается общее содержание ионов HCO_3^- ($Щ_о$) в водах и $И_к$. Поскольку подщелачивание приводит к его повышению, необходима дополнительная обработка воды для снижения содержания ионов Ca^{2+} в водах.

Для достижения максимального эффекта десорбции CO_2 из подпиточной воды следует применять обработку воды в вакуумных деаэраторах с предварительной декарбонизацией.

На практике главной задачей чаще всего как раз является отыскание такого режима работы вакуумной дэаэрационной установки, при котором надежная деаэрация подпиточной воды обеспечивается в достаточно широких пределах изменения температур и нагрузок всех составляющих потоков вакуумной деаэрациионной установки.

Одним из таких возможных режимов может быть режим, при котором

$$t_{ХОВ} = 35\text{-}50\ °C,\ t_{г.в} = 70\text{-}100\ °C,\ t_2 - t_1 = 5\text{-}15\ °C.$$

Таким образом, присутствие в деаэрированной воде кислорода вызывает интенсивную кислородную коррозию металла трубопроводов и оборудования схемы ПТС и сетевых трубопроводов; присутствие в воде дополнительно свободной углекислоты резко, в 3 раза, интенсифицирует этот процесс, а поэтому необходимо строго выдерживать показатель среды pH в интервале, установленном нормами ПТЭ, путем подщелачивания декарбонизированной воды с одновременным выдерживанием карбонатного индекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – 2-е изд., стереот. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 309[11] с.: ил.

2. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – 6-е изд., перераб. – М. : МЭИ, 1999. – 472 с.: ил.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / Министерство топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД 34.20.501-95. – 15-е изд., перераб. и доп. – М. : СПО ОРГРЭС, 1996. – 160 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ СТОКОВ В СХЕМАХ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

Дорофеев Ю. Н., Макаренко Е. А., Шимоняк А. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М. В.*** – канд. техн. наук, профессор

В настоящее время сокращение и утилизация высокоминерализованных солевых стоков ТЭЦ представляет собой актуальную техническую и эколого-экономическую проблему.

Из существующих схем водоподготовки с применением ионитных материалов на промышленных предприятиях наибольшее распространение получило натрий-катионирование. Сточные воды при этом методе умягчения воды содержат высокие концентрации ионов кальция, магния, значительно превышающие их концентрации в природной воде. Набирают популярность мембранные технологии, при применении которых также наблюдаются высокие концентрации солей. Объем сточных вод таких установок составляет более 10 % от производительности водоподготовительной установки. Степень замкнутости и безотходности производственного цикла во многом определяет экономичность и экологическую эффективность работы водоподготовительного оборудования.

Сегодня существует ряд малосточных водоподготовительных установок (ВПУ), но пропорционально масштабу проблем водоиспользования их реализация – это лишь малый шаг в решении данного вопроса. В связи с этим разработка комбинированного метода очистки засоленных стоков, включающего предмембранную подготовку и последующее разделение стоков на вторичный регенерационный раствор для натрий-катионитных фильтров и частично обессоленную воду, возвращаемую в основной производственный цикл промышленных предприятий, является актуальной.

Студентами филиала МЭИ в г. Волжском было установлено, что жесткость засоленных стоков после натрий-катионитных фильтров максимально снижается при использовании содоизвесткования и при ионировании концентрата после установки обратного осмоса (УОО). Процесс содоизвесткования проводился студентами филиала МЭИ на модельных растворах и засоленных стоках ВПУ промышленного предприятия. Общая жесткость $Ж_о$ засоленных стоков промышленных предприятия равна 210-250 мг-экв/дм^3. Оптимальные дозы реагентов для умягчения засоленных стоков определены экспериментально. При обработке засоленных стоков известью и содой полностью удаляется магниевая жесткость $Ж_{Mg}$ и до 0,1-0,5 мг-экв/дм^3 снижается кальциевая жесткость $Ж_{Ca}$. Значения pH умягченных стоков – 10,0…10,2. Предмембранное умягчение концентрата после установки обратного осмоса производилось ионообменным методом; $Ж_о$ снизилась до 0,03 мг-экв/дм^3, $Ж_{Ca}$ – до 0,02 мг-экв/дм^3. Достигнутый результат по снижению $Ж_{Ca}$ в 40-52 раза выше, чем по известным техническим решениям [1-3]. То есть для максимального умягчения засоленных стоков предварительное их концентрирование нецелесообразно.

Эффективность концентрирования умягченных стоков и обессоливания воды оценивались численным методом и на экспериментально-обучающей УОО. В результате численного моделирования определены рекомендуемые величины: pH умягченных засоленных стоков 6,9…8,3, конверсия 50 %, кратность циркуляции 3. Данные численного моделирования подтверждены экспериментально. С использованием экспериментально-обучающей установки обратного осмоса показано, что концентрация умягченных засоленных стоков возрастает от 1,5 до 5,0 г/дм^3. Усредненное солесодержание фильтрата обратноосмотической установки – 79-81 мг/дм^3. Применение комбинированного метода очистки засоленных стоков позволяет сформировать из умягченных стоков Na-катионитных фильтров два целевых продукта: частично умягченную воду (фильтрат) и концентрированный раствор солей натрия. Солесодержание первого потока в 4 раза меньше, чем солесодержание исходной воды, и возвращение этого потока на ВПУ промышленного предприятия снизит потребление исходной воды. Второй поток эффективно использовать как основу для регенерационного раствора Na-катионитных фильтров.

Совместное применение ВПУ промышленных предприятий и комбинированного метода очистки засоленных стоков повысит рациональность использования исходной воды и снизит суммарное воздействие ВПУ на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2619081/23-26 кл. С 02 F9/00 23.05.78.
2. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 85311 от 30.08.81. Бюллетень № 32.

ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НА КАМЫШИНСКОЙ ТЭЦ

Емельянов В. А., Иваненко Ю. П. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л. К.*** – канд. хим. наук, профессор

Тепловые сети являются неотъемлемой составляющей жизнеобеспечения жителей различных населенных пунктов. К воде горячего водоснабжения предъявляются соответствующие требования, и поэтому важное значение имеет подготовка подпиточной воды для тепловых сетей. Кроме того, качественная водоподготовка – это гарантия надежной, долговечной и безаварийной работы системы теплоснабжения. В жилых районах применяют два вида водяных систем теплоснабжения: открытую и закрытую. Разница заключается в том, что при закрытой системе теплоснабжения в трубопроводах циркулирует постоянное количество воды, а при открытой системе часть воды непосредственно из системы разбирается на нужды горячего водоснабжения [1].

На Камышинской ТЭЦ применяется закрытая система водоснабжения [2].

Участок водоподготовительной установки (ВПУ) при подготовке воды для подпитки теплосети работает по схеме: коагуляция сернокислым алюминием с применением полиакриламида – осветление на механических фильтрах – «Н-голодное»-катионирование – буферные саморегенерирующиеся фильтры – декарбонизация (рисунок).

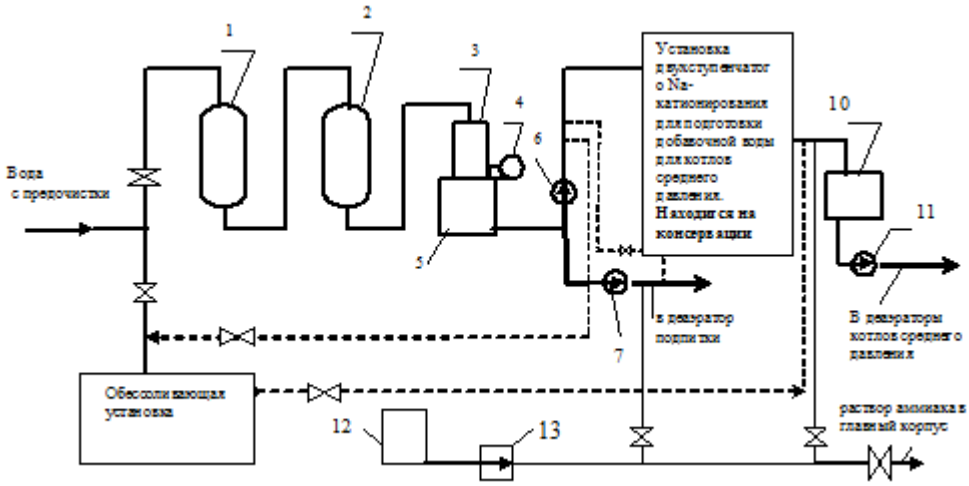


Рисунок. Схема ВПУ Камышинской ТЭЦ с участком подпитки теплосети и обессоливающей установкой:
1 – водород-катионитные фильтры с «голодной» регенерацией; 2 – буферные саморегенерирующиеся фильтры; 3 – декарбонизаторы; 4 – вентиляторы декарбонизаторов; 5 – баки декарбонизированной воды; 6 – насосы декарбонизированной воды; 7 – насосы подпитки теплосети; 10 – баки химочищенной воды; 11 – насосы химочищенной воды; 12 – бак-мерник аммиака; 13 – насосы-дозаторы аммиака

Исходная вода (р. Волга) после её обработки на предочистке поступает на водород-катионитные фильтры с «голодной» регенерацией, где происходит замена части катионов кальция, в основном из растворенной в воде соли $Ca(HCO_3)_2$, на катионы водорода H^+. В фильтрате увеличивается содержание CO_2, а щелочность уменьшается.

После водород-катионитных фильтров с «голодной» регенерацией во избежание колебаний щелочности и проскоков кислого фильтрата фильтрат направляется в буферные нерегенерирующиеся фильтры, а затем – в декарбонизатор для удаления углекислоты. Декарбонизатор реконструирован и загружен синтетическим наполнителем DANPACK в форме шариков, на 90 % пустых в объёме. Загрузка DANPACK позволила при уменьшенном объёме насадки получить воду с содержанием углекислоты менее 1,5 мг/дм³ [2].

После декарбонизаторов часть воды подаётся в деаэратор подпитки теплосети, а другая часть – на обессоливающую установку.

Качество воды, подаваемой на подпитку теплосети: $Ж_о$ – до 2,0 мг-экв/дм^3, $Щ_о$ – 0,5-0,7 мг-экв/дм^3, окисляемость – 3,0-5,6 мгO_2/дм^3.

Для поддержания pH питательной воды согласно нормам ПТЭ [3] (8,3÷9,5 для закрытой системы теплоснабжения) в подпиточную воду дозируется

раствор аммиака. Раствор аммиака 2 % концентрации подаётся насосами-дозаторами из бака-мерника раствора аммиака в трубопровод декарбонизированной воды после насосов подпитки теплосети.

На Камышинской ТЭЦ в схеме установки водоподготовки для подпитки теплосети в 2009 году произошли изменения – в Н-катионитных фильтрах с «голодной» регенерацией среднекислотный сульфоуголь был заменен на слабокислотный карбоксильный катионит CYBBER LX-280 [2].

Результаты технологического расчета фильтров, загруженных катионитами CYBBER LX-280 и сульфоуглем при одинаковой производительности, представлены в таблице.

Таблица

Технологический расчет фильтров

Показатель	**Данные для расчёта $H_г$-фильтров при загрузке разными ионитами**	
Расчетная производительность, $м^3/ч$	75	75
Требуемая площадь сечения фильтров, $м^2$	5,76	5,76
Число фильтров в работе, шт.	2	2
Площадь сечения одного фильтра, $м^2$	5,76	5,76
Характеристика стандартного фильтра, $м/м^2$; $м^2$	3,4/9,1; 1,30	3,4/9,1; 1,55
Действительная скорость фильтрования, м/ч	8,24	8,24
Тип загружаемого материала	CYBBER LX 280	Сульфоуголь
Рабочая емкость материала, $г\text{-}экв/м^3$	2500	250
Продолжительность фильтроцикла, ч	93,70	11,17
Суточное число регенераций всех фильтров, рег./сут.	0,256	2,149
Удельный расход реагента, $кг/м^3$	47	47
Расход 100 %-го реагента на одну регенерацию, кг	556,01	662,90
Суточный расход 100 %-го реагента, кг/сут.	142,3	1424,6
Удельный расход воды на взрыхление, $дм^3/(см \cdot с)$	3	3
Время взрыхления фильтра, мин.	30	30
Расход взрыхляющей воды, $м^3$/рег.	49,14	49,14
Концентрация регенерационного раствора, %	0,65	1,50
Расход воды на приготовление реагента, $м^3$/рег.	85,54	44,19
Удельный расход воды на отмывку, $м^3/м^3$	20	4
Расход воды на отмывку, $м^3$/рег.	234,00	56,42
Суммарный расход воды на регенерацию, $м^3$/рег.	368,7	149,8
Часовой расход на собственные нужды, $м^3/ч$	3,93	13,41
Скорость пропуска регенерационного раствора, м/ч	5,5	5,5
Время пропуска регенерационного раствора, мин.	102,50	52,98
Скорость отмывки, м/ч	10	10
Время отмывки, мин.	154,3	37,2
Суммарное время регенерации, мин.	286,8	120,2

Сравнение данных расчета показало, что CYBBER LX-280 имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с сульфоуглем: выше в 10 раз продолжительность фильтроцикла, суточное число регенерации, суточный расход регенеранта; в 3,4 раза – часовой расход воды на собственные нужды.

Таким образом, использование слабокислотных катионитов в схемах ВПУ позволяет повысить единичную производительность оборудования, снизить расход воды на собственные нужды за счет уменьшения числа регенераций и объем сбрасываемых сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – М. : МЭИ, 1999. – 472 с.: ил.

2. Инструкция «Характеристика водоподготовительной установки и перечень оборудования». ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго», Камышинская ТЭЦ, 2012. – С. 24.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М. : СПО ОРГРЭС, 2003.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ОБЕССОЛИВАНИЯ КАМЫШИНСКОЙ ТЭЦ НА КОАГУЛИРОВАННОЙ И УМЯГЧЕННОЙ ВОДАХ

Емельянов В. А., Иваненко Ю. П. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л. К.*** – канд. хим. наук, профессор

Способы подготовки добавочной воды в основном определяются давлением и температурой её нагрева в оборудовании, в котором она используется.

На Камышинской ТЭЦ в настоящее время эксплуатируются две схемы подготовки воды: водоподготовительная установка (ВПУ) для котлов высокого и среднего давления (обессоливающая установка) и водоподготовительная установка для подпитки теплосети.

Источником исходной воды станции является река Волга.

Водоподготовительная установка для котлов высокого давления работает по схеме К-М-Н1-А1-Д-Н2-А2: коагуляция исходной воды сульфатом алюминия с применением флокулянта, осветление на механических фильтрах, первая ступень обессоливания, декарбонизация, вторая ступень обессоливания.

Схема ВПУ Камышинской ТЭЦ представлена на рисунке.

Исходная вода, подогретая до 30 °С в подогревателях сырой воды (ПСВ), подается насосами на химводоочистку. Первая стадия обработки проходит в осветлителях конструкции «Промэнергопроект».

В трубопровод сырой воды перед осветлителями насосами-дозаторами подается раствор коагулянта, доза сульфата алюминия зависит от качества исходной воды и составляет в среднем 0,8-1,2 мг-экв/кг воды.

При введении в воду сульфата алюминия идет его гидролиз с образованием коллоида малорастворимой гидроксида алюминия:

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2SO_4.$$

Для ускорения процесса коагуляции применяется флокулянт – полиакриламид $\left(CH_2 - CH(CONH_2)^-_n\right)_n$.

Коагулированная вода подается на механические (осветлительные) фильтры, где в качестве фильтрующего материала применяется гидроатрацит. На механических фильтрах осуществляется удаление взвеси, которая остается в коагулированной воде после осветлителя.

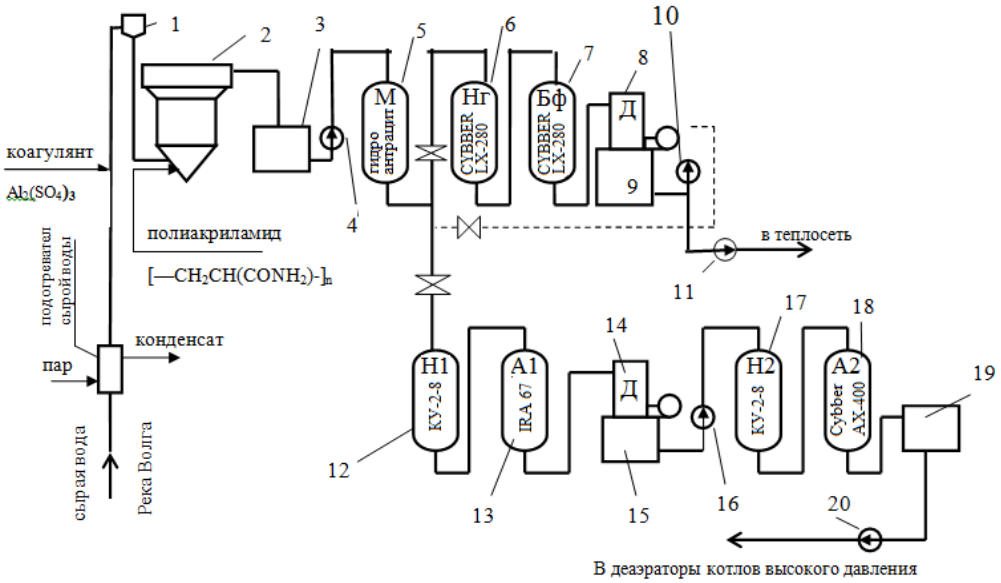


Рисунок. Схема водоподготовительной установки Камышинской ТЭЦ

Качество воды, прошедшей стадию коагуляции, представлено в табл. 1.

Для подготовки добавочной воды для котлов среднего и высокого давления вода проходит дальнейшую обработку на обессоливающей установке, где осуществляется удаление всех солей, содержащихся в воде. Обессоливающая установка является частью общей схемы водоподготовительной установки.

Вода после обработки её на предочистке поступает на водород-катионитные фильтры первой ступени, где происходит замена катионов растворённых в ней солей Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ на катионы водорода H^+. Затем фильтрат с pH ≈ 3 направляется на анионитные фильтры первой ступени, загруженные слабоосновным анионитом, в которых происходит замена анионов сильных кислот SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^- анионами гидроксила OH^-. Образующаяся углекислота разлагается на углекислый газ CO_2 и воду H_2O.

Для удаления углекислоты вода после фильтров первой ступени направляется в декарбонизатор. После декарбонизаторов вода подаётся на водород-катионитные фильтры второй ступени, где происходит полное поглощение оставшихся в воде катионов, в основном это катионы Na^+. Далее вода поступает на анионитные фильтры второй ступени, на которых происходит поглощение остатков анионов углекислоты, кремниевой кислоты, поглощение проскочивших анионов сильных кислот. Затем часть обессоленной воды подаётся в деаэраторы котлов, а остальная часть – в бак обессоленной воды.

На Камышинской ТЭЦ ВПУ получения обессоленной воды работает в различных режимах: на коагулируемой воде и на умягченной воде (после Н-фильтров с «голодной» регенерацией). Изменение качества коагулированной и умягченной вод для каждого из режимов представлено в табл. 1.

Таблица 1

Изменение качества коагулированной и умягченной вод по ступеням обработки для установок, работающих на коагулированной и умягченной водах

Показатель	Коагулированная вода						Умягченная вода				
	М	Н1	А1	Д	Н2	А2	Н1	А1	Д	Н2	А2
$Ж_о$, мг-экв/дм^3	3,60	0,02	0,02	0,02	–	–	0,02	0,02	0,02	–	–
C_{Na^+}, мг-экв/дм^3	0,150	0,100	0,100	0,100	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,001	0,001
$C_{HCO_3^-}$, мг-экв/дм^3	1,30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$C_{SO_4^{2-}}$, мг-экв/дм^3	1,88	1,88	–	–	–	–	1,88	–	–	–	–
C_{Cl^-}, мг-экв/дм^3	0,570	0,570	0,014	0,014	0,014	–	0,570	0,014	0,014	0,014	–
C_{CO_2}, мг/дм^3	2,0	59,2	59,2	4,0	4,0	–	19,1	19,1	4,0	4,0	–
$C_{SiO_3^{2-}}$, мг/дм^3	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	0,06	4,75	4,75	4,75	4,75	0,06
$C_{ГДП}$, мг/дм^3	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Так как целью данной работы была оценка эффективности получения обессоленной воды при использовании коагулированной и умягченной вод, то были выполнены технологические расчеты фильтров при работе ВПУ на каждом из типов вод.

По результатам технологического расчета фильтров обессоливающей установки определены различающиеся показатели, величины которых приведены в табл. 2.

Анализируя результаты, представленные в табл. 2, можно сделать выводы, что продолжительность фильтроциклов фильтров H_1 и H_2 больше при работе на умягченной воде, при этом уменьшается суточный расход регенеранта и расход воды на собственные нужды. Технологические показатели фильтров A_1 и A_2 ступеней одного порядка, так как при подготовке умягченной воды на фильтрах с Н-«голодной» регенерацией содержание анионов $C_{SO_4^{2-}}$, C_{Cl^-}, и $C_{SiO_3^{2-}}$ не изменяется.

Таблица 2

Технологические показатели фильтров при различных режимах работы обессоливающей установки

Ступень обработки	Показатель	Коагулированная вода	Умягченная вода
H_1	Продолжительность фильтроцикла ($T + \tau$), ч	24,39	33,98
	Суточное число регенераций всех фильтров (m), рег./сут.	1,97	1,41
	Суточный расход 100 %-го реагента ($\sigma_{сут}^{100}$), кг/сут.	2092,14	1497,42
	Суточный расход на собственные нужды ($q_{ст}^{сн}$), $м^3/ч$	367,4	262,8
A_1	Продолжительность фильтроцикла ($T + \tau$) , ч	70,91	71,02
	Суточное число регенераций всех фильтров (m), рег./сут.	0,677	0,676
	Суточный расход 100 %-го реагента ($\sigma_{сут}^{100}$), кг/сут.	1304,6	1302,7
	Суточный расход на собственные нужды ($q_{ст}^{сн}$), $м^3/ч$	132	132
H_2	Продолжительность фильтроцикла ($T + \tau$), ч	389,6	1588,2
	Суточное число регенераций всех фильтров (m), рег./сут.	0,123	0,030
	Суточный расход 100 %-го реагента ($\sigma_{сут}^{100}$), кг/сут.	88,56	21,74
	Суточный расход на собственные нужды ($\sigma_{сут}^{100}$), $м^3/ч$	10,32	2,64
A_2	Технологические показатели одинаковы для обоих типов вод (как и для A_1 ступени)		

Таким образом, для рассматриваемой ВПУ станции целесообразно для получения обессоленной воды использовать умягченную воду, прошедшую стадию Н-катионирования с «голодной» регенерацией, так как этот режим обладает более высокой экономичностью по сравнению с использованием коагулированной воды.

ПЕРЕВОД ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА ВОДОСТРУЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Константинов А. А. – ассистент кафедры ТЭиТТ
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Одним из средств получения высокого термического КПД турбинной установки является понижение температуры рабочего пара в конце процесса, то есть за последней ступенью турбины. Поэтому современные паровые турбины работают с глубоким разрежением (низким абсолютным давлением) за последней ступенью. Разрежение за турбиной создается за счет конденсации пара в специальном устройстве – конденсаторе. Процесс конденсации совершается путем

отнятия от пара теплоты парообразования при постоянном давлении. Охлаждающей средой обычно служит вода и реже – атмосферный воздух. Температура охлаждающей среды должна быть ниже температуры конденсируемого пара.

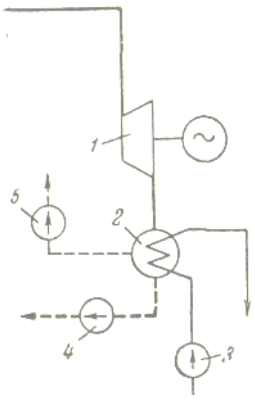


Рис. 1. Простейшая схема конденсационной установки

Простейшая схема конденсационной установки приведена на рис. 1. Отработавший пар из турбины *1* направляется в теплообменный аппарат *2* (обычно поверхностного типа), называемый конденсатором. В объеме конденсатора происходит непрерывный процесс конденсации пара за счет отдачи теплоты парообразования охлаждающей воде, подаваемой циркуляционным насосом *3*. Образующийся в результате конденсации пара конденсат откачивается из конденсатора конденсатным насосом *4*.

Если не удалять воздух из парового пространства конденсатора, то разрежение в нем создать не удастся независимо от температуры и парциального давления пара. Это объясняется тем, что воздух, являясь плохим проводником тепла, будет создавать неблагоприятные условия для конденсации пара на трубках конденсатора. Чтобы поддерживать создаваемое разрежение, необходимо непрерывно отсасывать воздух из конденсатора при помощи специального воздушного насоса *5*. В качестве воздушного насоса могут использоваться эжекторы любого типа, как правило, пароструйные или водоструйные.

На рис. 2 изображена схема двухступенчатого эжектора типа ЭП-2-400 ЛМЗ. Необходимой частью такого эжектора являются холодильники для пара, содержащегося в рабочей смеси эжектора.

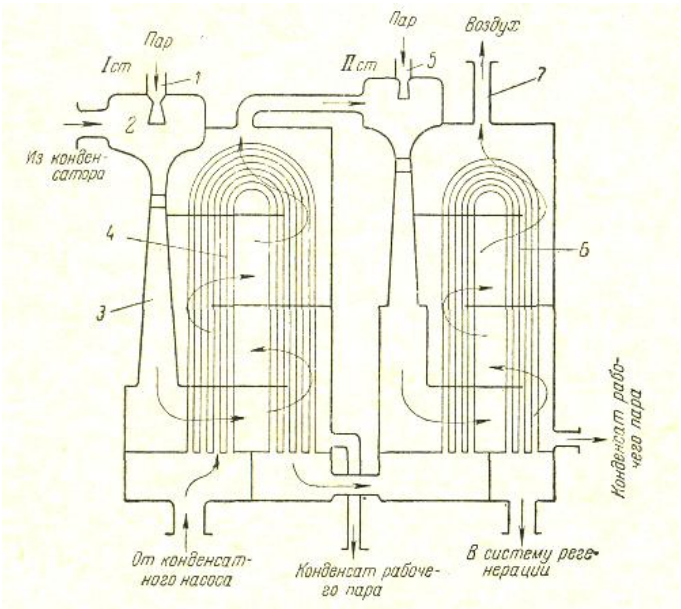


Рис. 2. Схема двухступенчатого парового эжектора

Вместе с рабочим паром, поступающим из сопла *1* (рис. 2), паровоздушная смесь, идущая из камеры *2*, сжимается в диффузоре *3* первой ступени до некоторого

давления, промежуточного между абсолютным давлением в конденсаторе и атмосферным давлением. Часть пара конденсируется в холодильнике *4* первой ступени эжектора. Воздух и несконденсировавшаяся часть пара отсасываются эжектором второй ступени и в диффузоре второй ступени доводятся до давления несколько выше атмосферного. К рабочему соплу *5* второй ступени эжектора также подводится свежий пар. Оставшийся в смеси пар конденсируется в холодильнике *6* второй ступени, а воздух удаляется в атмосферу через патрубок *7*. Предварительное охлаждение паровоздушной смеси в промежуточном холодильнике *4* ведет к уменьшению веса и объема смеси, поступающей к соплу *5* второй ступени, что приводит к уменьшению работы сжатия второй ступени и к снижению расхода рабочего пара во второй ступени. В поверхностном холодильнике, кроме того, теплота рабочего пара используется для подогрева основного конденсата турбины.

Устройство водоструйного эжектора, изготовленного Харьковским турбогенераторным заводом, показано на рис. 3. В водяную камеру *1* подводится так называемая рабочая вода от центробежного водяного насоса, создающего напор порядка 40-60 м вод. ст. Далее, через щели *2* рабочая вода поступает к четырем соплам *3*. Воздушная труба эжектора присоединена к камере смешения *4*. Вследствие разности давлений перед соплами *3* и за ними происходит истечение водяной струи из сопел с большой скоростью в камеру смешения. Струи воды смешиваются с подсасываемой паровоздушной смесью и образуют молочно-белую водовоздушную эмульсию. Смесь рабочей воды и эжектируемой паровоздушной смеси поступает в диффузор *5*, в котором кинетическая энергия струи рабочей воды преобразуется в давление. В диффузоре водоструйного эжектора давление должно быть повышено от давления в камере смешения *5* до выходного давления, несколько превышающего атмосферное. Таким образом, в диффузоре *5* кинетическая энергия рабочей воды расходуется на сжатие водовоздушной смеси, давление ее повышается, а скорость падает. Пар, подсасываемый вместе с воздухом в камеру *4* эжектора, конденсируется в струе рабочей воды.

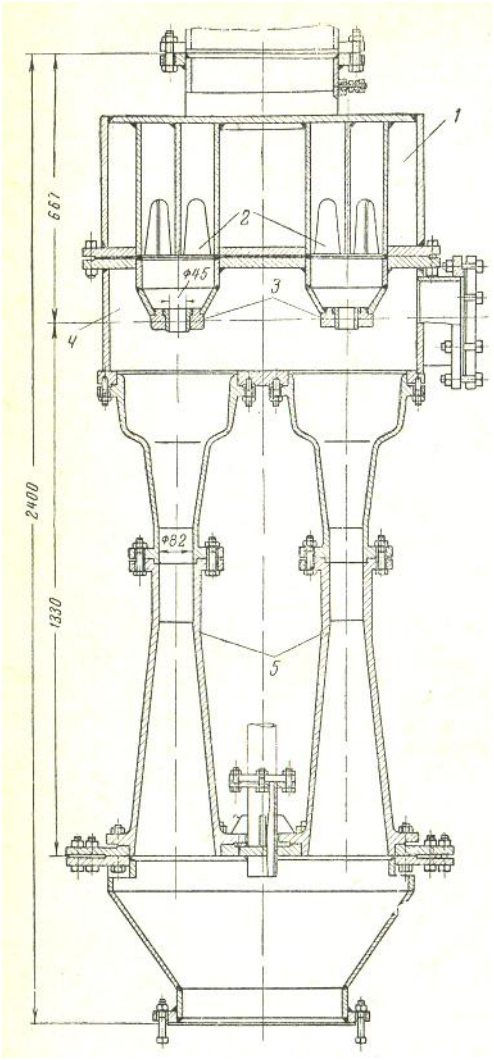


Рис. 3. Водоструйный эжектор ХТГЗ

Для нормальной работы водоструйного эжектора необходимо, чтобы температура рабочей воды не превышала 15-20 °С или, во всяком случае, была на несколько градусов ниже температуры насыщения,

соответствующей давлению в месте отсоса из конденсатора. При чрезмерно высокой температуре рабочей воды глубокое разрежение в конденсаторе турбины не может быть получено.

Нормальная температура рабочей воды поддерживается путем добавки к ней холодной циркуляционной (или водопроводной) воды.

Соответственно, рассчитанные водоструйные эжекторы могут работать и на низком напоре рабочей воды (например, от напорной циркуляционной линии конденсатора) порядка нескольких метров водяного столба.

Водоструйный эжектор по сравнению с пароструйным имеет следующие преимущества: достижение более глубокого вакуума; в качестве рабочей среды используется вода, для которой не требуется больших затрат на подготовку; низкая эксплуатационная стоимость; более низкий уровень шума и вибраций; незначительный эрозионный и коррозионный износ основных рабочих элементов эжектора; отсутствие срывов в работе при изменении плотности откачиваемой среды; высокая надежность и простота конструкции; малые габариты; низкая металлоемкость; питание эжекторов рабочей средой может осуществляться от циркуляционной системы конденсатора; более гибкие возможности в выборе режима работы. Что касается малых габаритов, то это объясняется тем, что для достижения определенного вакуума в конденсаторе у пароструйных эжекторов используется, как правило, две или три ступени, а у водоструйного в одном корпусе реализуется несколько ступеней откачки паровоздушной смеси.

К недостаткам водоструйного эжектора относят следующие: установка дополнительного количества насосов и двигателей определенной мощности, в связи с этим, увеличение затрат станции на собственные нужды; с увеличением оборудования необходимого для работы эжекторной установки увеличиваются и ремонтные затраты.

Пароструйный эжектор имеет следующие преимущества: малые расходы рабочей среды (пара) по сравнению с другими типами эжекторов; сохранение тепла с конденсатом на станции, то есть установка холодильников после каждой ступени эжектора; не требует установки дополнительного оборудования для перекачки рабочего тела.

К недостаткам пароструйного эжектора относят следующее: большие материальные и эксплуатационные затраты; большие габариты и высокая металлоемкость; достижение менее глубокого вакуума; трудно поддается регулированию режима работы.

Итак, на основании выше изложенного можно сделать следующий вывод, что наиболее рациональной и эффективной будет замена пароструйного эжектора на водоструйный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирсанов, И. Н. Конденсационные установки / И. Н. Кирсанов. – М. – Л. : Энергия, 1965. – 376 с.

2. Соколов, Е. Я. Струйные аппараты / Е. Я. Соколов, Н. М. Зингер. – 3-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.: ил.

3. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – 3-е изд., перераб. – М. : Наука, 1969. – 824 с.

4. Белинский, С. Я. Тепловая часть электрических станций (Теплоэнергетические установки) : Учебник для электротехнических специальностей энергетических вузов и факультетов / С. Я. Белинский, В. А. Ведяев ; Под ред. Л. И. Керцелли. – М. – Л. : Госэнергоиздат, 1961. – 304 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЖАТОГО ВОЗДУХА ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА НА ВИНТОВОЙ КОМПРЕССОР

Левинцов Р. А. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Закожурникова Г. С.*** – старший преподаватель

На сегодняшний день сжатый воздух получил широкое применение в различных областях промышленности: нефтяной, газовой, в машиностроении, в холодильной технике, в передвижных компрессорных станциях.

В среднем предприятие тратит около 20 % от всей потребляемой электроэнергии на получение сжатого воздуха. Также имеют место потери, составляющие около 30 % сжимаемого воздуха. Таким образом, возникает потребность усовершенствования производства сжатого воздуха для повышения энергосбережения. Одним из способов совершенствования производства является замена поршневого компрессора на винтовой. Для того чтобы определить преимущества винтового компрессора, необходимо изучить различия в принципах работы винтовых и поршневых компрессоров (рис. 1-2).

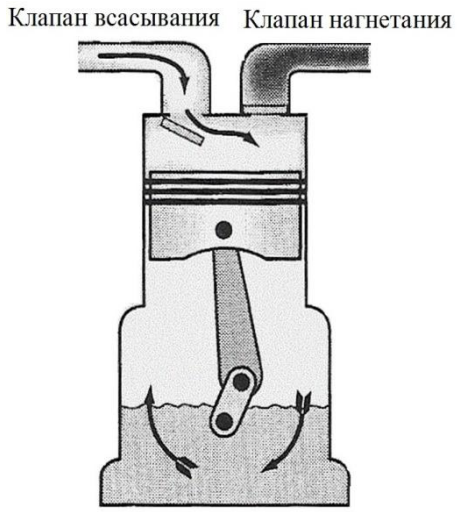


Рис. 1. Схема поршневого компрессора

Рис. 2. Винтовой компрессор

Автор рассмотрел принцип работы поршневого компрессора (рис. 1). Воздух поступает во всасывающий коллектор. К коллектору подключены два

цилиндра, в которых двигаются поршни. Крышка цилиндра имеет два клапана. Во время движения поршня возвратно, всасывающий клапан открывается, и газ поступает в рабочее пространство цилиндра. В момент смены направления движения поршня, то есть когда он движется поступательно, всасывающий клапан закрывается, и начинается сжатие газа, продолжающееся до тех пор, пока давление в цилиндре не достигнет величины за нагнетательным клапаном. При этом открывается нагнетательный клапан, и начинается нагнетание сжатого газа из цилиндра, которое происходит на остальной части хода поршня.

По принципу работы винтовой компрессор отличается от поршневого тем, что в поршневом компрессоре происходит ударное сжатие воздуха, а в винтовом воздух последовательно нагнетается посредством винтовой пары (рис. 2), которая, в свою очередь, состоит из ведомого и ведущего вала, вращающихся в противоположных направлениях. В зазоре между валами воздух смешивается с маслом и сжимается, предварительно пройдя через всасывающий клапан и воздушный фильтр. Исходя из рассмотренных принципов работы, можно выделить следующие достоинства.

1. Винтовые компрессоры можно использовать более интенсивно, так как при достижении максимального рабочего давления компрессор не отключается, а переходит в режим холостого хода (без нагнетания), тем самым прогоняя воздух по внутреннему контуру, параллельно охлаждая оборудование. Как только происходит падение давления до давления включения, остаток времени работы холостого хода обнуляется, и воздух снова начинает нагнетаться в компрессоре. Таким образом, винтовой компрессор может работать круглосуточно.

2. Винтовой компрессор имеет более продолжительный срок службы. В конструкции винтового компрессора используется минимальное количество трущихся деталей. Его основным компонентом является пара винтов, которые, вращаясь в противоположных направлениях, гонят воздух в специальную камеру для сжатия. При этом зазоры между винтами заполнены маслом, за счет чего трение полностью исчезает. А возвратно-поступательное движение поршня в поршневых агрегатах, наоборот, способствует износу. Таким образом, срок службы винтовой пары как элемента на порядок выше срока службы цилиндра поршневой группы в силу технологических особенностей.

3. Большая часть винтовых компрессоров оснащена шумоизоляцией, что позволяет устанавливать их непосредственно в производственных помещениях. В свою очередь, для использования поршневого компрессора необходимо выделять специально отведенное помещение из-за высокого уровня шума.

4. Простота обслуживания также является одним из преимуществ винтовых компрессоров. Современные электронные системы управления позволили почти полностью исключить человеческий фактор. Капитальный ремонт требуется примерно каждые 40 000 моточасов, поршневым же агрегатам – каждые 16 000. Для поршневых компрессоров также характерна частая замена клапанов, поршневых колец, вкладышей и других быстроизнашивающихся деталей, которых в винтовом компрессоре нет.

5. Винтовые компрессоры имеют более высокую удельную производительность.

Автор сравнил данные виды компрессоров с одинаковой производительностью. При выполнении некоторых расчетов можно убедиться, что удельная производительность винтового компрессора равна, например, 150 (л/мин.)/кВт, а у поршневого – 100 (л/мин.)/кВт. Полученные значения говорят об энергоэффективности винтового компрессора, так как на единицу затраченной электроэнергии получается больший объем сжатого воздуха, чем при использовании поршневого компрессора. Для определения экономической эффективности замены поршневого компрессора на винтовой существует ряд параметров, приведенных в таблице.

Таблица

Сравнение винтовых и поршневых компрессорных машин [1]
(в относительных величинах)

Параметры сравнения	Тип компрессора	
	Поршневой	**Винтовой**
Удельная производительность	1	1,33
Площадь на единицу производительности	1	0,1
Вес на единицу производительности	1	0,12
Расход масла	1	0,1
Количество эксплуатационного персонала	1	0,55
Годовые расходы на эксплуатацию	1	0,48
Стоимость газа	1	0,7

Поршневые компрессоры стали чаще заменяться на винтовые. Даже с учетом того, что по стоимости винтовой компрессор превосходит поршневой примерно в два раза, замена полностью себя оправдывает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сакун, И. А. Винтовые компрессоры / И. А. Сакун. – М. : Машиностроение, 1970. – 400 с.

APPLIED EXPERIENCE OF THE EXPERIMENTAL TRAINING INSTALLATION OF MEMBRANE DESALINATION AT THE VOLZHSKY BRANCH OF MPEI

Makarenko E. A., Shimonyak A. A. – students
Volzhsky Branch of the National Research University
«Moscow Power Engineering Institute»
Research advisor: ***Odoyevtseva M. V.*** – candidate of Engineering Sciences, docent

Emergencies arise because of insufficient qualification of workers when using modern technologies and because of unpreparedness of workers to act in extreme conditions. Operation of water treatment equipment isn′t an exception [1].

Now in Russia reverse osmosis technology is widely used for water treatment at the thermal power and industrial plants. Operation of the return osmosis installations demands modern technologies as the work of membrane elements in reverse osmosis systems influence the following factors: generated pressure; water temperature; TDS source water; conversion (permeate output).

One of the ways of improving the system of students′ industrial training at power institutions is the use of an experimental training installation of membrane desalination when learning.

The experimental training installation of membrane desalination at «NPK Mediana-Filter» plant is designed for the development of students and undergraduates skills operating the reverse osmosis installation and of the thinking necessary to develop clear and fast reactions to extreme situations arising during operation.

The use of experimental and training installation is a safe, economical and convenient way of training students and undergraduates and a allows deepening of the process of acquiring knowledge, skills and abilities through the expansion of the spectrum of generated skills. The experimental teaching system consists of two mechanical filters, membrane units of the first stage (MM1) and the second stage (MM2), pump and chemical cleaning stations and valves. The hydraulic circuit reverse osmosis laboratory setup is shown in Figure.

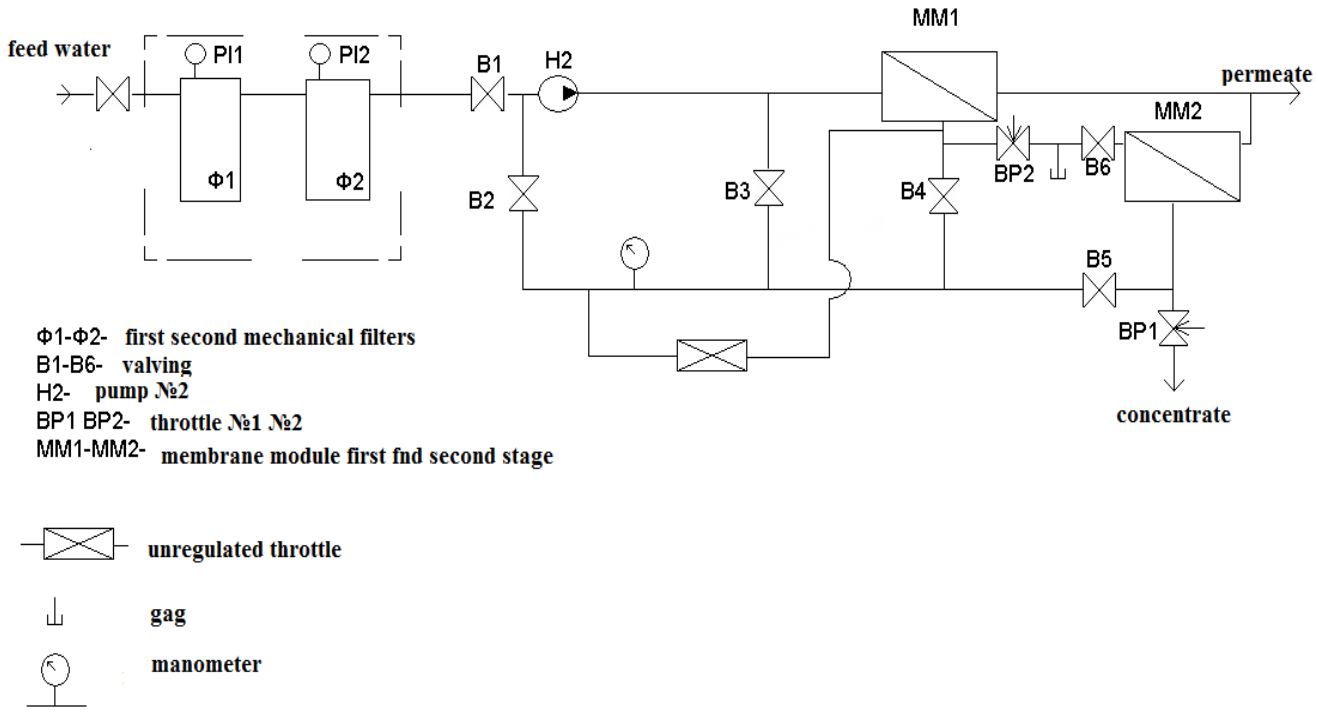


Figure. The scheme of the experimental training installation.

During laboratory work third year students define the effect of pressure and temperature on performance and selectivity of the membranes on one-step installation, a acquire practical skills in the management of modern water treatment equipment, demonstrate the ability to analyze the essence of natural science derived laws.

Performing laboratory works undergraduates investigate the effect of:

– the value of recycling on the quality of the permeate and concentrate on one-step installation;

– pressure and temperature on the quality of the permeate and concentrate in a two-stage plant;

– pressure and temperature on the quality of the permeate and concentrate on two-stage installation;

– PH of the solution and the value of the conversion rate on the quality of the permeate and concentrate on two-stage installation;

– the concentration of model solutions on the efficiency of a reverse osmosis plant and evaluate the impact of the chemical wash on the quality of the permeate and concentrate on two-stage installation of [2].

The use of the experimental training membrane desalination installation facilitates mastery of such competencies as:

– the ability to use in-depth theoretical and practical knowledge, which are at the forefront of science and technology in the field of professional activity;

– the ability to find creative solutions to professional problems, and the willingness to accept non-standard solutions;

– the ability to analyze the scientific essence of problems encountered in the course of their professional activity;

– the ability and willingness to use modern research methods to conduct technical tests and (or) scientific experiments to assess the results of the work performed;

– the desire to use modern achievements of science and advanced technology in research projects.

The use of the experimental training installation contributes to the rapid development of production patterns and reduces the number of errors in the management of water treatment equipment and timing of the introduction of new or upgraded units in operation. The knowledge acquired by graduates at the Volzhsky branch of MPEI for managing the experimental training installation of membrane desalination is the key to ensuring quality of long-term operation of heat exchange equipment at thermal power and industrial plants.

BIBLIOGRAPHY

1. Magid, S. I. Man-made and man-made energy risks of hazardous production facilities of fuel and energy complex / S. I. Magid, E. N. Arkhipova // Safety and Security of Energy. Collection of materials dokladov. – Kazan, 2015. – № 1. – P. 3-25.

2. Odoyevtseva, M. V. Evaluating the effectiveness of a combined scheme of processing saline wastewater / M. V. Odoyevtseva, S. S. Chekunov, I. V. Gromov // International Journal of Alternative Energy and ekologiya. – 2015. – № 17-18. – P. 158-161.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФИЛЬТРОВ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Махмудов Д. К. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Султанов М. М.*** – канд. техн. наук, доцент

В рамках реализации государственной программы развития сельского хозяйства в России внедряются новые технологии орошения полей. Качественное орошение является залогом успешного выращивания агрокультур. Энергетическая составляющая систем орошения заключается в обеспечении мощности приводов насосов необходимой энергией. Особенностью эксплуатации систем орошения являются гидравлические потери в трубопроводной системе, влияющие на характер энергопотребления привода насоса. Автором предлагается изучение фильтров систем орошения для моделирования гидравлических режимов в зависимости от новой конструкции фильтров с учетным критерием энергоэффективности.

В качестве критериев энергоэффективности систем орошения принимают величину потребленной электроэнергии привода насоса, гидравлическое сопротивление фильтра и системы в целом.

Целью исследования является оценка эффективности эксплуатации систем орошения с учетом фильтров эффективного использования энергоресурсов и оптимальности затрат на перекачку воды.

Известна система капельного орошения, включающая водоисточник, бассейн-отстойник, насосную станцию и оросительную сеть с капельницами, которая с целью повышения надежности работы и снижения эксплуатационных затрат снабжена линейно-протяженными трубчатыми фильтрами, уложенными в грунте вдоль берега водоисточника и заглубленными под уровень грунтовых вод. При этом трубчатые фильтры сообщены с бассейном-отстойником, который выполнен закрытым [1].

К недостаткам данной системы капельного орошения относится низкая эффективность линейно-протяженных трубчатых фильтров, а также потребность в больших материальных и трудовых затратах при замене фильтров, пришедших в негодность из-за формирования плотных отложений.

Известна система капельного орошения, содержащая открытый водоисточник, насосную станцию, трехступенчатый фильтр для очистки воды в виде последовательно установленных в сети высоконапорного гидроциклона, песчаного фильтра с щелевыми трубопроводами в полости герметичной емкости и на выходе из нее сетчатого фильтра, соединенного посредством счетчика воды с магистральным трубопроводом, соединенного регуляторами давлений с сетью распределительных, соединительных и поливных трубопроводов с капельницами; при этом система снабжена гидроподкормщиком, запорной арматурой и манометром.

К недостаткам этой системы капельного орошения относятся сложность конструкции, настройки и управления трехступенчатым фильтром для очистки воды и ограниченная его производительность.

Для упрощения конструкции, снижения энергозатрат и времени на обслуживание фильтра системы орошения, а также повышения качества очистки воды и эксплуатационной надежности предлагается следующее решение [2].

Повышение производительности фильтра для очистки воды перед подачей в капельницы обеспечивается тем, что в фильтре системы капельного орошения, включающем высоконапорный гидроциклон, герметичную емкость с размещенными в ней щелевыми трубопроводами над и под фильтрационным материалом в виде песчаной подушки и сетчатый фильтр, снабженный дополнительным высоконапорным гидроциклоном, вместе с основным гидравлически параллельно соединены с насосной станцией и с верхним щелевым трубопроводом герметичной емкости, а сетчатый фильтр в виде тканого материала размещен на поверхности щелевого трубопровода, смонтированного под фильтрационным материалом. При этом концы названного щелевого трубопровода посредством пары трехходовых кранов связаны с магистральным трубопроводом и сгонами с дополнительной парой трехходовых кранов в сети подачи воды от насосной станции в гидроциклоны.

Предлагаемая конструкция повысит энергоэффективность системы орошения за счет повышения качества очистки воды, эксплуатационной надежности и снижения затрат труда и времени на обслуживание фильтра и всей системы капельного орошения в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SU, авторское свидетельство 1544712, A2, M. кл. 5 C 02 F 1/40, B 01 D 21/24, 17/032. Горизонтальный отстойник / Э. М. Кесельман и Л. М. Долуб (СССР). – Заявка 4279584/23-26; заявл. 08.07.1987; опубл. 23.02.1990. Бюл. 7 // Открытия. Изобретения. – 1990. – 7.

2. SU, авторское свидетельство 1551285, A1, M. кл. 5 A 01 G 25/02. Система капельного орошения / Н. А. Куделя, А. В. Шевченко, М. Р. Ромащенко (СССР). – Заявка 4443850/30-15; заявл. 06.05.1988; опубл. 23.03.1990, Бюл. 11 // Открытия. Изобретения. – 1990. – 11.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ НА СУПЕРСВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПАРА

Нахлебников Д. И. – магистрант
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

При ускорении темпов экономического развития страны повышается спрос на электроэнергию. Необходимое в этих условиях увеличение объемов производства электроэнергии и расширение производственных мощностей должны сопровождаться повышением экономичности и снижением эксплуатационных затрат [1-4].

Развитие угольных тепловых электростанций с учетом ожидаемого увеличения доли угля в отечественной электроэнергетике и необходимости сокращения выбросов CO_2 требует дальнейшего масштабного развития угольной

генерации. Основой его должен стать современный экономичный, удовлетворяющий всем экологическим требованиям отечественный пылеугольный энергоблок на суперсверхкритические параметры пара.

Государственная поддержка дает возможность не только спроектировать самое современное оборудование, но и унифицировать его. Это приведет в масштабах страны к существенному сокращению затрат. Как показывают расчеты, разработка и доводка унифицированного энергоблока позволят при тиражировании его на других вновь вводимых объектах снизить капитальные затраты на 40 %.

Учитывая масштабность проблемы, целесообразно ее решение на основе программно-целевого метода, направленного на сбалансированное выполнение всего комплекса технологических мероприятий и обеспечение эффективного взаимодействия участников работ.

Полученные при этом знания и опыт создают возможность реализации угольных энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара.

Исследование систем газоочистки для перспективного экологически чистого угольного блока (котел, газоочистное оборудование), работающего на суперсверхкритических параметрах пара (ССКП) 29,5 МПа, 650 °С [1]:

– исследование процессов улавливания загрязняющих веществ в комбинированных аппаратах для разработки профиля аппаратов, обеспечивающих «нулевой» уровень вредных выбросов;

– проверка основных технологических решений на стендах и пилотных установках, разработка технических заданий на оборудование;

– укрепление производственного и научно-технического потенциала электроэнергетики и энергомашиностроения, создание предпосылок для дальнейшего развития;

– предотвращение негативного воздействия угольных ТЭС на окружающую среду путем резкого уменьшения выбросов золы, оксидов серы и азота, сокращения на 20 % выбросов CO_2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чугаева, А. Н. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для предприятий тепловой энергетики / А. Н. Чугаева, А. Г. Тумановский, В. Р. Котлер и др. // Электрические станции. – 2014. – № 1. – С. 50-55.

2. Тумановский, А. Г. Пути совершенствования угольных ТЭС России / А. Г. Тумановский, Г. Г. Ольховский // Электрические станции. – 2015. – № 1. – С. 67-73.

3. Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов / П. В. Росляков. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.: ил.

4. ГОСТ Р 50831-95. Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1996.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Рига И. Л. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Гусева Ю. В. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Солнечная энергетика находится на одном из первых мест в списке альтернативных источников энергии. Падающая на поверхность энергия солнечного излучения может быть утилизирована с помощью солнечных коллекторов (СК) и преобразована для собственных хозяйственных нужд предприятий в виде горячей воды и тепла.

Внедрение солнечных коллекторов на промышленных предприятиях требует технико-экономического обоснования в соответствии с режимом подготовки горячей воды и тепла с учетом интенсивности распределения солнечного излучения в течение года.

В работе приведены данные, полученные в результате проведения энерготехнологического аудита промышленного предприятия в г. Волжском с вариативным подбором оптимальной схемы установки на основе СК для подготовки горячей воды.

Исходными данными для расчета экономической целесообразности использования вакуумных коллекторов являлись расход воды для горячего водоснабжения, суммарное солнечное излучение на горизонтальной поверхности при действительных значениях облачности в Волгоградской области, температура нагрева воды. На основании разработанной методики определены следующие данные: количество энергии для нагрева воды при заданном расходе, площадь, занимаемая солнечными коллекторами, количество солнечных коллекторов, время нагрева воды, капитальные затраты на установку солнечных коллекторов и комплектующих к ним, срок окупаемости мероприятий по внедрению системы на основе солнечных вакуумных коллекторов. Результаты расчетных данных нагрева воды представлены в таблице.

Результаты численных экспериментов приведены в таблице и на рисунке. Из расчётов следует, что наименьший срок окупаемости при постоянном расходе воды 0,3 т/ч составляет 17 лет. Необходимо учитывать непостоянство солнечной погоды и неравномерность длительности суток в течение года, поэтому срок окупаемости может значительно возрасти. Следовательно, использование солнечных коллекторов в качестве альтернативных технологий подготовки горячей воды на предприятиях требует детального технико-экономического обоснования с учётом постоянства тепловой нагрузки.

Таблица

Сводная таблица времени нагрева воды при расходе от 0,3 до 3,0 т/ч

Расход воды *G*, т/ч	Нагрев воды Δ*t*, °С	Кол-во энергии для нагрева воды, МДж/ч	Время нагрева воды			
			Апрель	Июль	Октябрь	Январь
0,3	50	63	1 ч 20 мин.	57 мин.	2 ч 39 мин.	6 ч 13 мин.
0,6	50	126	2 ч 39 мин.	1ч 55 мин.	5 ч 19 мин.	12 ч 26 мин.
0,9	50	189	3 ч 59 мин.	2 ч 52 мин.	7 ч 58 мин.	18 ч 39 мин.
1,0	50	210	4 ч 26 мин.	3 ч 11 мин.	8 ч 51 мин.	20 ч 44 мин.
1,2	50	252	5 ч 19 мин.	3 ч 50 мин.	10 ч 38 мин.	24 ч 52 мин.
1,5	50	315	6 ч 38 мин.	4 ч 47 мин.	13 ч 17 мин.	31 ч 05 мин.
1,8	50	378	7 ч 58 мин.	5 ч 48 мин.	15 ч 57 мин.	37 ч 18 мин.
2,1	50	441	9 ч 18 мин.	6 ч 42 мин.	18 ч 36 мин.	43 ч 31 мин.
2,4	50	504	10 ч 37 мин.	7 ч 39 мин.	21 ч 16 мин.	49 ч 44 мин.
2,7	50	567	11 ч 57 мин.	8 ч 37 мин.	23 ч 55 мин.	55 ч 57 мин.
3,0	50	630	13 ч 17 мин.	9 ч 34 мин.	26 ч 35 мин.	62 ч 10 мин.

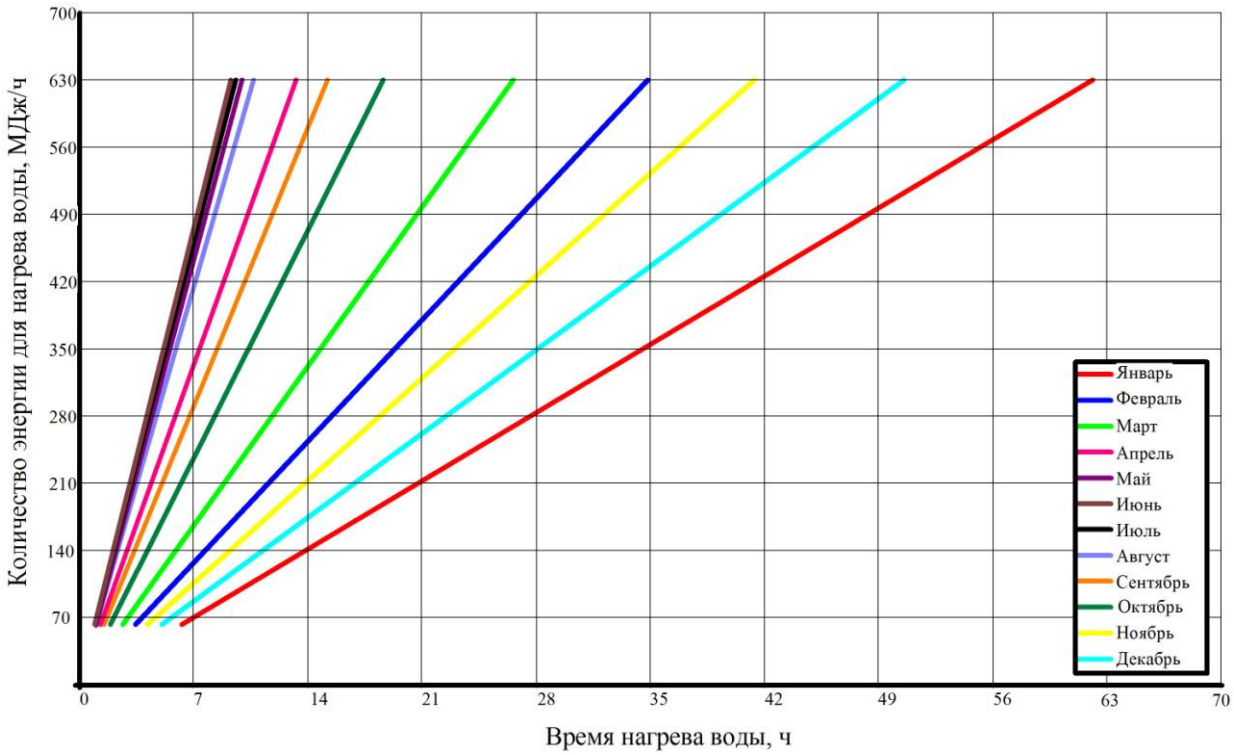


Рисунок. График зависимости количества энергии для нагрева воды от времени нагрева при установке 37 коллекторов

Потенциал энергосбережения в России составляет около 600 млн тонн условного топлива, при этом доля производства тепла и электрической энергии за счёт использования альтернативных энергоустановок в общем балансе страны не превышает 0,5 %. Внедрение новых систем подогрева воды с использованием

отечественных ремонтных комплектующих в будущем позволит снизить срок окупаемости установок с применением альтернативных источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева, Ю. В. Оптимизация экологически безопасных систем теплоснабжения на основе солнечных коллекторов / Ю. В. Васильева, И. В. Макарова // Экология России: на пути к инновациям. – 2015. – № 12. – С. 181-183.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЛИГОНА ФИЛИАЛА «НИУ «МЭИ» В Г. ВОЛЖСКОМ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛА

Ромашов В. В. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Ерохин Ф. А. – аспирант НИУ «МЭИ», г. Москва

В филиале «НИУ «МЭИ» в г. Волжском создан экспериментальный полигон, позволяющий выявлять особенности работы и находить наиболее эффективные комбинации различных нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в климатических условиях Волгоградской области [1]. Комплекс альтернативных источников энергии, входящий в состав полигона, состоит из модуля производства горячей воды, модуля кондиционирования воздуха, модуля электроснабжения. В качестве источников выработки электроэнергии используются три ветроустановки и фотоэлектрические преобразователи.

На практике оказалось, что выработка электроэнергии с помощью ветрогенераторов и дальнейшее ее преобразование в переменный ток с последующим потреблением малоэффективны в условиях полигона. Основными недостатками системы являются большое потребление энергии инверторами на собственные нужды и дорогостоящие аккумуляторы, имеющие ограниченный срок службы.

Была исследована эффективность системы для выработки тепловой энергии в виде горячей воды с помощью энергии ветра. Подобные системы для крупных ветроэнергетических установок уже известны [2]. Возможны несколько вариантов реализации таких систем: либо энергия, выработанная ветроустановкой, напрямую идет на нагрев воды в баке-аккумуляторе, либо энергия накапливается в электрохимических аккумуляторах и затем идет на нагрев воды.

Были проведены экспериментальные и теоретические исследования трех ветроэнергетических установок полигона по методике, изложенной в [3]. Полученные данные сведены в таблицу.

Потенциально возможная годовая выработка энергии тремя ветроэнергетическими установками составляет 9852 кВт · ч или 8,47 Гкал в тепловом эквиваленте. При тарифе на электроэнергию 4,5 руб./кВт · ч и на тепловую энергию

1700 руб./Гкал получим стоимость энергии, которую ветроустановки теоретически способны выработать за год:

- тепловая энергия – 14 399 руб.;
- электрическая энергия – 44 334 руб.

Таблица

Годовая выработка энергии ветроэнергетическими установками

	ВЭУ 2 кВт	**ВЭУ 1 кВт**	**ВЭУ 1,6 кВт**	**Всего**
Скорость ветра, при которой ВЭУ выходит на номинальную мощность, м/с	10	12	8	–
Потенциальная годовая выработка энергии, кВт · ч	3790	1118	4944	9852

На полигоне в ходе экспериментов установлено, что не вся энергия, выработанная ветроэнергетическими установками, при существующей схеме на действующем оборудовании может быть полезно использована потребителями в виде электрической энергии. Возникают потери, связанные с низким КПД и потерями холостого хода инверторов. Низкий КПД инверторов обусловлен низкой загруженностью. Увеличение загрузки инверторов влечет за собой быструю разрядку аккумуляторов, и ветроэнергетические установки не обеспечивают необходимое количество энергии для подзарядки аккумуляторов. Также возможна недовыработка энергии и потери, связанные с износом аккумуляторов, которые перестают брать на себя заряд, и ветроустановки работают в режиме холостого хода при наличии ветра. Потери по этим причинам могут быть весьма значительными. По предварительной оценке работа ветроэнергетических установок на выработку тепловой энергии позволит использовать энергию более эффективно и нагревать до 500 л воды в сутки с 20 до 60 °С, при тарифе на горячую воду 100 руб./м^3 годовая экономия составит 18 250 руб.

Таким образом, работа ветроустановок на выработку тепловой энергии приводит к практически одинаковому экономическому эффекту при более полной реализации технического потенциала ветроэнергетических установок в сравнении с выработкой электрической энергии. Кроме того, при выработке тепловой энергии с помощью ветроэнергетических установок существенно снижаются капитальные затраты за счет отсутствия в схеме аккумуляторных батарей и инверторов. Поэтому выработка тепловой энергии с помощью ВЭУ может быть оправдана как с технической, так и с экономической точек зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузеванов, В. С. Исследование эффективности функционирования комбинации нетрадиционных и возобновляемых источников электрической и тепловой энергии / В. С. Кузеванов, И. А. Болдырев // Альтернативная энергетика и экология – ISJAEE. – 2013. – № 14. – С. 49-51.

2. Бежан, А. В. Теплоснабжение с применением ветроэнергетических установок / А. В. Бежан // «Энергосбережение» – специализированный журнал. – 2007. – № 6. – С. 79-82.

3. Амерханов, Р. А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии / Р. А. Амерханов. – М. : КолосС, 2003. – 532 с.

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОНДЕНСАТОРА ТУРБИНЫ С ВЕНТИЛЯТОРНЫМИ ГРАДИРНЯМИ

Спасёнова С. А. – студентка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Иваницкий М. С.*** – канд. техн. наук, доцент

Выработка тепла и электрической энергии на тепловых электростанциях (ТЭЦ) сопровождается образованием в системе охлаждения конденсатора турбины больших объемов теплой воды, для охлаждения которой используют системы оборотного охлаждения с градирнями. Наиболее широко распространены градирни вентиляторного и башенного типа, использующие в качестве охладителя атмосферный воздух. Эффективность работы таких охладительных систем зависит от конкретных атмосферных и технологических условий, учитывающих конструктивные особенности функционирования энергоблока. Исследование эффективности охлаждения циркуляционной воды с помощью вентиляторных градирен представляет особенный интерес вследствие активного внедрения на генерирующих объектах энергосберегающих и новых энергоэффективных технологий [1, 2].

Вентиляторная градирня при прочих равных условиях эффективнее охлаждает воду, чем градирня башенного типа, следовательно, температура охлажденной воды t_2 в первом случае ниже. От температуры охлаждающей воды зависит давление в конденсаторе турбины $P_к$, которое, соответственно, снижается в случае использования вентиляторных охладителей, а значит, лучше обеспечивается вакуум в конденсаторе. Благодаря этому увеличивается действительный теплоперепад на турбине, пар конденсируется эффективнее, и улучшаются технико-экономические показатели энергоблока ТЭЦ [3].

Для того чтобы проанализировать затраты электроэнергии на привод вентилятора, необходимо рассмотреть расчетные режимы работы вентиляторной градирни. Мощность электрической энергии зависит от тепловой нагрузки конденсатора. Тепловая нагрузка на конденсатор определяется по выражению

$$Q_т = \Delta t M_ж C_ж, \quad (1)$$

где $Q_т$ – тепловая нагрузка конденсатора; $M_ж$ – общий расход охлаждающей воды; $C_ж$ – теплоемкость воды.

Рассмотрим некоторые режимы работы градирни и определим, как при этом изменяется потребляемая мощность электрической энергии, расходуемой на привод вентилятора.

Температура окружающей среды в нашем регионе колеблется в среднем от -25 до +25 °С. При данных значениях электрическая мощность, соответственно, будет изменяться.

Определим безразмерную температуру охлаждения $\bar{\theta} = \dfrac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1^*}$, где $\theta_2 = 30$ °С – температура воздуха на выходе из градирни; θ_1 – базовая температура воздуха на входе в градирню. Зависимость температуры воздуха на входе в градирню θ_1^* от электрической мощности $N_{эл}$ показана на рисунке.

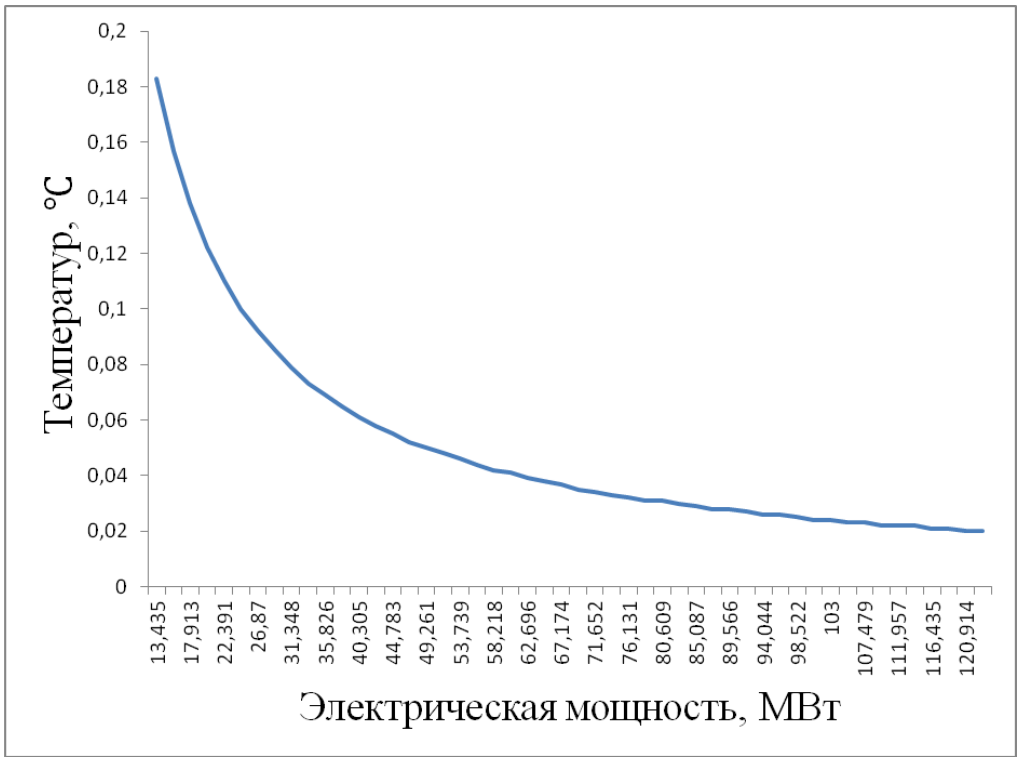


Рисунок. Зависимость безразмерной температуры охлаждения $\bar{\theta}$ от потребляемой электрической мощности вентилятора

Анализируя полученные данные, отметим, что в диапазоне температур от -25 до +25 °С потребление электрической энергии больше, чем в базовом режиме, в среднем на 4,1 МВт. При этом в результате дальнейшего увеличения температуры на 1 °С потребление энергии электродвигателями привода вентиляторной градирни уменьшается на 2 МВт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стерман, Л. С. и др. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – 4-е изд. – М. : МЭИ, 2008. – 464 с.

2. Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов / П. В. Росляков. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с.: ил.

3. Спасенова, С. А. Повышение эффективности функционирования системы оборотного охлаждения с градирнями / С. А. Спасенова, М. С. Иваницкий // Межрегиональная научно-практическая конференция «Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий»; г. Волжский, 17 декабря 2015 г. : Сборник материалов. – Волжский : Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2015. – С. 31-32.

СЕКЦИЯ № 2

ИННОВАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКЕ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Председатель: ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор
Сопредседатель: ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Васильева И. Л.*** – доцент

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ

Алимова А. Г., Воробьев И. В., Матвеев П. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Стрижиченко А. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Техническая диагностика – это контроль работоспособности и исправности обследуемого объекта по результатам специально проводимых испытаний, измерений, наблюдений. Результат диагностики может быть положительным или отрицательным. Положительным результатом диагностики является прогноз о сроках (длительности) сохранения рабочих качеств и свойств в течение последующей эксплуатации. Под прогнозом понимается указание даты следующего контроля. Без прогноза диагностика не может считаться полноценной. Отрицательным результатом диагностики является выявление вида дефекта или повреждения, его масштабы, место расположения, причины появления. Полученная информация служит основой для принятия решения о восстановительном ремонте (составе ремонта, объемах, сроках проведения и т. п.) или полной замене оборудования.

Диагностика оборудования трансформаторной подстанции

Применительно к технологически сложному оборудованию трансформаторной подстанции диагностика означает контроль работоспособности каждого функционального узла или элемента оборудования, каждой его системы. Диагностика оборудования трансформаторной подстанции высокого напряжения реализуется в следующих формах:

– периодический контроль с выводом контролируемого объекта из работы (off-line);

– периодический контроль под рабочим напряжением (on-line);

– непрерывный автоматический (on-line) контроль (мониторинг);

– комплексное диагностическое обследование.

Оценка эффективности форм диагностики проведена методом экспертных оценок по пятибалльной шкале, табл. 1.

Результаты оценки приведены в табл. 2.

Таблица 1

Оценка эффективности

Оценка (характеристика)	Баллы (численная оценка)
Удовлетворительно	1
Хорошо	2
Отлично	3
Замечательно	4
Идеально	5

Таблица 2

Оценка эффективности форм диагностики оборудования

Форма диагностики оборудования трансформаторной подстанции	Оценка формы диагностики по… (с учетом веса)							Итоговая оценка
	продолжительности проведения работ	нарушению работы сети	обнаружению быстро развивающихся дефектов	расчету математических моделей состояния оборудования	количеству элементов обследования	эффективности обнаружения дефекта	затратам на обследование	
	0,05	0,15	0,30	0,15	0,05	0,10	0,20	
1. Периодический контроль с выводом контролируемого объекта из работы (off-line)	2	1	2	4	4	5	2	2,55
2. Периодический контроль под рабочим напряжением (on-line)	3	4	1	1	2	2	3	2,30
3. Непрерывный автоматический (on-line) контроль (мониторинг)	5	5	5	4	3	4	3	4,25
4. Комплексное диагностическое обследование	1	2	2	4	5	5	2	2,70

Периодический контроль под рабочим напряжением наименее затратный, но не обеспечивает обнаружения быстро развивающихся дефектов. Контроль с выводом оборудования из эксплуатации предоставляет большие возможности для обследования, но нарушает режим работы сети. Автоматический контроль дает независимые от квалификации персонала результаты, позволяет отслеживать динамику изменения контролируемых параметров в реальном времени, а также рассчитывать сложные математические модели состояния конструктивных элементов оборудования. Комплексное диагностическое обследование подразумевает формирование агрегированного результата на основании предыдущих 3-х форм диагностики. Принятие решения о состоянии оборудования является наиболее полным, однако период формирования результатов состояния

является слишком продолжительным и не позволяет своевременно реагировать на динамику изменения состояния оборудования. Итоговая оценка формируется как средневзвешенная оценка в зависимости от предъявляемых к диагностике требований.

На рисунке данные табл. 1 приведены в виде диаграмм.

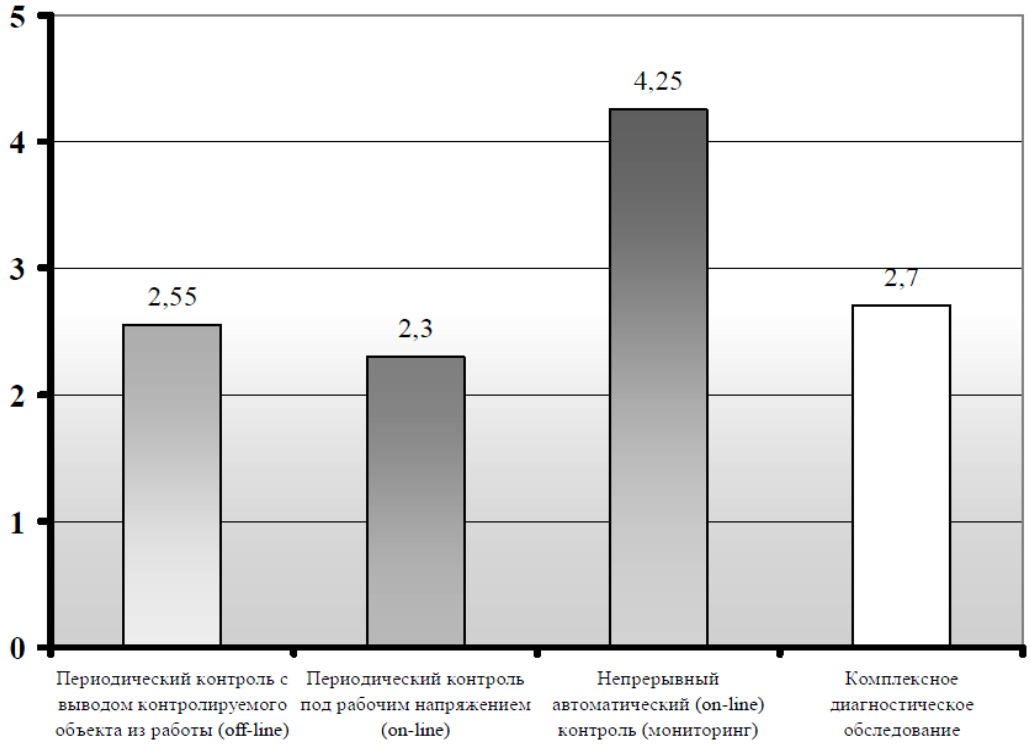


Рисунок. Оценка форм диагностики оборудования трансформаторной подстанции

Сравнительный анализ данных табл. 1 показывает, что наиболее перспективной формой диагностики является мониторинг – непрерывный автоматический контроль (on-line). Вместе с тем, ни одна из форм диагностики не обладает абсолютными характеристиками, позволяющими максимально точно и эффективно определить тенденцию развивающегося дефекта, спрогнозировать безотказную работу при заданных условиях эксплуатации, рассчитать риски и эффективность использования оборудования при превышении номинальных эксплуатационных характеристик.

Задачи контроля работоспособности оборудования

Контроль работоспособности (исправности) оборудования необходим для решения практических задач, связанных с эксплуатацией оборудования и с обеспечением высоких экономических показателей и показателей надежности работы электрических сетей высокого напряжения. Первая задача – исключение или ограничение числа внезапных отказов, сопровождающихся значительным увеличением масштабов повреждения оборудования, негативными экономическими и экологическими последствиями. Эта задача актуальна, прежде всего, для диагностики маслонаполненного оборудования (силовых и измерительных

трансформаторов 110-750 кВ, шунтирующих реакторов). Для ее решения необходимы методы и технические средства контроля, обеспечивающие обнаружение опасных развивающихся дефектов на ранних стадиях и позволяющие проводить непрерывный контроль (в случае быстро развивающихся дефектов). Вторая задача появилась в связи с принятием новых «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» (2003 г.), которыми отменена действовавшая ранее в течение ряда десятилетий система планово-предупредительных ремонтов со строгой регламентацией сроков и объемов ремонта всех видов электрооборудования. Согласно новым ПТЭ объем и сроки проведения ремонтов должны устанавливать руководители предприятий в зависимости от технического состояния оборудования, то есть практически по результатам диагностики. Это обстоятельство предъявляет новые требования к методикам и техническим средствам диагностики. Третья задача – достоверная оценка остаточного ресурса оборудования, отработавшего свой номинальный ресурс (обычно 25 лет). Так, например, в российских электрических сетях в настоящее время находятся в эксплуатации порядка 2500 силовых трансформаторов 110-750 кВ мощностью 120 МВА и более. Из них примерно половина уже отработали номинальный ресурс, а около 10 % проработали более 40 лет. Настоящее положение в значительной мере таит в себе опасность лавинообразного роста числа отказов, обусловленных процессами старения. Оперативная замена всего оборудования с большим сроком эксплуатации невозможна, прежде всего, по экономическим причинам. В таких условиях экономически целесообразные очередность, объемы и сроки замены старого оборудования могут быть установлены только на основании достоверных оценок остаточных ресурсов индивидуально для каждого из рассматриваемых объектов. Такой подход к замене старого оборудования новым по результатам оценки остаточного ресурса, а не по соотношению фактической и нормированной длительности эксплуатации даст существенный экономический эффект.

Выводы

1. Оценка состояния оборудования трансформаторных подстанций посредством непрерывного контроля является наиболее перспективным видом диагностики, требующим, однако, методологической доработки с учетом современных мировых тенденций, нормативных документов и средств непрерывного контроля.

2. Необходима разработка математической модели, повышающей качество оценки состояния оборудования на основе данных непрерывного контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования. – М. : АО «Фирма ОРГРЭС», 1998. – 493 с.

2. РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования.

ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИИ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Алыбин А. С., Паначевный В. М. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Стрижиченко А. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения обусловлены стандартом ГОСТ 32144-2013. Данный стандарт устанавливает показатели и нормы качества электроэнергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трёхфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электроэнергии, или электроприёмники электроэнергии (точки общего присоединения).

Причин несимметрии напряжений много, но основная из них – это несимметрия токов в сети, что обусловлено неравенством нагрузки по фазам.

Источниками несимметрии напряжений в электрических сетях являются мощные однофазные потребители (индукционные плавильные и нагревательные печи, сварочные агрегаты, коммунально-бытовая нагрузка и др.), а также трехфазные потребители, длительно работающие в несимметричном режиме. При несимметрии напряжений происходит увеличение потребления активной и реактивной мощностей, увеличение потерь электроэнергии, снижение ресурса электрооборудования, снижение вращающего момента асинхронных двигателей и производительности механизмов. Несимметрия напряжений характеризуется коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U}, %, и коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U}, %.

В сетях напряжением 6-10 кВ несимметрия напряжений наблюдается как результат несимметрии нагрузки в сетях 0,4 кВ. При этом потери активной мощности в линиях электропередачи (ЛЭП) при протекании в ней несимметричных токов составят [2]

$$\Delta P_{\text{несим}} = 3I_1^2 r + 3I_2^2 r, \qquad (1)$$

где I_1 и I_2 – действующие значения токов прямой и обратной последовательностей.

Эксперимент по анализу несимметрии токов и напряжений проводился на двухтрансформаторной подстанции ТП-1 с трансформаторами ТМ-400-6/0,4 промышленного предприятия с применением анализатора качества электроэнергии «Энергомонитор 3.3 Т1».

На основе полученных данных был построен график, рис. 1.

Потери активной мощности в ЛЭП из-за несимметрии напряжений в сетях 6-10 кВ, обусловленной несимметричной нагрузкой на стороне 0,4 кВ, могут быть значительны и достигать 2,3 % потребляемой мощности на 1 км ВЛ, рис. 2.

Дополнительные потери активной мощности в силовых трансформаторах в несимметричном режиме можно определить по формуле [2]

$$\Delta P_{\text{несим}} = \varepsilon_{\text{и}}^2 \left(\Delta P_{\text{х.х}} + \frac{\Delta P_{\text{к.з}}}{u_{\text{к.з}}^2} \right). \qquad (2)$$

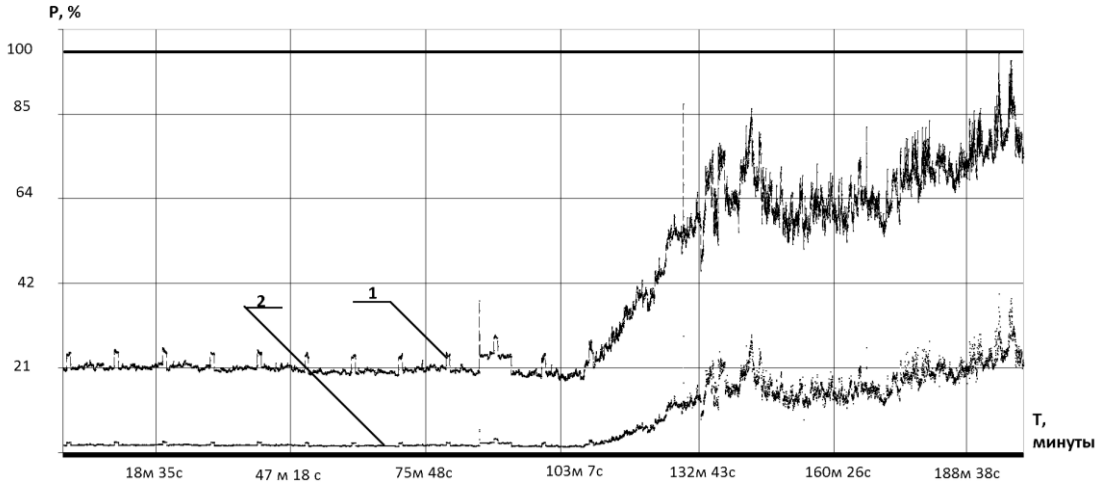


Рис. 1. Дополнительные потери активной мощности в ЛЭП, обусловленные несимметричной нагрузкой:
1 – график потребления активной мощности промышленным предприятием;
2 – график потерь активной мощности в ЛЭП длиной 15 км, обусловленных наличием несимметрии токов и напряжений

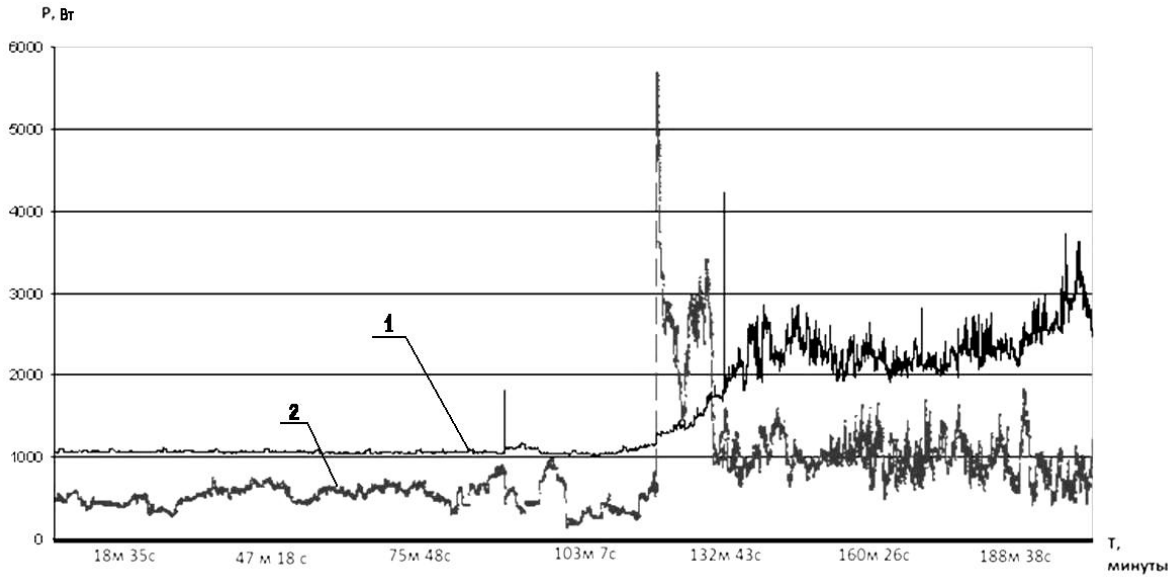


Рис. 2. График потерь активной мощности в трансформаторе ТМ-400-6-0,4:
1 – потери активной мощности в трансформаторе в симметричном режиме;
2 – дополнительные потери активной мощности в трансформаторе, работающем в несимметричном режиме

Мощность дополнительных потерь активной мощности в трансформаторе может превышать мощность нагрузочных потерь, что сокращает срок службы трансформатора. Уменьшить несимметрию напряжений можно путем равномерного распределения нагрузки по фазам или применения симметрирующих устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карташев, И. И. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов и др.; под ред. Ю. В. Шарова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.: ил.

2. Долингер, С. Ю. Оценка дополнительных потерь мощности от снижения качества электрической энергии в элементах систем электроснабжения / С. Ю. Долингер, А. Г. Лютеравич, В. Н. Горюнов, Д. Г. Сафонов, В. Т. Черемисин // Электротехника. Энергетика. – Омск : Омский государственный технический университет, 2012. – С. 178-183.

3. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения».

ВЛИЯНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Алыбин А. С., Паначевный В. М. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Стрижиченко А. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Нормы качества электроэнергии, устанавливаемые стандартом ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», являются уровнями электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах электроснабжения общего назначения.

Под несинусоидальностью напряжения понимают искажение синусоидальной формы кривой напряжения. При синусоидальном источнике напряжение на элементах электрической цепи с линейной вольт-амперной характеристикой имеет синусоидальную форму. Несинусоидальность напряжения обусловлена функционированием электроприемников с нелинейной вольт-амперной характеристикой. К таким электроприемникам относятся дуговые сталеплавильные печи, преобразователи, трансформаторы (в режиме, близком к холостому ходу), индукционные печи, люминесцентные лампы, ртутные лампы высокого давления, телевизоры и т. п., потребляющие несинусоидальный ток.

Для математического описания искажений синусоидальности напряжения используют аппарат разложения периодических функций в ряд Фурье.

При прохождении токов высших гармоник по элементам сети возникают дополнительные потери активной мощности и энергии. Искажение синусоидальности напряжения приводит к сбоям в работе релейной защиты и устройств

управления. Несинусоидальность напряжения характеризуется значениями коэффициентов гармонических составляющих напряжения до 40-го порядка $K_{U(n)}$ в процентах напряжения основной гармонической составляющей U_1 в точке передачи электрической энергии и значением суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения.

Измерения уровней гармонических составляющих токов и напряжений проводились на двухтрансформаторной подстанции 6/0,4 кВ с трансформаторами ТМ-400. Данные получены при помощи анализатора качества электроэнергии «Энергомонитор 3.3 Т1».

Табулирование полученных данных проводилось в среде Microsoft Excel.

Потери мощности в ЛЭП, обусловленные протеканием высших гармонических составляющих тока:

$$\Delta P_{\Sigma v} = 3\sum_{v=2}^{n} I_v^2 R_1 k_{rv}, \qquad (1)$$

где v – номер гармоники; n – число учитываемых гармоник; R – активное сопротивление линии на основной частоте; k – коэффициент, учитывающий влияние поверхностного эффекта [2]:

$$k = 0{,}47\sqrt{v}. \qquad (2)$$

Графики потерь мощности в ЛЭП на первой гармонике и при наличии высших гармонических составляющих тока представлены на рис. 1.

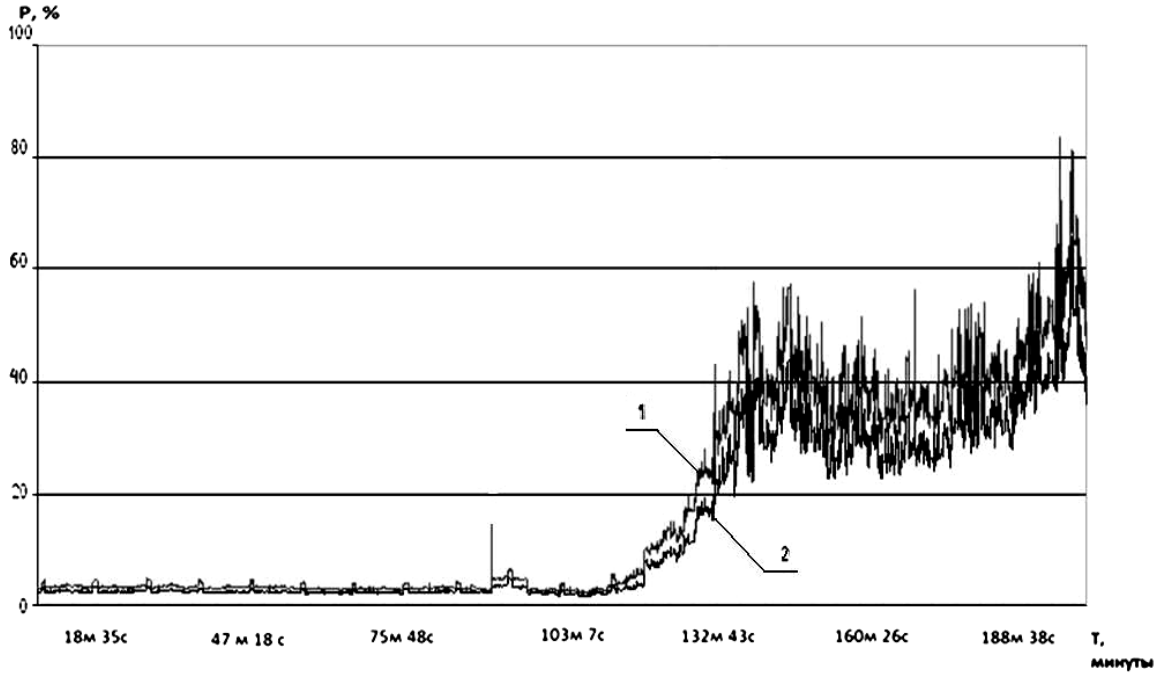


Рис. 1. Потери активной мощности в ЛЭП:
1 – потери активной мощности при наличии высших гармоник тока;
2 – потери активной мощности на первой гармонике

Наличие в сети высших гармонических составляющих тока увеличивает потери активной мощности в ЛЭП на 14 %.

Для трансформаторов потери мощности от протекания высших гармоник тока [2]

$$\Delta P_{\Sigma} = 3\sum_{v=2}^{n} I_v^2 R_{k1} k_{vm}, \qquad (3)$$

где I_v – ток v гармоники, проходящей через трансформатор; R_{k1} – сопротивление короткого замыкания трансформатора на основной частоте; k_{vm} – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления короткого замыкания для высших гармоник вследствие влияния поверхностного эффекта и эффекта близости.

На рис. 2 представлены результаты измерения потребления и расчета потерь активной мощности.

График 1 потребления активной мощности получен экспериментально. Графики 2 и 3 построены по результатам расчета, соответственно, для потерь активной мощности в трансформаторе, обусловленных несинусоидальностью токов, и для потерь активной мощности в трансформаторе на первой гармонике.

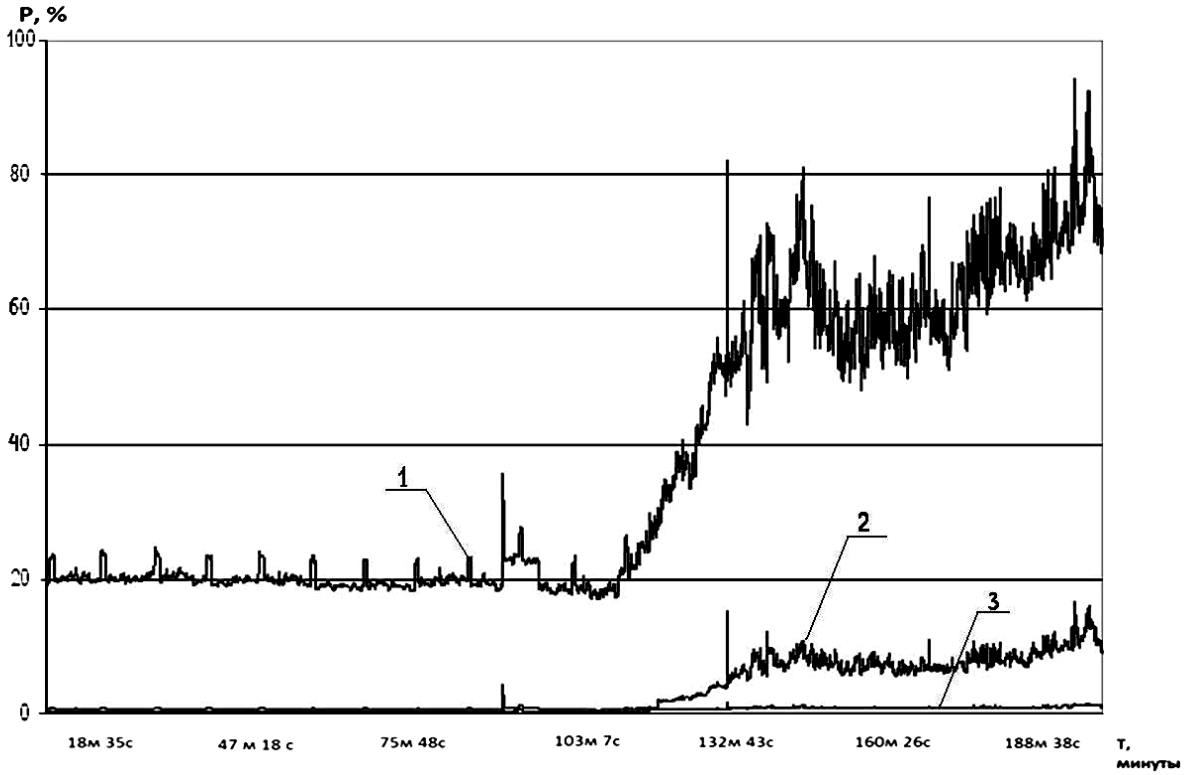


Рис. 2. Графики потребления активной мощности и потерь активной мощности в трансформаторе:
1 – потребление активной мощности; 2 – потери активной мощности, обусловленные несинусоидальностью токов; 3 – потери активной мощности в трансформаторе на первой гармонике

Дополнительные потери мощности в трансформаторе сокращают срок его службы. Уменьшить искажения синусоидальной формы кривой напряжения

можно посредством применения фильтровых устройств, специального оборудования, характеризующегося пониженным уровнем генерации высших гармоник, использования ненасыщающихся трансформаторов, применения многофазных преобразователей с улучшенными энергетическими показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карташев, И. И. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов и др.; под ред. Ю. В. Шарова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.: ил.

2. Долингер, С. Ю. Оценка дополнительных потерь мощности от снижения качества электрической энергии в элементах систем электроснабжения / С. Ю. Долингер, А. Г. Лютеравич, В. Н. Горюнов, Д. Г. Сафонов, В. Т. Черемисин // Электротехника. Энергетика. – Омск : Омский государственный технический университет, 2012. – С. 178-183.

3. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения».

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРИГЕНЕРАЦИИ

Анисимов Е. В., Грушевский Ю. А. – магистранты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Курьянов В. Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Тригенерацией называют процесс получения электрической энергии, тепла и холода в комплексе устройств, включающих в себя когенерационную установку, называемую в отечественной литературе теплоэлектроцентралью (ТЭЦ), и абсорбционную бромисто-литиевую холодильную машину (АБХМ).

Авторы рассмотрели (рис. 1) когенерационную систему, которая использует газопоршневой двигатель, развивающий электрическую мощность 3,0 МВт и примерно такую же (около 3,0 МВт) тепловую мощность, отдавая при этом 1,0 МВт в окружающую среду.

Мощность источника первичной энергии, содержащейся в природном газе, потребляемом двигателем, составляет 7,0 МВт. Электрическую мощность когенерационная установка (ТЭЦ) отдает в систему электроснабжения (ЭС), а тепловая энергия передается АБХМ. Неиспользованная тепловая энергия передается окружающей среде (ОС).

АБХМ, в генераторе которой потребляется тепловая энергия мощностью 3,0 МВт, способна выработать около 2,0 МВт холода. Именно такое количество тепла отводится от систем кондиционирования (КВ) и подводится к испарителю АБХМ. Отводимое от абсорбера и конденсатора холодильной машины тепло равно подводимой к генератору и испарителю энергии, то есть 5,0 МВт, которые передаются окружающей среде через градирни. Часть этого тепла, равная холодильной мощности АБХМ, отнимается от окружающей среды в процессе теплообмена охлажденного здания с атмосферой. Таким образом, тепловое загрязнение атмосферы, вызванное работой АБХМ, составляет 3,0 МВт, которые

добавляются к 1,0 МВт тепла, поступающего в атмосферу от ТЭЦ, и составляет в сумме 4,0 МВт.

Электрическая энергия мощностью 3,0 МВт, потребляемая в системе электроснабжения комплекса, в конечном итоге тоже превратится в энергию тепловую и будет передана окружающей среде. Как следует из закона сохранения энергии, вся первичная энергия, содержащаяся в природном газе (7,0 МВт), будет передана атмосфере, совершив при этом полезную работу.

Тригенерация обеспечивает самый экономичный способ получения электроэнергии, тепла и холода в едином цикле, в то время как при раздельном получении этих видов энергии с использованием природного газа его потребление и выбросы тепла в атмосферу возрастают.

Для сравнения на рис. 2 показана схема потоков энергии при выработке электрической энергии в обычных двигателях внутреннего сгорания, работающих на природном газе, и при выработке холода в компрессорных холодильных машинах, получающих электроэнергию от этих двигателей. При этом общее количество электроэнергии и холода, вырабатываемых в раздельных циклах, принято таким же, как и в схеме с тригенерацией.

Тепловая электростанция комплекса, работающая на природном газе (ЭГ), вырабатывает 3,0 МВт электрической мощности и отдает ее в систему электроснабжения (ЭС). При этом 4,0 МВт тепловой мощности поступит в окружающую среду через градирни.

Для выработки 2,0 МВт холода (как в схеме с тригенерацией) в компрессорной холодильной машине (ХМ) потребуется 0,5 МВт электрической мощности. Тепловые отходы ХМ составят 2,5 МВт, из которых 2,0 МВт отнимутся от окружающей среды в процессе теплообмена охлажденного здания с атмосферой.

Для того чтобы ЭС комплекса получила необходимую ей электрическую мощность, равную 3,0 МВт, потребуется дополнительно использовать электрическую мощность 0,5 МВт электрической станции энергосистемы. Для получения этой мощности будет израсходовано 1,5 МВт первичной энергии, содержащейся в топливе, а в данном случае – в природном газе. При этом общее количество первичной энергии использованного для энергоснабжения комплекса природного газа составит 8,5 МВт. Такое же количество тепловой энергии поступит в окружающую среду. Из них 5,5 МВт поступит в процессе производства электрической энергии и холода, а 3,0 МВт – в процессе потребления электрической энергии.

Далее авторы рассмотрели энергетический баланс энергосистемы, в которой холод вырабатывается в абсорбционных холодильных машинах, работающих непосредственно на газовом топливе (рис. 3).

Как и в предыдущем варианте, тепловая электростанция ЭГ комплекса, работающая на газе, вырабатывает 3,0 МВт электрической мощности и отдает ее в ЭС. При этом 4,0 МВт тепловой мощности поступит в окружающую среду через градирни.

Для выработки 2,0 МВт холода в АБХМ потребуется не менее 3,0 МВт мощности первичного источника энергии, то есть природного газа. Тепловые отходы АБХМ составят 5,0 МВт, из которых 2,0 МВт отнимутся от окружающей среды в процессе теплообмена охлажденного здания с атмосферой.

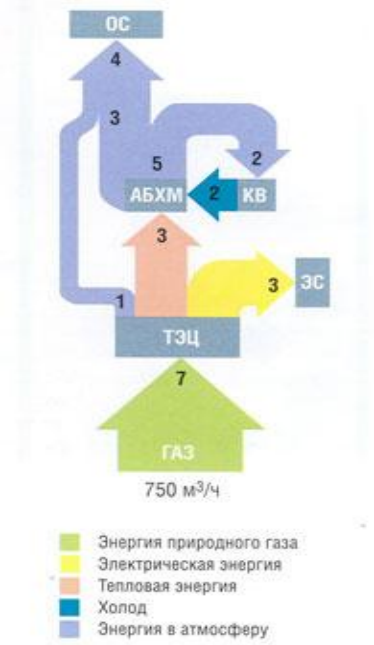


Рис. 1. Схема потоков энергии в системе тригенерации от газопоршневого двигателя электрической мощностью 3 МВт: ТЭЦ — когенерационная установка (теплоэлектроцентраль); АБХМ — абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина; КВ — система кондиционирования воздуха; ЭС — система электроснабжения; ОС — окружающая среда. Цифрами на схеме обозначена мощность, МВт.

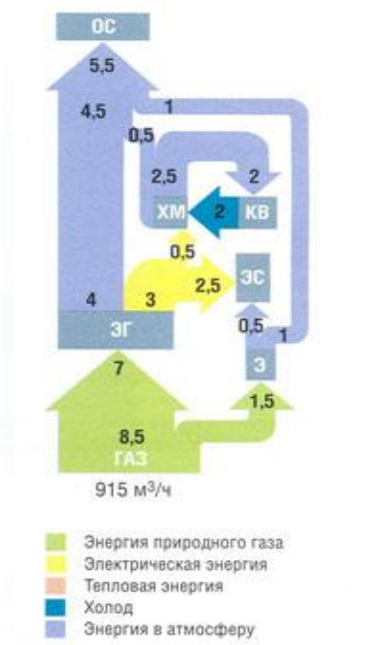


Рис. 2. Схема потоков энергии в раздельных системах выработки электрической энергии и холода с использованием компрессорной холодильной машины: ЭГ — электрогенератор комплекса; Э — электростанция энергосистемы; ХМ — компрессорная холодильная машина; КВ — система кондиционирования воздуха; ЭС — система электроснабжения; ОС — окружающая среда. Цифрами на схеме обозначены мощности, МВт.

Рис. 3. Схема потоков энергии в раздельных системах выработки электрической энергии и холода с использованием абсорбционной холодильной машины: ЭГ — электрогенератор комплекса; АБХМ — абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина; КВ — система кондиционирования воздуха; ЭС — система электроснабжения; ОС — окружающая среда. Цифрами на схеме обозначены мощности, МВт.

На приведенных схемах (рис. 1-3) указаны расходы природного газа, при которых будут обеспечены электрическая мощность 3,0 МВт, выдаваемая одним газопоршневым двигателем, и холодильная мощность 2,0 МВт. Для удобства сопоставления данные о расходах газа в трех энергетических системах представлены на одной диаграмме (рис. 4).

Схема с тригенерацией имеет бесспорные энергетические преимущества перед другими схемами производства холода.

Условное название «Энергохолодильный блок» (ЭХБ) присвоено комплекту оборудования, включающему в себя одну когенерационную установку и одну АБХМ, связанные в единую энергогенерирующую систему. Принципиальная схема ЭХБ представлена на рис. 5.

При работе когенерационной установки *1* в электрогенераторе *1.1* вырабатывается электрическая энергия. Одновременно в охладителе продуктов сгорания *1.2* и в теплообменниках водяного и масляного контуров охлаждения *1.3* и *1.4* вырабатывается тепловая энергия, которая отводится теплоносителем,

подаваемым насосом *5*. На протяжении отопительного периода тепло подается в систему теплоснабжения *3*, а в летний период года тепло потребляется в АБХМ (поз. *2*). При отсутствии потребности в тепловой энергии избыточное тепло отводится через сухие охладители *4* в атмосферу.

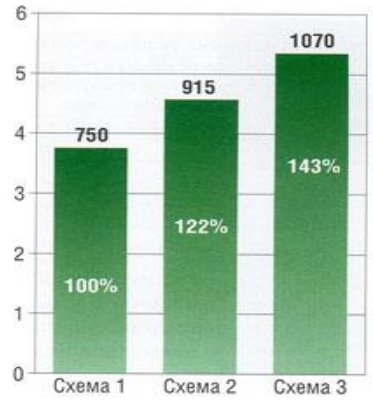


Рис. 4. Максимальные часовые расходы природного газа в летний период при работе в режиме тригенерации (схема 1), а также в схемах с раздельным производством электрической энергии и холода в компрессорных (схема 2) и в абсорбционных (схема 3) холодильных машинах.

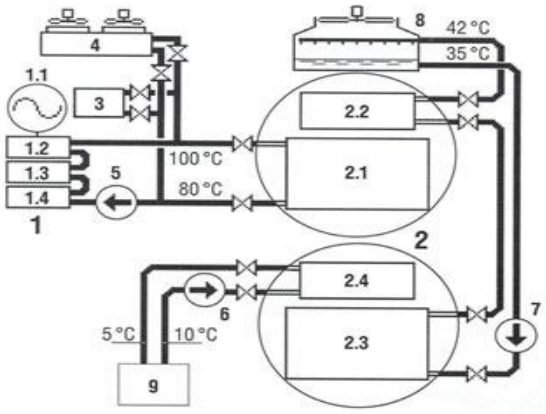


Рис. 5. Принципиальная схема энергохолодильного блока (ЭХБ): 1 — когенерационная установка (1.1 — электрогенератор, 1.2 — охладитель продуктов сгорания газа, 1.3 — теплообменник водяного контура охлаждения двигателя, 1.4 — охладитель масляного контура); 2 — абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина — АБХМ (2.1 — генератор, 2.2 — конденсатор, 2.3 — абсорбер, 2.4 — испаритель); 3 — потребители тепла системы теплоснабжения комплекса; 4 — сухая градирня когенерационной установки; 5 — насос контуров охлаждения, 6 — насос испарителя, 7 — насос системы оборотного водоснабжения АБХМ; 8 — градирня АБХМ; 9 — система холодоснабжения.

При работе АБХМ теплоноситель от когенерационной установки подается в генератор *2.1*, в котором водный раствор бромистого лития кипит, и его концентрация при этом повышается. Пары воды, образующиеся при кипении, выпадают в конденсаторе *2.2*, который охлаждается водой системы оборотного водоснабжения. Концентрированный раствор бромистого лития в абсорбере *2.3* поглощает водяные пары, образующиеся при кипении воды в испарителе *2.4*. Кипение воды в испарителе происходит при глубоком вакууме. Теплота парообразования подводится технологической водой системы холодоснабжения, которая охлаждается в испарителе до температуры не ниже +5 °С. Вода системы холодоснабжения *9* циркулирует через испаритель *2.4* при работе насоса *6*.

При работе АБХМ тепловая энергия подводится к генератору *2.1* и к испарителю *2.4*, в то время как в абсорбере *2.3* и в конденсаторе *2.2* теплота отводится. Для отведения теплоты в атмосферу служит контур оборотного водоснабжения, включающий в себя насос *7* и градирню *8*.

Баланс тригенерации

Достичь гармонии в отношениях трех партнеров – задача всегда непростая, в особенности, если отношения между ними строго обозначены жесткими правилами. Применительно к тригенерации эти правила регулируются энергетическим балансом, и чтобы достичь гармонии, нужно пересмотреть этот баланс, даже если при этом придется поступиться некоторыми принципами.

Относительно невысокая низшая (80 °С) температура теплоносителя, подаваемого от газопоршневого двигателя, связана с ограниченными возможностями масляного контура охлаждения двигателя, в то время как водяной контур и, в особенности, контур продуктов сгорания могли бы подавать практически без ущерба для выработки электроэнергии теплоноситель с более высокими температурами. Поэтому было бы более рационально выполнить энергохолодильный блок так, как это показано на рис. 6.

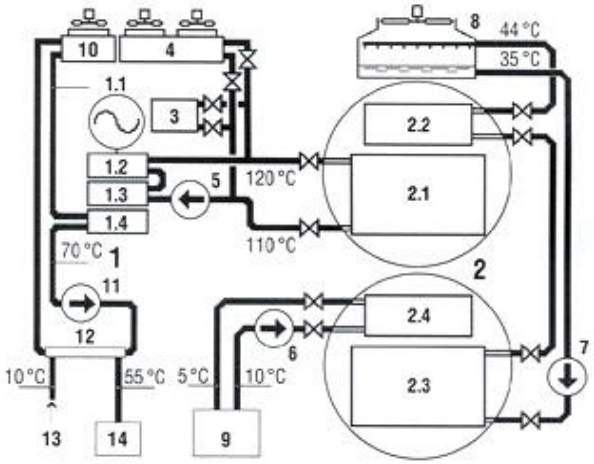


Рис. 6. Схема рационального энергохолодильного блока: : 1 — когенерационная установка (1.1 — электрогенератор, 1.2 — охладитель продуктов сгорания газа, 1.3 — теплообменник водяного контура охлаждения двигателя, 1.4 — охладитель масляного контура); 2 — абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина — АБХМ (2.1 — генератор, 2.2 — конденсатор, 2.3 — абсорбер, 2.4 — испаритель); 3 — потребители тепла системы теплоснабжения комплекса; 4 — сухая градирня когенерационной установки; 5 — насос контуров охлаждения, 6 — насос испарителя, 7 — насос системы оборотного водоснабжения АБХМ; 8 — градирня АБХМ; 9 — система холодоснабжения; 10 — атмосферный охладитель системы охлаждения масляного контура; 11 — насос охлаждения масляного контура; 12 — теплообменник системы горячего водоснабжения, 13 — подача холодной воды; 14 — система горячего водоснабжения.

Суть рациональной схемы состоит в том, что тепло от масляного контура будет отводиться не в холодильную машину *2*, а в атмосферу через систему оборотного водоснабжения, включающую в себя атмосферный охладитель *10* и насос *11*. В результате температура отводимого от газопоршневого двигателя теплоносителя может быть поднята до 120 °С на выходе и до 110 °С на входе, что позволит холодильной машине работать в номинальном температурном режиме при минимальных затратах, связанных с АБХМ.

Недостатком схемы является неполное использование тепла, генерируемого двигателем, и, соответственно, уменьшение примерно на 15 % возможности выработать холод на тепловом потреблении. Впрочем, этот недостаток является скорее теоретическим, чем практическим, поскольку обычно потребности в холоде невелики по сравнению с тепловой мощностью когенерационной установки.

Недостаток этот можно устранить, если в систему охлаждения масляного контура включить водоподогреватель *12* системы горячего водоснабжения *14*. В этом случае водопроводная вода *13* при подогреве от 10 до 55 °С снимет, по крайней мере, часть нагрузки охлаждения масляного контура. При этом общий

КПД когенерации повысится, поскольку тепло, являющееся побочным продуктом при генерации электрической энергии, так или иначе будет использовано.

Рационализация энергохолодильного блока позволит не только сократить общие капитальные затраты на холодильную технику, но и в результате уменьшения температуры масла в циркуляционном контуре улучшить эксплуатационный режим газопоршневых машин, что увеличит срок службы механизмов и, возможно, будет способствовать некоторому увеличению электрической мощности когенерационной установки.

Тригенерация обеспечивается достаточно сложным союзом машин различного назначения, и если не пытаться гармонизировать отношения между ними, то союз машин, как и всякий иной союз, может оказаться разочаровывающим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наумов, А. Л. Алгоритм выбора мини-ТЭЦ [Электронный ресурс] / А. Л. Наумов // АВОК. – 2006. – № 1. – Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3134

2. Кокорин, О. Я. Преимущества автономных станций для совместной выработки электроэнергии, тепла и холода / О. Я. Кокорин // Холодильная техника. – 2003. – № 12.

3. Пат. 2457352 Российская Федерация, F 02 G 5/00 Способ комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода / Баженов А. И., Михеева Е. В., Хлебалин Ю. М.; заявитель и патентообладатель Саратов. ГБОУВПО СГТУ. – № 2399781/2010; заявл. 21.12.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл № 24. – 3 с.:ил.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ НА ТРЕНАЖЕРАХ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Анохин С. С. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Терентьев Г. Ф.*** – канд. техн. наук, профессор

Работа со сложными энергетическими системами предъявляет высокие требования к организации оперативного управления, в частности, к отбору, подготовке и переподготовке руководящего оперативно-диспетчерского персонала.

Труд оперативно-диспетчерского персонала характеризуется высоким нервным и физическим напряжением. Это обусловлено повышенной ответственностью за нормальный режим работы энергосистемы, энергообъединения, электросетевого оборудования, многообразием и интенсивностью поступающей для переработки информации, необходимостью принятия решений и действий в условиях дефицита времени.

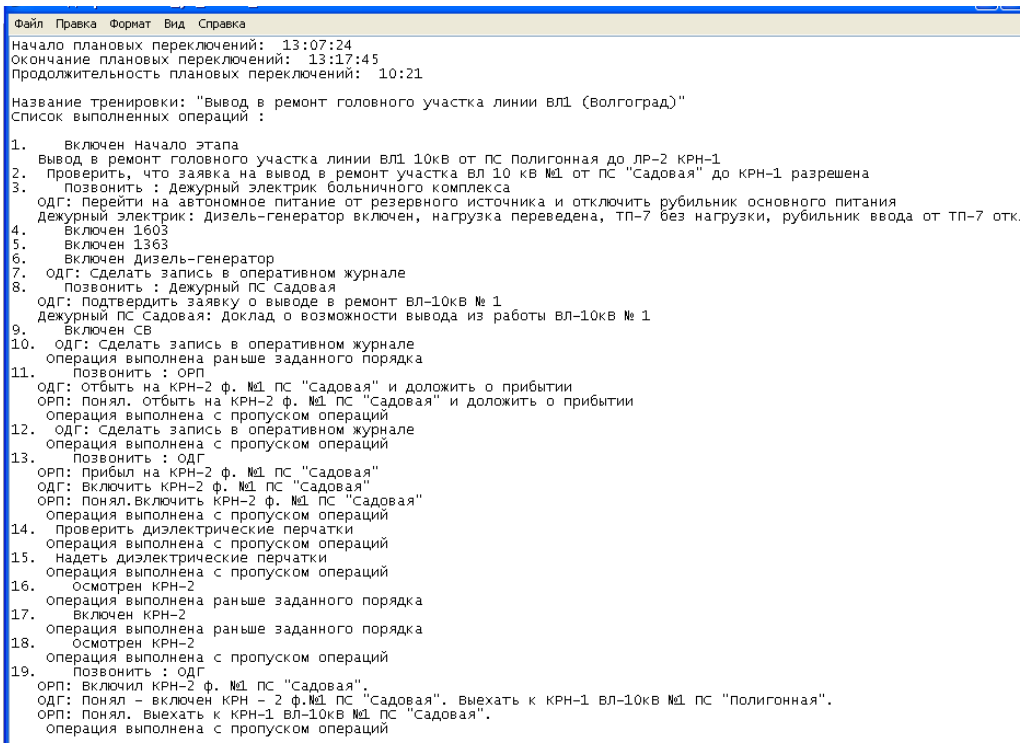
Поэтому к оперативно-диспетчерскому персоналу энергосистем и электросетевых предприятий предъявляются не только общие повышенные требования в отношении деловых качеств, но еще и специфические требования, связанные с необходимостью принимать быстрые и правильные оперативные решения, учитывающие множество сложных обстоятельств.

Наиболее ответственная работа у оперативно-диспетчерского персонала во время нештатных ситуаций. Любая такая ситуация – это чрезвычайная в

психологическом и физиологическом отношении стрессовая ситуация. Ее интенсивность определяется внезапностью и тем влиянием, которое она может оказать на качество и надежность электроснабжения потребителей. Успешность ликвидации аварийных ситуаций во многом зависит не только от индивидуальных особенностей оперативного персонала, но и от его способности к совместным целенаправленным действиям. Важнейшими качествами являются, в частности, способность к быстрой ориентировке, умение различать главные причины аварии, внутренняя собранность и хладнокровие специалиста.

Опыт психофизиологического отбора позволяет увеличить надежность работы систем управления на 10-25 %, сократить аварийность на 30-40 %. В связи с этим, в качестве одного из основных показателей эффективности применения тренажерных систем необходимо видеть официально зарегистрированное снижение технологических нарушений по вине персонала, а результаты контрольных тренировок использовать для оценки профессиональных качеств диспетчера.

С появлением компьютерных тренажеров для оперативно-диспетчерского персонала в электроэнергетике по окончании тренировки стало возможным получить детальный протокол (рисунок), в котором программа сообщает обучаемому о результатах его действий, указывая, при необходимости, ошибочные действия, их причину, осуществляет подсчет числа ошибок, допущенных обучаемым при выполнении задания, подсчет времени, потраченного на выполнение задания, и выставляет оценки на основе статистики правильных и ошибочных ответов.



Файл Правка Формат Вид Справка

```
Начало плановых переключений:  13:07:24
Окончание плановых переключений:  13:17:45
Продолжительность плановых переключений:  10:21

Название тренировки: "Вывод в ремонт головного участка линии ВЛ1 (Волгоград)"
Список выполненных операций :

1.    Включен Начало этапа
   Вывод в ремонт головного участка линии ВЛ1 10кВ от ПС Полигонная до ЛР-2 КРН-1
2.  Проверить, что заявка на вывод в ремонт участка ВЛ 10 кВ №1 от ПС "Садовая" до КРН-1 разрешена
3.    Позвонить : Дежурный электрик больничного комплекса
   ОДГ: Перейти на автономное питание от резервного источника и отключить рубильник основного питания
   Дежурный электрик: Дизель-генератор включен, нагрузка переведена, ТП-7 без нагрузки, рубильник ввода от ТП-7 отк.
4.    Включен 1603
5.    Включен 1363
6.    Включен Дизель-генератор
7.  ОДГ: Сделать запись в оперативном журнале
8.    Позвонить : Дежурный ПС Садовая
   ОДГ: Подтвердить заявку о выводе в ремонт ВЛ-10кВ № 1
   Дежурный ПС Садовая: Доклад о возможности вывода из работы ВЛ-10кВ № 1
9.    Включен СВ
10.  ОДГ: Сделать запись в оперативном журнале
    Операция выполнена раньше заданного порядка
11.    Позвонить : ОРП
   ОДГ: Отбыть на КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая" и доложить о прибытии
   ОРП: Понял. Отбыть на КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая" и доложить о прибытии
    Операция выполнена с пропуском операций
12.  ОДГ: Сделать запись в оперативном журнале
    Операция выполнена с пропуском операций
13.    Позвонить : ОДГ
   ОРП: Прибыл на КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая"
   ОДГ: Включить КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая"
   ОРП: Понял.Включить КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая"
    Операция выполнена с пропуском операций
14.  Проверить диэлектрические перчатки
    Операция выполнена с пропуском операций
15.  Надеть диэлектрические перчатки
    Операция выполнена с пропуском операций
16.    Осмотрен КРН-2
    Операция выполнена раньше заданного порядка
17.    Включен КРН-2
    Операция выполнена раньше заданного порядка
18.    Осмотрен КРН-2
    Операция выполнена с пропуском операций
19.    Позвонить : ОДГ
   ОРП: Включил КРН-2 ф. №1 ПС "Садовая".
   ОДГ: Понял - включен КРН - 2 ф.№1 ПС "Садовая". Выехать к КРН-1 ВЛ-10кВ №1 ПС "Полигонная".
   ОРП: Понял. Выехать к КРН-1 ВЛ-10кВ №1 ПС "Садовая".
    Операция выполнена с пропуском операций
```

Рисунок. Пример протокола тренировки

Анализ действий обучаемого во время тренировки можно использовать для оценки типов поведения и профессиональных качеств электросетевого

персонала. Предлагается взять за основу методику оценки противоаварийных тренировок оперативно-диспетчерского персонала энергосистем [1]. На основе анализа подробного протокола тренировок, который получает обучаемый при прохождении контрольной тренировки на тренажере оперативных переключений, можно выполнить подобную оценку. Каждое действие диспетчера необходимо отнести к одному из следующих классов:

q_1 – правильно, своевременно выполненное действие;

q_2 – невыполненные действия;

q_3 – неправильные действия;

q_4 – действия, выполненные с опозданием;

q_5 – действия, выполненные ранее необходимого;

q_6 – излишние действия;

q_7 – неоптимальные действия.

Таким образом, производится оценка каждого действия. Приведенная классификация действий позволяет получить набор профессиональных и психологических характеристик диспетчеров. Показатели дают возможность количественно зафиксировать тенденции в подготовке персонала, определить типы поведения диспетчеров и, соответственно, разработать как коллективную, так и индивидуальную программу подготовки диспетчеров. Исходя из приведенных показателей, можно определить ведущий тип поведения диспетчера в стрессовой ситуации.

Можно выделить следующие типы:

1) напряженный. Функции выполняются человеком замедленно, напряженно, наблюдается общая заторможенность. Показатель возрастает при

$$\frac{q_4 + q_7}{\sum_i q_i} \to 1;$$

2) трусливый. Диспетчер избегает выполнения своих функций, желает оттянуть время, не вмешиваться в ход событий. Показатель возрастает при

$$\frac{q_2 + q_4 + q_6}{\sum_i q_i} \to 1;$$

3) тормозной. В стрессовой ситуации возникает общая заторможенность и прекращение деятельности. Показатель возрастает при

$$\frac{q_2}{\sum_i q_i} \to 1;$$

4) агрессивно-бесконтрольный. Потеря самоконтроля, напористость, агрессивность, отсутствие общей цели действия. Показатель возрастает при

$$\frac{q_3 + q_6}{\sum_i q_i} \to 1;$$

5) уходящий в мелочи. Диспетчер не видит общей цели, выделив общее направление, начинает заниматься второстепенными вопросами, которые не ведут к скорейшему разрешению ситуации. Показатель увеличивается при

$$\frac{q_7}{\sum_i q_i} \to 1;$$

6) суетливый. Диспетчер не может принять верное решение и мечется от одного решения к другому. Показатель возрастает при

$$\frac{q_5 + q_6}{\sum_i q_i} \to 1;$$

7) ложно-прогрессивный. Диспетчер действует активно и самоуверенно, зачастую по неправильно выбранному пути. Показатель растет при

$$\frac{q_3 + q_7}{\sum_i q_i} \to 1;$$

8) временно-заторможенный. Вначале наблюдается заторможенность, затем диспетчер активно включается в работу и обычно справляется с ситуацией. Обычно наблюдаются показатели:

– в начале работы

$$\frac{q_4 + q_7}{\sum_i q_i} \to 1,$$

– в ходе деятельности

$$\frac{q_1}{\sum_i q_i} \to 1;$$

9) прогрессивный. В сложных ситуациях происходит мобилизация внутреннего состояния диспетчера (волевая, эмоциональная, интеллектуальная), и диспетчер находит оптимальное решение. Показатель решения задачи

$$\frac{q_1}{\sum_i q_i} \to 1.$$

Эта методика лучше других подходит для автоматической обработки, так как в бланке представлены все данные, необходимые для анализа. Поэтому при выставлении результата подводится итог по оценке профессиональных качеств и даются рекомендации по коррекции профессионального поведения обучаемого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркурьев, Г. В. Оперативно-диспетчерское управление энергосистемами: Учебное пособие / Г. В. Меркурьев. – С.-Пб. : – Издание центра подготовки кадров энергетики, 2002. – 116 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД С КРУГОВЫМ КОНТУРОМ ПИТАНИЯ В ЗОНЕ КРУПНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Борисов А. С., Уранбаев М. А. – студенты
Дорошенко Е. В. – магистрантка
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Крупные объекты, в частности, инженерные строения монумента «Родина-мать», могут подтопляться грунтовыми водами из-за неравномерного полива зеленых насаждений и утечек канализации. Авторами был определен приток воды к совершенной скважине с круговым контуром питания при горизонтальном водоупоре (рисунок).

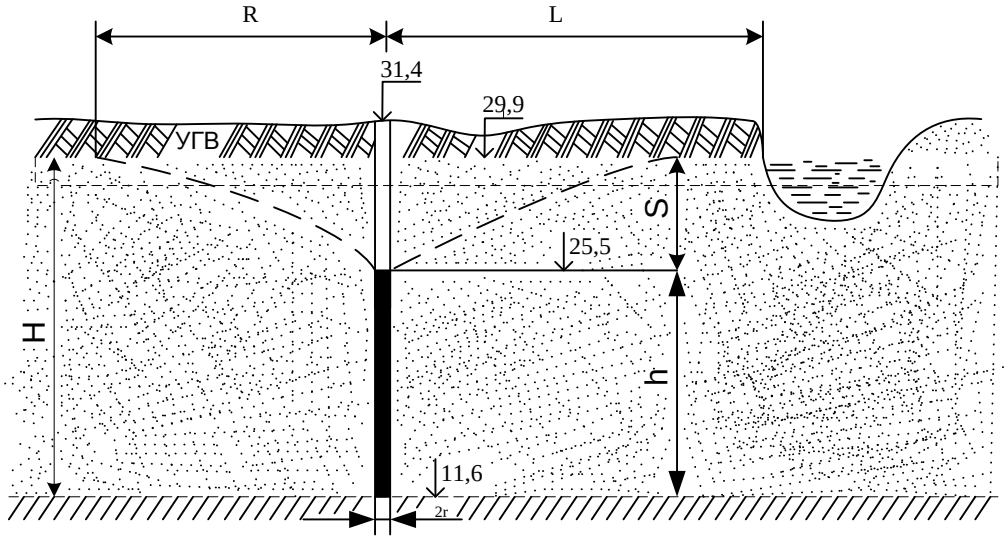


Рисунок. Расчетная схема для определения притока воды к совершенной скважине, расположенной на берегу реки (водоема) в безнапорном водоносном горизонте

Данные замеров представлены в таблице.

Таблица

Данные замеров уровня грунтовых вод

Абсолютная отметка устья скважины, м	31,4
Абсолютная отметка статического уровня грунтовых вод, м	29,9
Абсолютная отметка динамического уровня в скважине при откачке, м	25,5
Кровля водоупора, м	11,6
Коэффициент фильтрации *k*, м/сут.	7,1
Расстояние *L* от скважины до водоема, м	82,0
Диаметр 2*r* скважины, мм	305

Единичный расход потока определяется по формулам:

$$q = \frac{1{,}366k(H^2 - h^2)}{\lg R - \lg r} \quad \text{при} \quad L \geq 0{,}5R;$$

$$q = \frac{1{,}366k(H^2 - h^2)}{\lg 2L - \lg r} \quad \text{при} \quad L < 0{,}5R,$$

где $h = (H - S)$ – высота воды в скважине при откачке; $R = 2S\sqrt{Hk}$ – радиус влияния.

Мощность водоносного пласта определяется как разность абсолютных отметок статического уровня и кровли водоупора: H = 29,9 – 11,6 = 18,3 м. Понижение уровня равно разности абсолютных отметок статического и динамического уровней: S = 29,9 – 25,5 = 4,4 м; $R = 2 \times 4{,}4 \times \sqrt{18{,}3 \times 7{,}1} = 100{,}3$ м. Так как L = 82,0 м > 0,5R = 50,2 м, то

$$q = \frac{1{,}366k(18{,}3^2 - 13{,}9^2)}{\lg 100{,}3 - \lg 0{,}152} = 487 \ \frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}.$$

Таким образом, значение единичного расхода говорит о высокой скорости перемещения грунтовых вод. Возможно подтопление территории, и требуется проведение мероприятий по понижению уровня вод, в частности, откачка, отвод и др.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАБОТ ИНЖЕНЕРНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Волкова В. А., Голев А. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Проектирование инженерных канализационных систем связано с установкой различного оборудования, в частности, канализационных решёток, которые изменяют характер прохождения сточных вод. Была поставлена задача: определить отметку z_1 уровня воды перед канализационной решеткой шириной B = 2 м, установленной на канале той же ширины, при пропуске через нее расхода воды Q = 1,5 м^3/с, если глубина воды после решетки h_2 = 1,4 м, а отметка горизонтального дна канала z_3 = 71,7. Решетка наклонена к горизонту под углом 55° и выполнена из прямоугольных стержней толщиной s = 10 мм, расстояние между которыми b = 19 мм. Схема размещения канализационной решётки представлена на рисунке.

Составляется уравнение Бернулли для двух сечений 1-1 до решётки и 2-2 после решётки относительно плоскости 0-0, проходящей по дну:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \xi_{\text{реш}} \frac{v_1^2}{2g}. \qquad (1)$$

С учётом принятых обозначений и условий $z_1 = 0$, $z_2 = 0$, $\frac{p_1}{\rho g} = h_1$, $\frac{p_2}{\rho g} = h_2 = 1{,}4$:

$$v_1 = \frac{Q}{Bh_1} = \frac{1{,}5}{2h_1} = \frac{0{,}75}{1h_1}; \quad v_2 = \frac{Q}{Bh_2} = \frac{1{,}5}{2{,}8} = 0{,}53 \text{ м/с}. \tag{2}$$

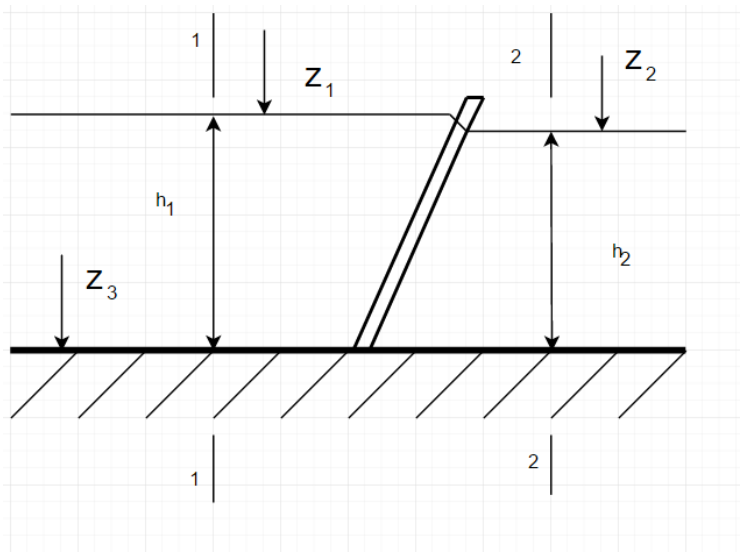


Рисунок. Схема размещения решётки

Коэффициент местного сопротивления решётки определяется по формуле

$$M = \frac{b}{b+s} = \frac{0{,}019}{0{,}019+0{,}01} = 0{,}66. \tag{3}$$

Коэффициент сжатия находится по формуле

$$\varepsilon = 0{,}57 + \frac{0{,}43}{1{,}5 - M} = 0{,}57 + \frac{0{,}43}{1{,}5 - 0{,}66} = 0{,}67. \tag{4}$$

Подставляя полученные величины, получаем

$$\xi_{\text{реш}} = \frac{1}{0{,}66^2}\left[\left(\frac{1-0{,}67}{0{,}67}\right)^2 + (1-0{,}66)^2\right]\sin 55 = 0{,}663. \tag{5}$$

Теперь уравнение Бернулли приобретает вид:

$$h_1 + \frac{1{,}5^2}{2gh_1^2} = 1{,}4 + \frac{0{,}53^2}{2g} + 0{,}633\frac{1{,}5^2}{2gh_1^2}, \tag{6}$$

откуда $h_1 \approx 1{,}419$.

Следовательно,

$$z_1 = z_3 + h_1 = 71{,}000 + 1{,}419 = 73{,}119 \text{ м};$$

$$z_2 = z_3 + h_2 = 71{,}000 + 1{,}4 = 73{,}100 \text{ м}.$$

Понижение уровня составляет 1,9 см.

При накоплении твердых материалов в нижней части решетки возможно повышение уровня на более значительный показатель, что необходимо учитывать при эксплуатации канализационных систем. Таким образом, авторы считают, что целесообразно увеличивать размер решётки на стадии проектирования и установки, чтобы при увеличении уровня воды у решётки был «запас».

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ

Воробьев И. В., Габидулин Р. М., Матвеев П. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Заземлением какой-либо части электроустановки или другой установки называется преднамеренное электрическое соединение этой части с заземляющим устройством. Заземляющее устройство (ЗУ) – это особая конструкция, состоящая из заземлителя (заземлителей) и заземляющих проводников.

В настоящее время на практике используются следующие методы заземления нейтрали сетей среднего напряжения:

1) изолированная (незаземленная);
2) заземленная через дугогасящий реактор;
3) заземленная через резистор;
4) глухозаземленная.

Изолированная нейтраль

Этот режим заземления нейтрали достаточно широко применяется в России. В данном способе заземления нейтральная точка источника (генератора или трансформатора) не присоединена к контуру заземления. В распределительных сетях 6-10 кВ в России обмотки питающих трансформаторов, как правило, соединяются в треугольник, поэтому нейтральная точка физически отсутствует.

Достоинства: отсутствие необходимости в немедленном отключении первого однофазного замыкания на землю; малый ток в месте повреждения (при малой емкости сети на землю).

Недостатки: возможность возникновения дуговых перенапряжений при перемежающемся характере дуги с малым током (единицы–десятки ампер) в месте однофазного замыкания на землю; возможность возникновения многоместных повреждений (выход из строя нескольких электродвигателей, кабелей) из-за пробоев изоляции на других присоединениях, связанных с дуговыми перенапряжениями; необходимость выполнения изоляции электрооборудования

относительно земли на линейное напряжение; сложность обнаружения места повреждения.

Применение: сети до 35 кВ (СН).

Нейтраль, заземленная через дугогасящий реактор

Достаточно часто применяется в России. Этот способ заземления нейтрали, как правило, находит применение в разветвленных кабельных сетях промышленных предприятий и городов. В данном способе нейтральную точку сети получают, используя специальный трансформатор.

Достоинства: отсутствие необходимости в немедленном выключении первого однофазного замыкания на землю; небольшой ток в месте повреждения (при точной компенсации – настройке дугогасящего реактора в резонанс); возможность самоликвидации однофазного замыкания, появившегося на воздушной линии или ошиновке (при точной компенсации – настройке дугогасящего реактора в резонанс).

Недостатки: возникновение дуговых перенапряжений при значительной расстройке компенсации; возможность возникновения многоместных повреждений при длительном существовании дугового замыкания в сети; возможность перехода однофазного замыкания в двухфазное при значительной расстройке компенсации; возможность значимых смещений нейтрали при резонансной настройке в воздушных сетях.

Применение: КЛ 6-35 кВ; ВЛ 35 кВ, l = 100 км.

Нейтраль, заземленная через резистор (высокоомный или низкоомный)

Этот режим заземления применяется в России достаточно редко, только в некоторых сетях личных нужд электростанций и сетях газоперекачивающих компрессорных станций. В то же время, если оценивать мировую практику, то резистивное заземление нейтрали – это наиболее широко применяемый способ.

Достоинства: отсутствие дуговых перенапряжений высокой кратности и многоместных повреждений в сети; отсутствие необходимости в отключении первого однофазного замыкания на землю (только для высокоомного заземления нейтрали); исключение феррорезонансных процессов и повреждений трансформаторов напряжения; уменьшение вероятности поражения персонала и посторонних лиц при однофазном замыкании (только для низкоомного заземления и быстрого селективного отключения повреждения); практически полное исключение возможности перехода однофазного замыкания в многофазное (только для низкоомного заземления и быстрого селективного отключения повреждения).

Недостатки: увеличение тока в месте повреждения; необходимость в отключении однофазных замыканий (только для низкоомного заземления); ограничение на развитие сети (только для высокоомного заземления).

Применение: ВЛ 35кВ.

Глухозаземленная нейтраль

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты, заземляющие дугогасящие реакторы и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление.

Преимущества: не надо усиливать изоляцию.

Недостатки: потребитель отключается при замыкании на землю.

Применение: сети 110 кВ и выше (высокое напряжение).

К сожалению, в РФ очень жесткие нормативные требования ПУЭ в отношении внедрения лишь изолированной нейтрали не позволяли до последнего времени применять заземление нейтрали через резистор.

В заключение авторы хотели бы отметить, что режим заземления нейтрали должен выбираться в каждом случае индивидуально, исходя из следующих параметров: уровня емкостного тока сети; безопасности персонала и других лиц; допустимого тока при однофазном замыкании; допустимости отключения однофазного замыкания с позиции непрерывности технологического цикла; наличия резерва

Несмотря на все это, режим изолированной нейтрали должен быть полностью исключен, а выбор должен делаться между заземлением нейтрали через дугогасящий реактор, высокоомным или низкоомным заземлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев, С. Г. Правила устройства электроустановок / С. Г. Королев, А. Ф Акимкин. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.

2. Гологорский, Е. Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-500 кВ / Е. Г. Гологорский, А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков. – М. : НЦ ЭНАС, 2003. – 344 с.

3. Серов, В. И. Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий / В. И. Серов, В. И. Шуцкий, Б. М. Ягудаев. – М. : Наука, 1985. – 135 с.

4. Зильберман, В. А. Влияние способа заземления нейтрали сети собственных нужд блока 500 МВт на перенапряжения и работу релейной защиты / В. А. Зильберман, И. М. Эпштейн, Л. С. Петрищев, Г. Г. Рождественский // Электричество. – 1987. – № 12. – С. 52-56.

ОТСАСЫВАЮЩИЕ ТРУБЫ. КАВИТАЦИЯ

Воробьев И. В., Милько М. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Отсасывающие трубы – устройства, относящиеся к гидромашиностроению, которые могут быть использованы в гидротурбинах и насосах-турбинах. Отсасывающая труба гидротурбины состоит из входного диффузора, колена и выходного диффузора, причем поперечные сечения колена представляют собой

плоские замкнутые кривые, форма которых от входного сечения колена к его выходному сечению постепенно вытягивается в направлении, перпендикулярном плоскости поворота. Обтекаемая поверхность колена выполнена как линейчатая поверхность, а указанные замкнутые кривые имеют гладкие контуры, близкие к круглым на входном участке колена и овальные – в направлении потока. В отсасывающей трубе гидротурбины обтекаемая поверхность выходного диффузора также может быть выполнена как линейчатая поверхность. Поперечные сечения обтекаемой поверхности колена также могут иметь форму эллипса. Конструкция отсасывающей трубы позволяет повысить ее эффективность по восстановлению статического давления и, как следствие, повысить коэффициент полезного действия гидротурбины.

Прямоосные отсасывающие трубы

Наиболее простым типом является прямая коническая труба, имеющая хорошие показатели; однако её необходимая длина $L_{отс}$ получается весьма значительной, что для крупных вертикальных турбин приводит к большому заглублению основания и повышению стоимости ГЭС. В связи с этим такие трубы применяются у вертикальных турбин малых размеров: для осевых D_1 не более 1,6 м, для радиально-осевых и горизонтальных поворотно-лопастных турбин всех размеров D_1 не более 2,0 м.

Заглубление выходного сечения трубы под уровень отводящего канала h_5 должно быть не менее 0,3 м для малых турбин и 0,5 м – для больших турбин.

Изогнутые отсасывающие трубы

Используются практически на всех гидроэлектростанциях с крупными вертикальными турбинами. Такая труба состоит из трёх основных частей: А – конуса, Б – колена и В – отводящего диффузора.

В пределах конуса изогнутые трубы круглые, далее в колене они плавно переходят в прямоугольные, с более быстрым увеличением ширины и в диффузорной части сохраняются прямоугольными, причём сечение нарастает за счёт высоты (поток имеет наклон под углом α).

Разряжение под рабочим колесом относительно атмосферного давления (вакуум) может привести к весьма нежелательному явлению – возникновению кавитации. При этом в потоке образуются воздушные пузыри, при последующем схлопывании которых происходит резкое увеличение гидродинамического воздействия на элементы проточной части. Последствием такого воздействия может стать разрушение их элементов.

Наиболее радикальным решением по предотвращению кавитации является понижение высотной отметки рабочего колеса гидротурбины и увеличение заглубления его лопастной системы под минимальный уровень воды в нижнем бьефе. Однако такое решение требует увеличения затрат на строительные работы. Если уровень воды в нижнем бьефе достигает своей минимальной отметки только в меженный период редкого маловодного года, то экономически нецелесообразно размещать отсасывающую трубу на самой низкой расчетной отметке.

Более выгодным может оказаться решение по временной остановке гидроагрегата на опасный временной период. Если кавитация все же возникает, то необходимо как можно быстрее вывести гидроагрегат из режима работы в таких неблагоприятных условиях. Для этого можно применить экстренный впуск воды, воздуха или воздушно-водяной смеси в область пониженного давления.

Кавитационный износ (эрозия) вызывается главным образом механическим воздействием кавитирующего потока, которое проявляется в виде ударов, возникающих при схлопывании воздушных пузырей на обтекаемой поверхности или вблизи нее. Особенность воздействия состоит в том, что частота этих ударов очень высока. При этом проявляются усталостные явления в металлах. Разрушение происходит в форме выкрашивания, выбивания отдельных кристаллов, поверхность металла вместо гладкой становится губчатой. Интенсивность разрушения иногда весьма высока и может достигать глубины 10-40 мм в год. Это вызывает необходимость частых ремонтов, смены рабочих органов, что приводит к значительному удорожанию эксплуатации гидромашин.

Выводы

1. В составе водопроводящей системы ГЭС важную специфическую функцию выполняют отсасывающие трубы. Для низко- и средненапорных гидроэлектростанций с реактивными осевыми гидротурбинами отсасывающая труба обеспечивает восстановление значительной доли напора за счет статического и динамического понижений давления под рабочим колесом.

2. С целью быстрого вывода работы гидротурбины из кавитационно опасных режимов рекомендуется применение перспективных технических решений отсасывающих труб, допускающих экстренный впуск воды, воздуха или воздушно-водяной смеси в область пониженного давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бальзанников, М. И. Возобновляемые источники энергии. Аспекты комплексного использования / М. И. Бальзанников, В. В. Елистратов. – Самара : ООО «Офорт», СГАСУ, 2008. – 331 с.

2. Елистратов, В. В. Возобновляемая энергетика. – 2-е изд., доп. / В. В. Елистратов. – СПб. : Наука, 2013. – 308 с.

3. Васильев, Ю. С. О технологии проектирования объектов гидроэнергетики / Ю. С. Васильев, Л. И. Кубышкин // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 7. – С. 2-8.

4. Свитала, Ф. Особенности конструкций гидротехнических сооружений и агрегатных зданий первых гидроэлектростанций / Ф. Свитала, Ю. М. Галицкова, С. В. Евдокимов // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 12. – С. 87-90.

5. Свитала, Ф. Использование гидравлических энергоагрегатов с наклонной осью для малых гидроэлектростанций / Ф. Свитала, Ю. М. Галицкова // Научное обозрение. – 2014. – № 10 (2). – С. 450-456.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Гаврилов М. А., Летуновский А. С., Максимова А. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Грунтовые воды представляют опасность при строительстве различных сооружений, так как их непостоянный уровень ухудшает строительные свойства грунтов: увеличивается влажность грунта, силы трения и сцепления между частицами грунта уменьшаются, возрастает пористость грунтов. Необходимо также учитывать, что различные материалы, используемые при строительстве, могут реагировать на изменение уровня грунтовых вод диаметрально противоположно, к примеру, понижение уровня подземных вод особенно опасно при фундаментах с деревянными сваями, которые не гниют, лишь целиком находясь в воде. Одной из основных проблем, связанных с грунтовыми водами, является вымывание частиц грунта, постепенно приводящее к его разрыхлению, то есть механической суффозии. Последней, но немаловажной проблемой является коррозия как металлов, так и бетонных и железобетонных конструкций, существенно снижающая несущие способности строительных элементов.

Была поставлена задача определить скорость движения грунтовых вод W в плотном песчаном грунте, если уклон подстилающего водонепроницаемого слоя I = 0,02, средний диаметр частиц грунта $d_e = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ м, температура воды 10 °С (рисунок).

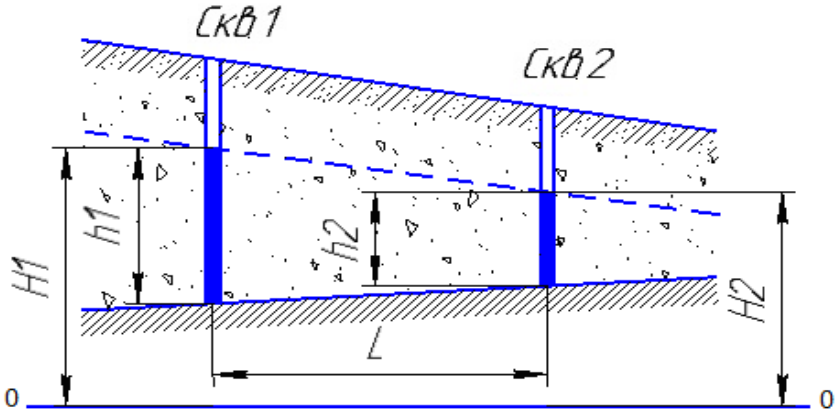


Рисунок. Схема размещения скважин по исследованию движения уровня грунтовых вод:
H_1 и H_2 – высоты скважин *1* и *2* соответственно относительно условной плоскости 0-0;
h_1 и h_2 – высоты от водоупорного слоя до абсолютной отметки появления воды;
L – расстояние между скважинами *1* и *2*

Предполагаем, что в рассматриваемом случае наблюдается ламинарная фильтрация. Скорость ее определяется по закону Дарси [1]:

$$W = KI\,. \qquad (1)$$

Коэффициент фильтрации можно найти по формуле

$$K = \frac{cd_e^2 g}{\nu}, \qquad (2)$$

где c – коэффициент для плотного песка ($c = 8{,}5 \cdot 10^{-4}$); ν – кинематическая вязкость воды ($\nu = 1{,}29 \cdot 10^{-8}$ м^2/с).

Подставляя численные значения, получим

$$K = \frac{8{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot (1{,}5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9{,}8}{1{,}29 \cdot 10^{-6}} = 0{,}0136 \text{ м/с}. \qquad (3)$$

Скорость фильтрации вычисляем по формуле (1):

$$W = 1{,}36 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 2{,}72 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}. \qquad (4)$$

Число Рейнольдса вычисляем по формуле при пористости $p = 0{,}4$ [1]:

$$\mathrm{Re}_{\text{ф}} = \frac{Wd_e}{\nu} \frac{1}{0{,}75p + 0{,}23} = \frac{2{,}72 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}}{1{,}36 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{0{,}75 \cdot 0{,}4 + 0{,}23} = 0{,}6\,. \qquad (5)$$

$R_{\text{ф}} < R_{\text{ф.кр}} = 7$, то есть действительно фильтрация происходит в ламинарном режиме при скорости движения подземных вод $W = 2{,}72 \cdot 10^{-4}$ м/с. При прокладке трубопроводной системы необходимо использование гидроизоляции и устройство дренажной системы для отвода грунтовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примеры расчетов по гидравлике: Учебное пособие для вузов / Под. ред. А. Д. Альтшуля. – М. : Стройиздат, 1976. – 255 с.

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПО ГОДОВОМУ РАСХОДУ УСЛОВНОГО ТОПЛИВА

Глухова Н. А. – студентка
Дорошенко Е. В. – магистрантка
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

В последнее десятилетие в нашей стране наблюдается значительный интерес к тепловым насосам (ТН), что связано, в первую очередь, с ростом цен на энергоносители и проблемами экологии. Этому способствует и зарубежный опыт [1]. В тепловых насосах осуществляется перенос тепла от тел и сред с низкой температурой к телам и средам с более высокой температурой. Их энергетическую эффективность оценивают практически одинаково: по относительной величине затрат высококачественной работоспособной энергии к трансформированному количеству тепла.

Однако прямое отождествление этих машин является спорным. Условия конкурирования ТН и их практическая реализация намного более сложные, чем на рынке холодильных машин (ХМ). Связано это с тем, что практически все виды ХМ имеют две одинаковые базовые температуры, отражающие условия и эффективность их применения во всех странах мира и климатических условиях, – это температура в помещении, куда производится отвод тепла, и температура, требуемая для охлаждения различных тел и низкотемпературных теплоносителей. В ТН используют более широкий спектр низкопотенциальных теплоносителей природного и техногенного происхождения (воздух, грунт, вода подземных и поверхностных источников, очищенные и неочищенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки и т. п.), которые могут отличаться значительной сезонной нестабильностью и технической доступностью.

Проанализировав различную литературу, посвященную тепловым насосам [1, 2, 3, 4], и другие источники, выявлено, что применение тепловых насосов в системе теплоснабжения значительно снижает годовой расход условного топлива, следовательно, является экономически выгодным. Наименьшим расход топлива оказался при использовании парокомпрессионного теплового насоса с механическим приводом на источнике парокомпрессионного теплового насоса (ПТН) грунт (вода) в схеме воздушного отопления (или системы отопления «теплый пол») в сравнении с парокомпрессионным тепловым насосом с электрическим приводом и абсорбционным тепловым насосом (АБТН). При одинаковых системах отопления и источниках ПТН энергетически наиболее выгодным оказался парокомпрессионный тепловой насос с механическим приводом. Абсорбционный тепловой насос и парокомпрессионный тепловой насос с электрическим приводом показали практически равные расходы условного топлива. И хотя расход условного топлива на АБТН оказался немного ниже, следует учесть, что при расчетах пренебрегли расходом условного топлива на насос крепкого раствора. Чем меньше разница между температурами источника низкопотенциальной теплоты и теплоносителя в системе отопления, тем выше энергетическая эффективность тепловых насосов. Таким образом, при проектировании системы теплоснабжения с тепловыми насосами желательно применять воздушное отопление и систему «теплый пол» как наиболее выгодные с энергетической точки зрения.

Представленная методика оценки энергетической эффективности проста, легко согласуется с экономическими расчетами. Кроме того, для отдельно взятого региона можно рассчитать свой годовой расход топлива на выработку тепловой энергии с расчетной нагрузкой 1 ГДж/ч при использовании различных источников теплоснабжения, а для конкретного потребителя расход топлива может быть получен умножением годового расхода топлива для региона на расчетную отопительную нагрузку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов, А. В. Анализ эффективности различных типов тепловых насосов / А. В. Попов // Проблемы энергосбережения. – 2005. – № 1. – С. 27-31.

2. Калнинь, И. М. Энергосберегающие теплонасосные технологии / И. М. Калнинь // Экологические системы. – 2003. – № 6. – С. 14-17.

3. Проценко, В. П. Коэффициент преобразования парокомпрессионных тепловых насосов / В. П. Проценко, В. А. Радченко // Теплоэнергетика. – 1998. – № 8. – С. 32-42.

4. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : Учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Глухова Н. А. – студентка
Дорошенко Е. В. – магистрантка
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

В последние годы неизменным является интерес к использованию нетрадиционных источников теплоты [1]. Он вызван значительным ростом цен на ископаемое топливо и необходимостью использования продуктов с экологической составляющей.

Широкое использование нетрадиционных источников теплоты сдерживается необходимостью больших вложений в производство новой техники, причем оценить отдачу и сроки окупаемости этих источников теплоты весьма затруднительно. Основной причиной такой ситуации являются сложности по адаптации существующих методик, которые сформировались в период, когда основным источником топлива являлся газ. В этих условиях необходимость выбора вида топлива отпадает, и, соответственно, нет методик по оценке и сравнению разных источников теплоты. Для этого необходимо решить, по крайней мере, две задачи: моделирование тепловой нагрузки за отопительный период года и моделирование динамики выработки тепловой энергии различными источниками.

Наибольшие сложности возникают в моделировании тепловой нагрузки систем отопления. В настоящее время накоплен большой материал по климатическим данным различных регионов страны. Эти данные позволяют определить градусо-сутки отопительного периода D_d, которые характеризуют как продолжительность отопительного периода, так и стояние температур в этот период.

В соответствии со СНиП «Тепловая защита зданий», общие теплопотери здания Q_h, МДж, за отопительный период следует определять по формуле

$$Q_h = 0{,}0864 K_m D_d A_e^{sum}.$$

Использование этой зависимости позволит оценить общие потребности тепловой энергии и топлива за отопительный период. Однако если в течение отопительного периода используются несколько источников энергии, то для

определения доли затрат на каждый из источников необходимо иметь динамику потребления в течение года. Для этого воспользуемся статистикой, накопленной за продолжительный период года. Для многих регионов в нормативной литературе [2] представлена средняя продолжительность температуры воздуха различных градаций. Для примера рассмотрим г. Ростов-на-Дону.

Если предположить, что в течение отопительного периода температуры плавно понижаются, а после середины – повышаются, то график стояния можно представить симметричным. Для его построения продолжительность стояния разделим пополам и отопительный период представим нарастающим итогом по времени, за ноль примем температуру воздуха 10 °С (рис. 1).

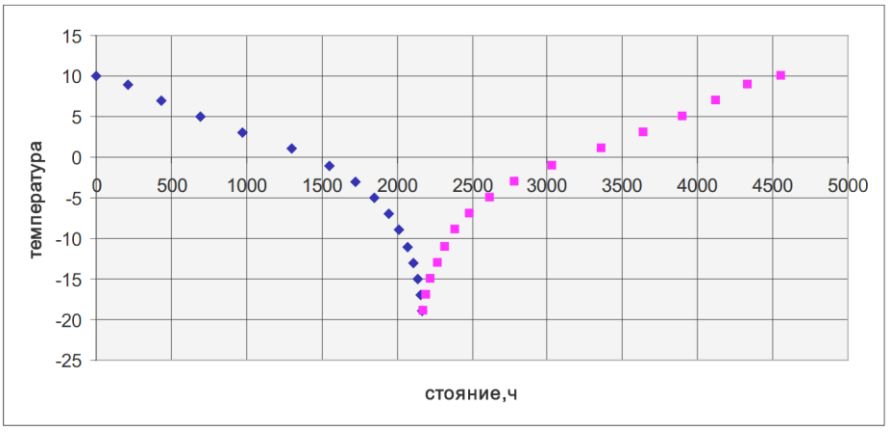


Рис. 1. Распределение температур за отопительный период года

Распределение температур, представленное на графике, носит несколько условный характер, однако равномерное повышение и понижение температур может в целом отражать динамику теплового режима помещений. Если предположить, что температура внутреннего воздуха постоянна и равна 18 °С, то возможно построение графика потребления тепловой энергии зданием. В качестве максимальных потерь теплоты можно принять значение потерь при холодной пятидневке. Для Ростова-на-Дону это -22 °С. На графике (рис. 2) представлены результаты соответствующих расчетов.

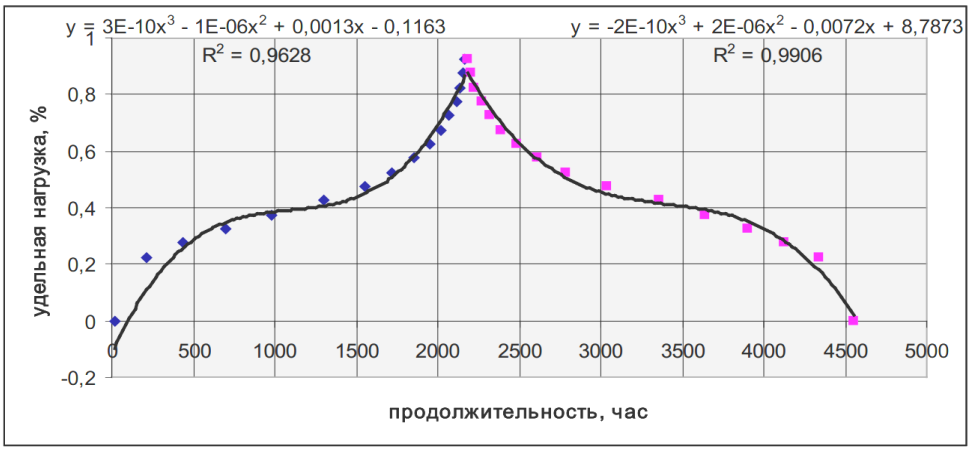


Рис. 2. Изменение удельной тепловой нагрузки за отопительный период

Как видно из графика, тепловая нагрузка хорошо аппроксимируется полиномом третьего порядка. Среднеквадратичное отклонение близко к единице. Используя математические зависимости, представленные на графике, можно с большой достоверностью определить затраты тепловой энергии для отопления здания при использовании в различные периоды нескольких источников энергии, это позволит уточнить затраты различных видов топлива и их экономическую эффективность.

Динамика годового потребления тепловой энергии системами отопления может быть представлена для каждого региона в соответствии с предложенной методикой. Плавное изменение тепловой нагрузки может довольно просто обеспечиваться качественным регулированием, то есть регулированием температуры теплоносителя. Используя зависимости на графиках, можно с большой вероятностью спрогнозировать период работы нетрадиционных источников теплоты и мощность резервных источников.

Одним из перспективных направлений является применение тепловых насосов. Наиболее предпочтительным является использование тепловых насосов с грунтовыми зондами, которые представляют собой скважины глубиной до 100 м с теплообменниками в виде труб. Количество теплоты, поступающее из грунта, определяется температурой теплоносителя и распределением температурного поля в массиве грунта. Регулирования теплопоступлений можно добиться путем регулирования температуры теплоносителя. Снижение температуры теплоносителя приводит к повышению теплового потока. Однако существуют и некоторые ограничения: достижение отрицательных температур на оси скважины может привести к образованию льда. Хотя это явление и приводит к некоторому увеличению съема теплоты за счет увеличения теплопроводности и фазового перехода от жидкого к твердому состоянию вещества, но это же явление приводит и к дополнительным проблемам: возникает обжимание трубопроводов коллектора или зонда вплоть до их разрушения; увеличение объема грунта при его замерзании приводит к его вспучиванию, что может негативно сказаться на фундаментах здания и подземных коммуникациях. Для скважин (зонда), расположенных вблизи зданий, нельзя допускать образования льда в грунте. Это подтверждается и существующими рекомендациями [3].

Можно рассматривать два периода работы теплового насоса.

На первом этапе по мере роста потребной нагрузки системами отопления температура теплоносителя снижается, а при достижении нуля градусов начинается второй период, где температура теплоносителя остается постоянной. Принято в литературе точку между этими периодами называть бивалентной.

На первом этапе тепловой насос полностью обеспечивает систему отопления в теплоте, и дополнительные источники не требуются. Однако на втором этапе увеличение тепловой отдачи скважины невозможно, и увеличение нагрузки системы отопления должно компенсироваться дополнительными источниками.

Основной проблемой является определение периодов каждого из этапов и мощности дополнительного источника теплоты. Определение теплового потока от скважины возможно только при рассмотрении нестационарного теплового режима грунта. На первом этапе представляется в виде граничных условий второго рода, то есть на оси скважины задается тепловой поток, исходя из потребности систем отопления, причем тепловой поток будет изменяться во времени. На втором этапе температура на оси скважины остается постоянной.

Очевидным становится разработка для каждого из указанных этапов отдельной методики расчета. При использовании метода конечных разностей [4] и рассмотрении распределения температур в радиальных координатах была разработана программа, позволяющая оценить поступление тепловой энергии от грунтового зонда. Программа предусматривает решение задачи с граничными условиями второго рода при заданном тепловом потоке (рис. 2) до достижения температуры на оси зонда ноль градусов и граничные условия первого рода при постоянном значении температуры на оси скважины. Результаты расчетов представлены на рис. 3.

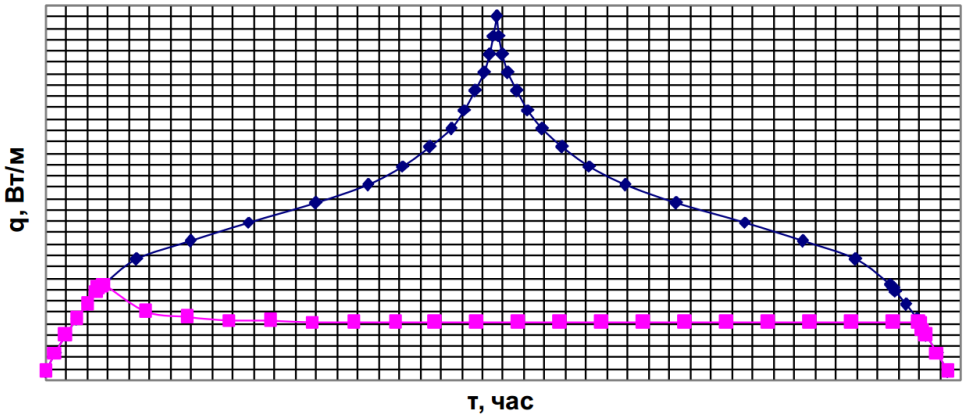


Рис. 3. Область использования теплового насоса с грунтовым зондом

Период полного замещения тепловой нагрузки тепловым насосом составляет не более 10 %. Общее количество теплоты, выработанное за отопительный период, менее 40 %.

Для повышения эффективности работы тепловых насосов необходимо рассмотреть использования нескольких источников низкопотенциальной энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев земли / Г. П. Васильев : дис. …д-ра техн. наук. – М. : МГСУ, 2006.

2. СНиП 23-01-99. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Строительная климатология. – М. : Госстрой России, 2000. – 57 с.

3. Briganti, Antonio. Тепловые насосы в жилых помещениях / Antonio Briganti. – М. : ООО ИИП «АВОК ПРЕСС», АВОК № 5, 2001. – С. 24-29, АВОК № 6, 2001. – С. 32-36.

4. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. – Изд. 4-е, перераб. и доп. / К. Ф. Фокин. – М. : Стройиздат, 1973. – 289 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЕ

Глухова Н. А. – студентка
Дорошенко Е. В. – магистрантка
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

В настоящее время возрастает зависимость мировой экономики от роста цен на энергоресурсы и опасности загрязнения окружающей природной среды. Для выхода из этой ситуации определяющим фактором является применение нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Важным достоинством возобновляемых источников энергии является экологическая чистота для окружающей природной среды [1].

Цель исследования – установление целесообразности и эффективности использования теплового насоса для нужд фермерского хозяйства, расположенного в Костромской области. Территория Костромской области богата геотермальными ресурсами (таблица) [3].

Таблица

Геотермальные ресурсы территории Костромской области

Название области	**Площадь области, тыс. км^2**	**Геотермальные ресурсы при глубине залегания теплоносителя, млрд т у.т.**		**Геотермальные ресурсы двух горизонтов, млрд т у.т.**	**Ресурсообеспеченность в годах**
		1700-2100 м (кембрийский горизонт)	1200-1500 м (девонский горизонт)		
Костромская	60,1	2,16	11,46	13,62	5900

Температура геотермальных источников энергии (грунтовых вод) довольно низкая (0-25 °С). Для эффективного их использования необходимо осуществить перенос энергии на более высокий температурный уровень (50-80 °С). Реализовать такое преобразование предполагается тепловыми насосами, которые являются парокомпрессионными тепловыми машинами.

Основными показателями эффективности теплового насоса являются коэффициент преобразования тепла $K_т$ и коэффициент преобразования холода $K_х$ [2], которые определяются по формулам:

$$K_т = \frac{q_2}{N}; \quad K_х = \frac{q_1}{N}.$$

Коэффициенты преобразования теплового насоса зависят от величины разности температур источника и потребителя тепла, от вида источника тепла и от степени повышения давления хладагента в компрессоре.

При использовании теплового насоса на 1 кВт установленной мощности можно получить 3000 ккал холода в испарителе и одновременно 3700 ккал тепла в конденсаторе. Следовательно, в данном случае коэффициенты преобразования $К_т$ = 4,3 и $К_х$ = 3,3 [4].

Низкопотенциальным источником тепловой энергии для животноводческих ферм может служить парное молоко. При охлаждении 1 литра молока с 30 до 4-6 °С выделяется 85-100 кДж теплоты. Этого тепла, а также энергии, затраченной на привод компрессора, достаточно для нагрева 1 литра воды до температуры 25-35 °С.

При использовании современных доильных установок в технологическом процессе нужна горячая вода с температурными значениями 30, 40 и 60 °С. Для охлаждения молока на животноводческих фермах используют пластинчатые теплообменники, однако при применении артезианской воды молоко можно охладить только до температуры 8 °С, а по технологическим требованиям необходимо охлаждение до 4 °С. Исполнение этих требований возможно при использовании теплового насоса для доохлаждения молока. Одновременно насос может нагреть артезианскую воду до требуемых температур для технологических нужд фермы.

Датчики температуры реагируют на температуру выходящего молока. Если температура выше необходимой, датчики посылают сигналы к клапанам, которые открываются, и увеличивается поступление холодной воды в теплообменник. Вода, забираемая из артезианской скважины с температурой 8 °С, поступает в тепловой насос, где охлаждается до температуры 2-4 °С, затем подается в пластинчатый теплообменник, охлаждая молоко до температуры 4 °С, при этом нагреваясь до температуры 20 °С. Часть нагретой воды поступает в тепловой насос, где нагревается до температуры 45 °С и используется для технологических целей и поения животных. При нагреве воды в тепловом насосе одновременно получается холод, который можно использовать на дальнейшее охлаждение артезианской воды, поступающей в пластинчатый охладитель.

На основании предложенной схемы технологического процесса охлаждения молока и нагрева воды была создана экспериментальная установка и проведены испытания, рисунок.

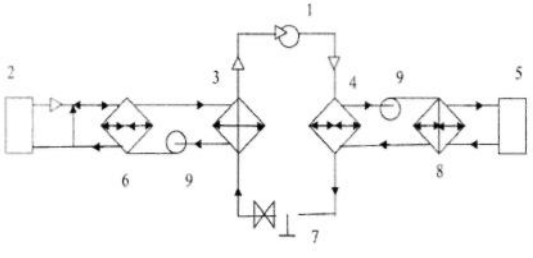


Рисунок. Схема установки технологического процесса охлаждения молока и нагрева воды: 1 – компрессор; 2 – источник теплоты низкого уровня; 3 – испаритель теплового насоса; 4 – конденсатор теплового насоса; 5 – потребитель теплоты высокого уровня; 6 – низкотемпературный теплообменник; 7 – регулятор хла-

дагента; 8 – высокотемпературный теплообменник; 9 – насос

По результатам испытаний экспериментальной установки можно сделать следующие выводы.

1. Время выхода установки на стационарный температурный режим – около часа.

2. Наиболее оптимальным режимом является работа со средними величинами коэффициента преобразования тепла $K_т$ = 4,5 и коэффициента преобразования холода $K_х$ = 3,5.

3. Установка показала свою работоспособность и эффективность, она позволяет охладить молоко до температуры 4 °С и нагреть воду до температуры 45 °С.

Таким образом, выявлена целесообразность и энергетическая эффективность применения теплового насоса, использующего геотермальное тепло, например, для нужд животноводческой фермы. Разработанная установка для получения тепла и холода целесообразна с применением теплового насоса и пластинчатого теплообменника. Проведенные экспериментальные испытания подтвердили теоретические выводы и продемонстрировали работоспособность и энергосберегающую эффективность предложенной технологии охлаждения молока и нагрева воды. Полученные результаты позволяют рекомендовать рассматриваемую промышленную установку для одновременного охлаждения молока и нагрева воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов, Р. Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р. Б. Ахмедов. – М. : Знание, 1988.

2. Васильев, Г. П. Использование низкопотенциальной тепловой энергии в теплонасосных системах / Г. П. Васильев, Н. В. Шилкин // АВОК. – 2003. – № 2. – С. 52-60.

3. Научные Юзвишинские чтения – международная конференция. Декларация тысячелетия ООН спустя десять лет: итоги и перспективы. – М. : Информиздат, 2011. – 432 с.

4. Шешунова, Е. В. Охлаждение молока и нагрев воды с помощью теплового насоса / Е. В. Шешунова, С. А. Краснов, И. В. Кряклина // Ярославское региональное отделение Международной академии информатизации. – Ярославль : МАИ, 2010. – 9 с.: ил.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Гончарук В. О., Янина Д. С. – студентки
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Силовой трансформатор является одним из важнейших элементов современной электроэнергетической системы. Аварийная ситуация, возникающая в трансформаторе или на его выводах, отказ в работе могут привести к достаточно масштабным последствиям. Кроме того, необходимо учитывать, что техническое состояние большого количества трансформаторов, эксплуатируемых в настоящее

время, требует организации интенсивных диагностических обследований. Современные обследования позволяют вовремя обнаружить первые признаки дефекта, выявить возможное развитие повреждений и вовремя отключить трансформатор, не доводя ситуацию до аварии.

Можно выделить основные методы обследования оборудования, применяемые для непрерывного контроля параметров силовых трансформаторов и автотрансформаторов в процессе эксплуатации: измерение частичных разрядов (ЧР), хромотографический анализ, исследование температур нагрева обмоток трансформатора и автотрансформатора. В процессе эксплуатации трансформаторов и автотрансформаторов необходимо проводить периодические осмотры, которые выполняются без выключения электрооборудования: вибрационный контроль, тепловизионный контроль, измерение тангенса угла потерь. Все эти методы позволяют провести оценку качества трансформаторного масла и состояния изоляции на разных этапах эксплуатации силовых трансформаторов и автотрансформаторов (таблица).

Таблица

Сравнение показателей трансформаторов и автотрансформаторов, проверяемых в зарубежных и российских лабораториях

Показатель	**Российская Федерация**	***S.D. Myers* (США)**
Кислотное число, мг	0,10-0,20	< 0,05; max 0,06-0,10
Цвет на калориметре, единицы ЦНТ	1,5	< 3,5
Прозрачность	Прозрачно	
Содержимое присадки, %	> 0,40	> 0,20
Тангенс диэлектрических потерь, tg δ, %	при 20° < 0,20 при 70° < 2,50	при 25° < 0,10 при 100° < 2,99
Влагосодержание, %	< 25	< 20
Содержание газов, в %	0,2	0
Содержание механических примесей	отсутствуют	отсутствуют

Значения, содержащиеся в руководящих документах (РД) Российской Федерации для трансформаторов и автотрансформаторов, значительно превышают нормированные значения зарубежных показателей. При этом анализ эксплуатационных данных в некоторых случаях совпадает. Следует отметить, что многие показатели, проверяемые в корпорации *S.D. Myers*, близки к нулевым, то есть ведётся жёсткая оценка измеряемых данных для повышения эффективности и продолжительности работы маслонаполненного оборудования.

Интересным является зарубежный опыт мониторинга показателей изоляции и трансформаторного, и автотрансформаторного масла. Крупные производители электрооборудования делают упор не только на сами методы обследования, но и на создание систем диагностики для ежесекундного «онлайн» контроля характеристик состояния маслонаполненного оборудования.

Одной из известных систем контроля в США является *TPAS*. Данная система позволяет выявлять на ранней стадии максимальное количество дефектов. С помощью *TPAS* возможно выявить такие дефекты, как перегрев токоведущих

частей, уменьшение механической прочности, пробои изоляции, повреждение устройств РПН и вводов.

Более сложная система разработана компанией *Siemens*, в которой используются стандартные вычислительные средства, позволяющие с помощью сигнализации предупреждать персонал в случае возникновения опасных режимов трансформаторов и автотрансформаторов. Система, включающая компьютерную часть, датчики и аналого-цифровые преобразователи, имеет исполнение в двух вариантах. Различие заключается в том, что персональный компьютер в первом случае монтируется на трансформатор, а во втором случае компьютер находится в центральном посту управления. Сложностью в использовании *Siemens* являются высокие требования к точности при использовании защиты от электромагнитных помех. В общем случае системы измеряют одинаковые параметры, после чего производится сравнение с заданными параметрами, которые прописаны в нормативной документации.

При эксплуатации силовых трансформаторов и автотрансформаторов выявление дефектов на ранней стадии – одна из важнейших задач. Системы мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов позволяют осуществить решение данной задачи при помощи высокочувствительных приборов. Однако на сегодняшний день не существует результатов исследований в течение продолжительной эксплуатации таких систем. Также неизвестна точная стоимость затрат на изготовление и ремонт систем мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

В настоящее время в России также ведутся разработки по созданию надёжных «online» систем мониторинга. Для силовых трансформаторов Нурекской ГЭС такая система разрабатывалась во ВНИИЭ (Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики). Систему характеризуют такие показатели, как минимальный объём базы данных и проведение хромотографического, физико-химического анализа и анализа контроля состояния изоляции.

В ЧГУ (Чувашский государственный университет) была разработана система мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов, которая используется на Чебоксарской ГЭС. Система позволяет сигнализировать об отклонении от нормальной работы трансформатора и контролирует качество производимого ремонта. Разработка анализирует показания и прогнозирует скорость развития дефекта, подсчитывает оставшийся срок службы силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Наряду с указанными системами мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов в России существует ещё ряд экспертно-диагностических систем. Тем не менее, такие системы не позволяют контролировать все параметры трансформаторов. Разработчикам необходимо решить проблемы, связанные с громоздкостью оборудования и достижением удешевления процесса разработки и эксплуатации таких систем.

Таким образом, анализ известных систем диагностики силовых трансформаторов и автотрансформаторов показал, что необходимо пересматривать

устаревшие стандарты и продолжать исследования по разработке «online» систем мониторинга как наиболее перспективных методов обследования состояния оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, Б. А. Системы непрерывного контроля состояния крупных силовых трансформаторов / Б. А. Алексеев // Электрические станции. – 2000. – № 8. – С. 62-71.

2. Хилсон, Д. В. Контроль состояния трансформаторов: Опыт непрерывного контроля состояния в электросетях США / Д. В. Хилсон, Е. Д. Дайерти, К. В. Моррис // Доклад на симпозиуме US/Russia. – Новгород. – 1993.

3. Стационарное средство диагностирования изоляции силовых трансформаторов под рабочим напряжением: пат. 2351942 Рос. Федерация: МПК G 01 R 31/06 / Л. М. Рыбаков, В. И. Непрокин, Р. С. Ахметшин; заявитель и патентообладатель Марийский госуд. ун-т. – № 2007116908/28; заявл. 04. 05. 07; опубл. 10. 04. 09, Бюл. № 10; приоритет 04. 05. 07. – 5 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МАЛЫХ ФОРМ

Гончарук А. О., Гончарук В. О. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Гидротехнические сооружения малых форм служат для регулирования водных ресурсов в поймах, реках, озёрах и водохранилищах. Данные гидротехнические сооружения являются безнапорными. С их помощью можно контролировать лишь небольшие потоки воды. Однако небольшая стоимость и малогабаритность делают их предпочтительными на участках, где разность между нижним и верхним бьефом невелика.

На данный момент большинство гидротехнических сооружений малых форм нуждаются в капитальном ремонте, многие эксплуатируются настолько долго, что находятся в полуразрушенном состоянии. Поэтому необходимо производить демонтаж старых и выполнять строительство новых ГТС.

Инвентаризация и последующий анализ состояния гидротехнических сооружений, начавшиеся в 1997 году, условно выполнялись в три этапа, последний из которых завершился в марте 2004 года.

Проведённое исследование показало, что средний процент износа напорных гидротехнических сооружений составляет около 48 %, в том числе крупных напорных ГТС – 48,75 %; средних напорных сооружений – 43,25 %; малых напорных ГТС – 52,10 % [1].

За 12 лет, прошедших после тех исследований, износ малых ГТС с большей вероятностью увеличился, вследствие чего повысился процент износа.

Проблема такого большого процента износа малых сооружений состоит в том, что крупные гидротехнические сооружения 1-3 класса опасности принадлежат крупным энергетическим корпорациям, которые имеют финансовую возможность

производить необходимые ремонтные мероприятия, а малые гидротехнические сооружения эксплуатируются зачастую без реконструкции, ремонта и даже без надлежащей проектной документации. Последнее делает невозможным составление декларации безопасности. Значительное количество ГТС в России не имеют собственника. В связи с этим дальнейшая эксплуатация таких гидротехнических сооружений может приводить к возникновению аварийных ситуаций, что повлечёт за собой большие материальные потери, которых можно избежать.

При проектировании гидротехнических сооружений малых форм, представляющих собой пути, перекрывающие русло и шарнирно закреплённые к опоре под водой для их безаварийной работы, важно знать необходимое усилие, которое надлежит приложить к тросу для открывания щита. При этом ширина щита b = 2,5 м, глубина воды перед щитом H_1 = 3 м, а после щита H_2 = 2 м. Шарнир расположен над высоким уровнем воды на расстоянии H_3 = 1 м. Весом щита и трением в шарнире можно пренебречь. Схема для расчёта усилий приведена на рисунке.

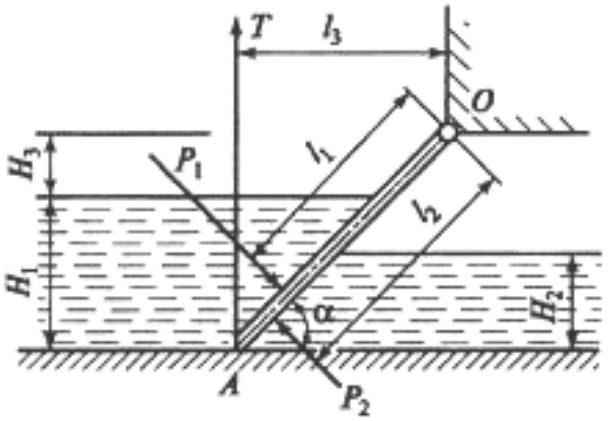


Рисунок. Схема для расчёта усилий

Определим силу суммарного давления воды:

– слева

$$P_1 = p_c w = pg\frac{H_1}{2} b \frac{H_1}{\sin\alpha} = \frac{bpgH_1^2}{2\sin\alpha} = \frac{2{,}5 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 3^2}{2\sin 40} = 171{,}7 \text{ кН}, \quad (1)$$

где α – угол наклона щита к горизонту α = 40°;

– справа

$$P_2 = \frac{bpgH_2^2}{2\sin\alpha} = \frac{2{,}5 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 2^2}{2\sin 40} = 76{,}3 \text{ кН}. \quad (2)$$

Расстояния от шарнира до центров приложения сил давления:

$$l_1 = \frac{H_3}{\sin\alpha} + \frac{2H_1}{3\sin\alpha} = \frac{1}{\sin 40} + \frac{2 \cdot 3}{3\sin 40} = 4{,}67 \text{ м}; \quad (3)$$

$$l_2 = \frac{H_1 + H_3 - H_2}{\sin\alpha} + \frac{2H_2}{3\sin\alpha} = \frac{3+1-2}{\sin 40} + \frac{2\cdot 2}{3\sin 40} = 5{,}19 \text{ м.} \quad (4)$$

Уравнение моментов сил относительно шарнира О:

$$M_{\text{О}} = -P_1 l_1 + P_2 l_2 + T l_3 = 0\,. \quad (5)$$

Поскольку $\alpha = 40°$,

$$l_3 = H_1 + H_3. \quad (6)$$

Значит

$$T = \frac{P_1 l_1 - P_2 l_2}{l_3} = \frac{171{,}7 \cdot 4{,}67 - 76{,}3 \cdot 5{,}19}{3+1} = 101{,}46 \text{ кН.} \quad (7)$$

Для рассчитанного усилия необходим канат стальной двойной свивки ЛК-О с органическим сердечником (ГОСТ 3069-80) диаметром 15,5 мм.

Таким образом, спроектировать гидротехнические сооружения малых форм и подобрать необходимый для строительства материал не является препятствием в установке данных ГТС. Необходимо решать проблемы, связанные непосредственно с эксплуатацией таких сооружений и поиском инвесторов для реконструкции уже имеющихся ГТС, а также возведения новых усовершенствованных гидротехнических сооружений малых форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мадеева, В. С. Анализ современной системы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений / В. С. Мадеева. – Москва : НВ МГУ, 2011. – С. 53-60.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Гурин Р. В. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Газотурбинные двигатели (ГТД), они же газотурбинные установки (ГТУ), находят широкое применение в энергетике как пиковые, полупиковые источники дополнительной мощности. Объяснение этому – высокая мобильность ГТУ в работе: запуск ГТУ осуществляется за минуты, переходные процессы проходят быстро.

Процесс подвода тепла в ГТУ организуется при постоянном давлении в специальных камерах сгорания, к конструкции которых предъявляется достаточно много требований: устойчивое и полное сгорание топлива, малые тепловые и гидравлические потери, высокое теплонапряжение, малое выделение вредных веществ, равномерные поля давлений и температуры на выходе и т. д. Многие из перечисленных требований носят противоречивый характер. Например, для обеспечения устойчивости горения используют диффузоры, завихрители, перфорацию и т. д. Но все перечисленное приводит к увеличению гидравлических потерь.

В работе с помощью математической модели ГТУ для двигателя ГТЭ-160 исследовано влияние коэффициента восстановления полного давления камеры сгорания на характеристики установки. Как известно, коэффициент восстановления полного давления $\sigma_{кс}$ характеризует гидравлические и тепловые потери в камере сгорания (КС).

ГТУ является сложной технической системой; при ее создании и эксплуатации разрабатывается большое количество математических моделей различных типов: как модель двигателя в целом, так и его отдельных узлов, модели напряженно-деформированного, теплового состояния лопаток, дисков, роторов и других элементов компрессоров и турбин, камер сгорания, сопла и т. д.

Важной характеристикой цикла служит коэффициент полезной работы $\varphi = H/H_T$, определяемый как отношение полезной работы ГТУ к работе турбины.

Результаты расчета ГТЭ-160 представлены в таблице и на графике $\eta_э = f(\sigma_{кс})$, рисунок.

Таблица

Результаты расчета тепловой схемы ГТЭ-160

$\sigma_{кс}$	$\eta_э$	$N_{уд}$, КВт / (кг/с)
0,95	0,322	301,5
0,96	0,335	308,1
0,97	0,341	319,4
0,98	0,3428	321,4
0,99	0,343	321,9

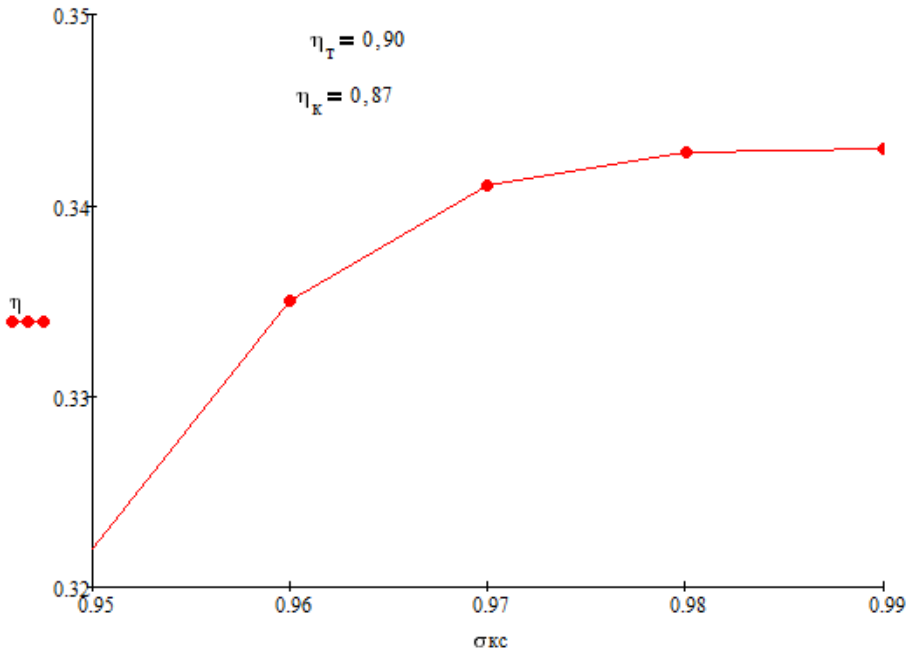


Рисунок. Зависимость электрического КПД ГТЭ-160 от коэффициента

восстановления полного давления в КС

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что характеристики газотурбинных установок находятся в зависимости от коэффициента потерь давления в КС.

Важный вывод заключается в том, что совершенствование ГТЭ-160 для принятых параметров цикла ε = 11,1, ТГ = 1373 К рационально до $\sigma_{кс}$ = 0,98. Так, изменение $\sigma_{кс}$ от 0,95 до 0,98 приводит к повышению $\eta_э$ на 2,1 %. Дальнейшее снижение потерь в КС практически не оказывает влияния на $\eta_э$ и $N_{уд}$.

Численный эксперимент на математической модели ГТЭ-160 позволил установить разумный предел в совершенствовании двигателя в части улучшения характеристик одного из его основных узлов – камеры сгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / А. Г. Костюк, В. В. Фролов, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний ; под ред. А. Г. Костюка. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 556 [4] с.: ил.

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ

Гусев И. М., Смирнова А. В. – студенты МГУ, г. Москва
Науч. рук. ***Азаров В. Н.*** – д-р техн. наук, профессор

На сегодняшний день при формировании проектной документации очень важными являются исследования процесса движения воздушных потоков на городских территориях, подверженных земляным работам. В большинстве случаев исследование физико-химических процессов в приземном слое атмосферы не позволяет проводить натурный эксперимент. Поэтому большое значение приобретает возможность проведения вычислительного эксперимента, для которого необходимо построение математических моделей, достаточно точно описывающих исследуемые природные процессы и осуществление их реализации на современной вычислительной технике.

Основными компонентами компьютерной системы являются:

1) модель приземного слоя атмосферы, которая учитывает метеорологические и климатические условия (направление и силу ветра, температуру воздуха, конвективное состояние атмосферы). Скорость и направление ветра могут как задаваться пользователем, так и рассчитываться на основе газодинамического моделирования воздушных потоков над территорией строительства;

2) модель динамики загрязняющих примесей, которая учитывает основные физические факторы, определяющие этот процесс: ветровой снос, диффузионный перенос, осаждение на поверхность Земли и повторное загрязнение. Значения коэффициентов турбулентной диффузии задаются на базе стандартной модели ОНД-86 [1].

В основе математических моделей лежит дифференциальное уравнение в частных производных

$$\frac{\partial \rho_k}{\partial t} = -\vec{\nabla}\left[\vec{V}\left(\vec{r},t\right)\rho_k\right] + \vec{\nabla}\left[D\left(\vec{r},t\right)\vec{\nabla}\rho_k\right] + Q\left(\vec{r},t\right) - \alpha\left(\vec{r},t\right)\rho_k, \qquad (1)$$

где t – время; r – радиус-вектор; ρ_k – плотность k-й примеси; $\vec{V}$ – вектор скорости ветра; $Q\left(\vec{r},t\right)$ – совокупность источников и стоков рассматриваемой примеси; $\vec{\nabla} = \left(\partial/\partial x, \partial/\partial v, \partial/\partial z\right)$ – дифференциальный векторный оператор набла; $D\left(\vec{r},t\right)$ – тензор турбулентной диффузии, зависящий от состояния атмосферы (скорости ветра и амплитуды турбулентных пульсаций этой скорости).

Источники загрязнения определяются функцией Q, которая включает временную динамику выбросов, их параметры (координаты и мощность выбросов, температуру; для плоскостных источников задается пространственное распределение загрязнителей).

Запишем уравнение (1) в декартовой системе координат:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[V_x\left(\vec{r},t\right)\rho\right] \frac{\partial}{\partial x}\left[V_y\left(\vec{r},t\right)\rho\right] + \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[D_x\left(\vec{r},t\right)\vec{\nabla}\rho\right] + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\left[D_y\left(\vec{r},t\right)\vec{\nabla}\rho\right] +$$

$$+ \frac{\partial^2}{\partial z^2}\left[D_z\left(\vec{r},t\right)\vec{\nabla}\rho\right] + Q\left(\vec{r},t\right) - \alpha\left(\vec{r},t\right)\rho. \qquad (2)$$

Величины D_x, D_y, D_z являются эмпирическими параметрами, учитывающими состояние атмосферы и рельеф местности [2].

Коэффициент диффузии D на небольших высотах линейным образом зависит от величины скорости ветра, не обращаясь, однако, в нуль при $\left|\vec{V}\right| = 0$. Поэтому

$$D = \begin{cases} D_{\min}\left|\vec{V}\right| / V_{\min} & \text{при} \quad \left|\vec{V}\right| \geq V_{\min} \\ D_{\min} & \text{при} \quad \left|\vec{V}\right| < V_{\min} \end{cases}. \qquad (3)$$

Время гравитационного осаждения аэрозольной частицы определяется по формуле

$$\alpha = \frac{W}{H_s}, \qquad (4)$$

где H_s – толщина приземного слоя атмосферы, м; W – скорость осаждения частицы.

Скорость осаждения частицы (м/с) вычисляется по формуле

$$W = \frac{d^2\left(\rho_n - \rho_r\right)g}{18\mu_r}, \qquad (5)$$

где ρ_n – плотность частицы, кг/м^3; ρ_r – плотность газовой среды, кг/м^3; d – диаметр частицы, м; μ_r – динамическая вязкость газовой среды, Па·с.

Установившуюся скорость падения частиц пыли шарообразной формы, м/с, можно определить по упрощенной формуле

$$W = 3 \cdot 10^{-5} \mu_r d^2 . \quad (6)$$

Таким образом, все рассмотренные программные комплексы, предназначенные для моделирования динамики воздушных потоков при земляных работах и при выполнении расчетов, опираются на стандартные методы вычислительной гидродинамики. Они позволяют программно реализовывать различные управляющие модули ГИС-приложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86 / Госкомгидромет СССР: Введ. 01.01.87; Взамен СН 369-74. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 91 с.

2. Белослудцев, А. А. и др. Информационно-компьютерный комплекс для моделирования динамики примесей от предприятий химической промышленности / А. А. Белослудцев, Д. В. Гусаров, М. А. Еремин, Н. М. Кузьмин, А. В. Хоперсков, С. С. Храпов // Вестник ВолГУ. – Серия 1. – Вып. 2. – 2009. – С. 95-102.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСА. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТИ. РАБОЧАЯ ТОЧКА. ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ИЛИ ПАРАЛЛЕЛЬНО НА ОБЩИЙ ТРУБОПРОВОД

Догадова В. А., Молчанов М. В., Сысоева Ю. В. – студенты
филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

В процессе конструирования насосных установок главным этапом является выбор насоса. При эксплуатации должен быть выбран наиболее подходящий режим работы насосов в отношении надежности, долговечности, минимальных потерь и затрат. Все необходимые данные насосов при различных режимах работ описываются их характеристиками.

Чтобы получить универсальную рабочую характеристику насоса, нужно снять экспериментальным путем напор $H = f(Q)$ и КПД $\eta = f(Q)$, где Q – расход при различных числах оборотов n_1, n_2 и др. Затем кривые $H = f(Q)$ с пометками значений η сводят в один график и через точки с равными значениями КПД соединяют плавными линиями. В результате получается график (рис. 1), называемый универсальной рабочей характеристикой насоса. Она позволяет установить, при каком числе оборотов достигается максимальное значение КПД.

Допускается режим работы насосов с понижением частоты вращения, но повышение частоты в интервале 10…15 % имеет место при согласовании с заводом-изготовителем.

Разнообразие требований потребителей по подаче и напору создаёт проблему нецелесообразности с экономической точки зрения создания насосов с соответствующими частными характеристиками.

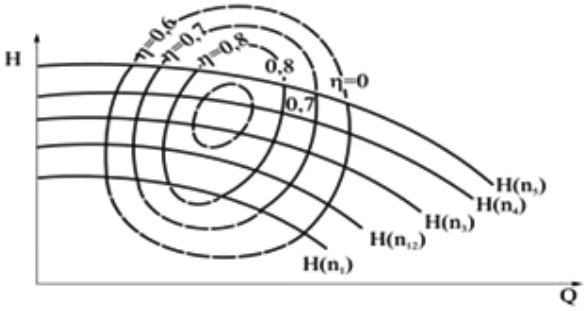


Рис. 1. Универсальная рабочая характеристика насоса

Для упрощения введено понятие *поле насоса* как рекомендуемой области применения насоса.

Характеристика сети – это зависимость гидравлического сопротивления от расхода жидкости. Сеть – это совокупность резервуаров, трубопроводов, фильтров, через которые проходит жидкость до насоса и от насоса до потребителя. Характеристика сети состоит из совокупности гидравлических характеристик каждого элемента сети.

Режим работы насоса определяется пересечением характеристик насоса и сети. Точка их пересечения – это рабочая точка, и для каждой частоты вращения она своя. В рабочей точке имеет место равновесие между полезной мощностью насоса и мощностью, потребляемой трубопроводной сетью. Одним из основных требований при подборе насоса является обеспечение его работы в рабочем диапазоне (рабочей области), лежащем в пределах 70...120 % от номинальной подачи. Минимальная подача, которая может быть обеспечена насосом, не должна быть ниже допустимого значения. Иначе это вызовет слишком сильное повышение температуры в камере насоса и повлечёт за собой соответствующее повреждение. Чтобы избежать таких последствий, необходимо соблюдать техническую инструкцию производителя.

Рабочая точка в зависимости от подачи в процессе работы насоса постоянно смещается. Поэтому главной задачей проектировщика является нахождение наиболее оптимальной расчётной рабочей точки, удовлетворяющей максимальным эксплуатационным требованиям.

Построение характеристик двух насосов, работающих последовательно на общий трубопровод, изображено на рис. 2.

Построение характеристик двух насосов, работающих параллельно на общий трубопровод, изображено на рис. 3.

Проведенные исследования позволили выявить влияние совокупностей различных характеристик насосов на эффективность насосной конструкции в целом. А именно, при правильном подборе насосов для последовательного или параллельного режима работы и соблюдении условий эксплуатации насосы будут работать долго, надежно и без сбоев.

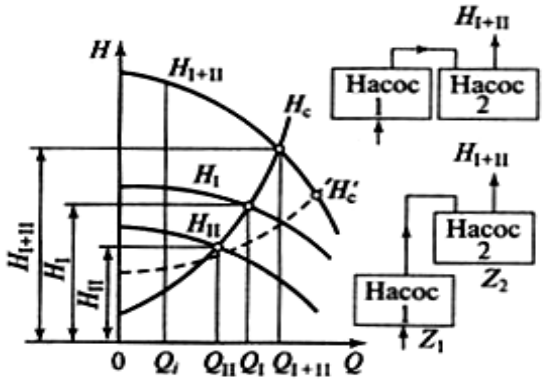


Рис. 2. Характеристики двух насосов, работающих последовательно

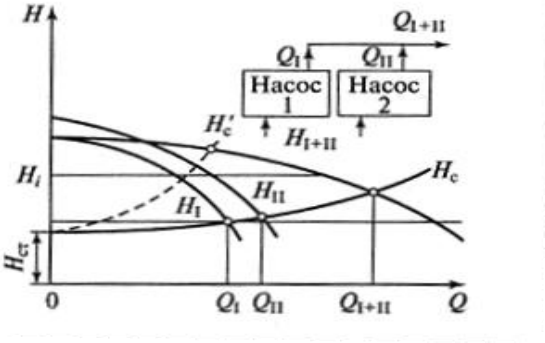


Рис. 3. Характеристики двух насосов, работающих параллельно

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бортник, И. М. Основы современной энергетики : учебник для вузов: в 2-х т. / И. М. Бортник, А. П. Бурман ; под общей редакцией чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова. – 4-е изд. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – Том 2. Современная энергетика / под ред. А. П. Бурмана и В. А. Строева. – 632 с.

2. Кривченко, Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы / Г. И. Кривченко. – М. : Энергия, 1978. – 320 с.

3. Большая энциклопедия нефти и газа: Параллельное соединение – насос. – С. 1-2.

ЗАМЕНА ПРОВОДНИКОВ НА УЧАСТКЕ ВЛ 110 КВ РАЗВИЛКА-2

Донец Т. А. – студентка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Курьянов В. Н.***– канд. техн. наук, доцент

На протяжении своего существования линия ВЛ 110 кВ Развилка-2 частично переустраивалась, выносились мешающие участки, организовывались отпайки на строящиеся подстанции к районам перспективной застройки, при этом часто использовались существующие части каких-то ВЛ 110 кВ, ранее установленные опоры (для других ВЛ) и т. д.

В результате всего этого на текущий момент времени реконструируемый участок имеет сложную и замысловатую конфигурацию, причины образования которой скрывает время.

Общая характеристика реконструируемого участка ВЛ 110 кВ:

- 60 % промежуточных опор находятся в аварийном состоянии;

• 10 % анкерно-угловых опор имеют на несущих элементах конструкций пластические деформации и требуют замены;

• 10 % анкерно-угловых опор установлены с недопустимыми поворотами относительно оси ВЛ;

• 100 % фундаментов требуют ремонта;

• 100 % металлоконструкций требуют защиты от коррозии;

• в 15 % пролетов отсутствует нормируемый габарит до земли, а в режиме максимальных гололедных нагрузок нормируемый габарит не будет выдержан в 50-60 % пролетах;

• изоляция ВЛ – сборная, фарфоровая/стеклянная;

• большое количество гнутых, искривленных тросостоек;

• на части промежуточных опор отсутствуют заземлители.

По результатам расчета режима максимальный ток на реконструируемом участке проектируемой линии составляет 338 А.

Сечение проводов на линии электропередачи

$$F_i = \frac{\alpha_i I_i}{n_{\text{ц}} j_{\text{эк}}}, \qquad (1)$$

где F_i – расчетное сечение проводов линии, мм^2; I_i – ток, протекающий по цепи линии, А; α_i – коэффициент учета изменения тока по годам эксплуатации для ЛЭП; $n_{\text{ц}}$ – число параллельных цепей проектируемой линии; $j_{\text{эк}}$ – экономическая плотность тока, $j_{\text{эк}} = 1{,}4 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ при $T_{\text{М}} = 4000$.

$$F_i = \frac{1{,}05 \cdot 338}{2 \cdot 1{,}4} = 126{,}7 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод АСВТ-128/36.

Условие выбора:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{ном}}, \quad I_{\text{ном}} \geq I_{\text{раб}}. \qquad (2)$$

$I_{\text{доп}} = 690{,}9$ А – номинальный ток провода марки АСВТ-128/36.

Электродинамическая стойкость гибких проводников обеспечивается, если выполняются условия:

$$\begin{cases} F_{\max} \leq F_{\text{доп}}, \\ a - 2(s + r_p) \geq a_{\text{доп}\min}, \end{cases} \qquad (3)$$

где $F_{\text{доп}}$ – допустимое тяжение в проводах, Н; a – расстояние между проводниками фаз, м; s – расчетное смещение проводников, м; $a_{\text{доп}\min}$ – наименьшее допустимое расстояние между проводниками фаз при наибольшем рабочем напряжении, м; r_p – радиус расщепления фазы, м.

При проверке гибких токопроводов на электродинамическую стойкость при коротком замыкании необходимость расчета смещения проводников устанавливается выражением

$$p = \lambda \frac{\left(I_{\text{по}}^{(2)}\right)^2 t_{\text{откл}}}{aq} \geq 0{,}4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}/\text{Н}, \quad (4)$$

где $I_{\text{по}}^{(2)}$ – начальное действующее значение периодической составляющей тока двухфазного короткого замыкания, кА; $t_{\text{откл}}$ – расчетная продолжительность КЗ, с; a – расстояние между фазами, м; q – погонный вес провода, Н/м; λ – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние апериодической составляющей электродинамической силы. Коэффициент λ определяем из соотношения

$$\frac{t_{\text{откл}}}{T_a}.$$

$$p = 1\frac{(12{,}7)^2 \cdot 0{,}48}{4 \cdot 19{,}38} = 0{,}99 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}/\text{Н}.$$

Тяжение проводника до КЗ

$$F = \frac{ql^2}{8 f_{\text{п}}} = \frac{19{,}38 \cdot 120^2}{8 \cdot 0{,}5} = 69768 \text{ Н}.$$

При продолжительности КЗ $t_{\text{откл}} = 0{,}48$ с находим кинетическую энергию, накапливаемую проводом при коротком замыкании:

$$\Delta W_{\text{К}} = \frac{\left(F_{\text{расч}}^{(2)} t_{\text{откл}}\right)^2}{2M} \lambda; \quad (5)$$

$$F_{\text{расч}}^{(2)} = 0{,}2 \frac{l}{a} \left|I_{\text{по}}^{(2)}\right|^2 \lambda = 0{,}2 \cdot \frac{120}{4} \cdot (12{,}7)^2 \cdot 1 = 968 \text{ Н}.$$

$$\Delta W_{\text{К}} = \frac{(968 \cdot 0{,}48)^2}{2 \cdot 253{,}8} \cdot 1 = 425 \text{ Дж}.$$

Максимальное тяжение в проводе

$$F_{\max} = \sqrt{2ES \Delta W_{\text{К}}/l + F^2} = \sqrt{2 \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot \frac{425}{120} + 69768^2} = 7072 \text{ Н}.$$

Допустимое тяжение в проводах – не более 77 кН. Провод марки АСВТ 128/36 удовлетворяет условию динамической стойкости при коротком замыкании, так как $F_{\max} < F_{\text{доп}}$. Таким образом, для реконструкции ВЛ 110 кВ № 3, Развилка-2 рекомендуется к применению провод марки АСВТ 128/36.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реконструкция ВЛ 110 кВ № 3, Развилка-2, замена провода. Проектная документация. – ООО «ЦентрЭнергоПроект».

2. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования.

РАЗРАБОТКА ПРЯМОТОЧНОГО ГИДРОАГРЕГАТА

Зеленский А. В. – магистрант филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

В настоящее время гидроэнергия играет важную роль в электроэнергетике России. Гидроэнергетика обеспечивает магистральный путь развития энергетических мощностей и увеличения выработки электроэнергии.

В гидротурбине энергия водного потока преобразуется в механическую энергию вращения вала, от которого приводится во вращение ротор гидрогенератора, где механическая энергия преобразуется в электрическую. Тип гидротурбин выбирается исходя из условий их работы, определяемых напором, энергетическими и кавитационными показателями, обеспечением высоких значений КПД в заданном диапазоне напоров и нагрузок.

Многообразие природных условий приводит к тому, что напоры на ГЭС изменяются в широком диапазоне от нескольких метров до тысячи и более, единичная мощность гидроагрегатов достигает 700 МВт и выше.

Существует большое количество различных видов турбин, однако в практике гидроэнергетического строительства широко используются четыре вида: осевые, диагональные, радиально-осевые, которые относятся к реактивным, и ковшовые активные турбины.

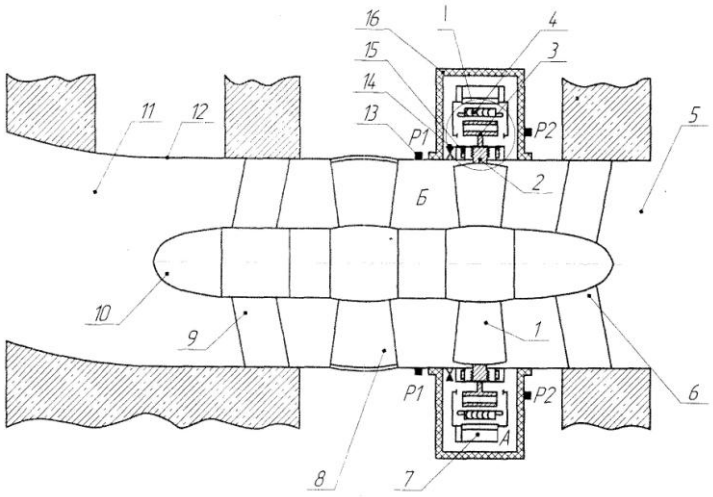
При напорах воды до 25 м вертикальные гидроагрегаты низконапорных ГЭС имеют большие размеры и вес и дорогую подводную часть здания. Горизонтальные осевые гидротурбины различных конструкций и компоновок экономичнее вертикальных осевых гидротурбин.

Особым видом горизонтального агрегата с осевой турбиной является прямоточный агрегат, отличие которого состоит в том, что ротор генератора насаживается на периферийные кромки рабочего колеса турбины.

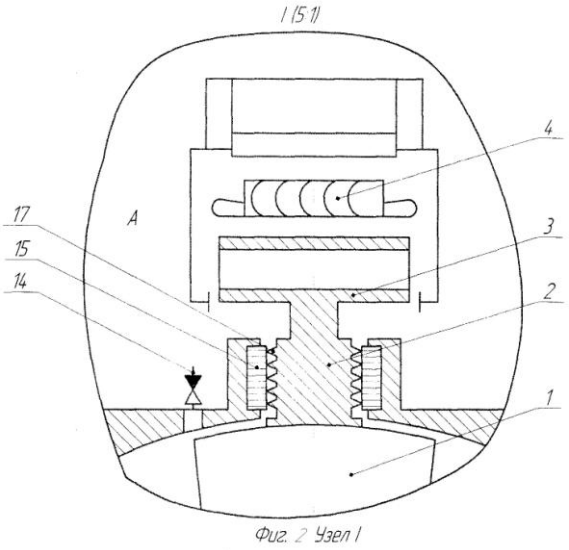
Такой тип прямоточных агрегатов, названный «Страфло», уже установлен на некоторых низконапорных ГЭС.

Анализ различных технических решений показывает ряд недостатков. В рассматриваемой конструкции не обеспечивается надёжная работа электрогенератора в воздушной части установки из-за износа уплотнений в области обода рабочего колеса и попадания влаги. Выяснилось, что когда в мутной речной воде много взвешенных частиц, кольцевое уплотнение между турбиной и генератором быстро изнашивается.

Безвальная прямоточная гидротурбина работает следующим образом (Фиг. 1). Рабочее колесо гидротурбины 1 и ротор генератора 3 имеют единую систему вращающихся частей и опор. На концах лопаток рабочего колеса 1 находится обод 2 с кольцевыми гребнями 17 и ротор генератора с полюсами 3. Кольцевые гребни 17 контактируют с сотовыми уплотнениями 15 и работают при перепаде давления между полостью генератора А и потоком Б, полностью устраняют попадание воды в полость генератора А, ограниченную кожухом 16, на всех режимах работы турбины. Для устранения кавитации САР подаёт при необходимости дополнительное количество воздуха через канал воздушный 14. Обратный клапан канала воздушного 14 открывается, если статическое давление P_1 становится меньше давления насыщенных паров в области Б. САРПД обеспечивает положительную разность давлений P_2 и P_1 на всех режимах работы гидротурбины. Мощность водного потока через лопатки рабочего колеса 1 и обод рабочего колеса 2 передаётся на ротор генератора 3 с расположенными в нём полюсами. Статор 4 и ротор 3 генератора имеют систему охлаждения генератора 7. Датчики статического давления 13 P_1 расположены на корпусе наружном 12 установки равномерно по окружности. Обычно достаточно шести датчиков давления P_1 для осреднения параметров потока в окружном направлении. Датчиков давления P_2 на кожухе генератора 16 несколько для достоверности показаний, их показания также осредняются. Поток воды их верхнего бьефа проходит через камеру подводящую 11, обтекает колонны проходные 9, корпус обтекателя рабочего колеса 10, лопатки направляющего аппарата 8, отдаёт свою энергию рабочим лопаткам колеса рабочего 1, затем обтекает колонны опорные выходные 6 и выходит через отсасывающую трубу 5 в нижний бьеф.



Фиг. 1 Безвальная прямоточная гидротурбина



Фиг. 2 Узел I

Совершенствование существующей компоновки гидроагрегата позволит обеспечить надежность работы, безаварийность и снизить риск вынужденного простоя. Таким образом, разработка позволит использовать в полной мере энергетический потенциал низконапорных ГЭС, увеличить мощность генератора за счет уменьшения потерь при обтекании гидроагрегата, как следствие – увеличить выработку электроэнергии, упростить эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильиных, И. И. Гидроэлектростанции / И. И. Ильиных. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 248 с.

2. Кривченко, Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы / Г. И. Кривченко. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.

3. Волшаник, В. В. Низконапорные гидравлические двигатели / В. В. Волшаник, Г. В. Орехов. – М. : Ассоциации строительных вузов, 2009. – 392 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ ФРАКЦИЙ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ

Карпов Г. А., Нерезов А. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

При очистке вод заболоченных территорий для технических нужд выявлено, что наибольший размер взвешенных частиц в диаметре составляет 0,7 мм. Анализ устройств для отделения мелких фракций взвешенных частиц показал, что наиболее целесообразно применение центробежного разделителя (классификатора) гидросмеси (рисунок).

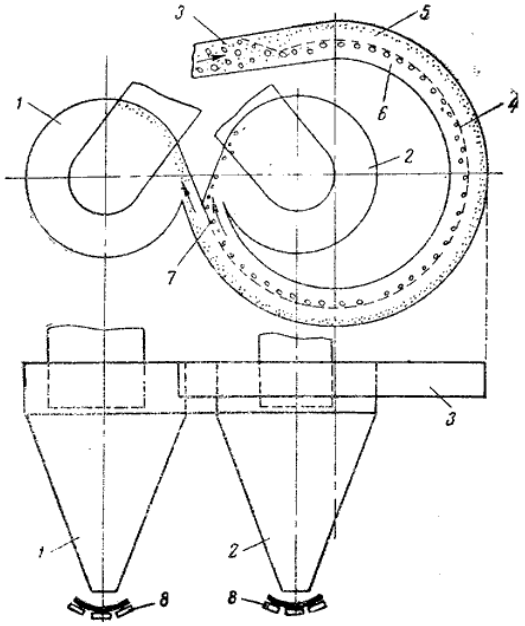


Рисунок. Схема центробежного разделителя гидросмеси: 1 – гидроциклон мелких фракций; 2 – гидроциклон крупных фракций; 3 – отстойник; 4 – сетка; 5 – канал мелких фракций; 6 – канал крупных фракций; 7 – стенка; 8 – транспортеры ленточные

Для повышения эффективности процесса разделения в предложенном устройстве гидроциклоны соединены вмонтированным в верхней части их центробежным классификатором в виде петлевой трубы, внутри которой установлена продольная сетка, разделяющая эту трубу на два канала.

Поток гидросмеси, поступая в центробежный классификатор, с силой ударяется в сетку. При этом вместе с водой через сетку проходит значительная часть мелких песчаных фракций. Оставшиеся в гидросмеси песчаные фракции, двигаясь в потоке по периметру сетки, под влиянием центробежной силы проходят сквозь сетку и перемещаются потоком в канале мелких фракций по периметру наружной стенки центробежного классификатора. Фракции гравия под действием центробежной силы перемещаются по периметру сетки в канале крупных фракций. Из канала мелких фракций водо-песчаная смесь поступает в гидроциклон 1. Водо-гравийная смесь поступает из канала крупных фракций в гидроциклон 2. В гидроциклонах происходит отмыв мелких фракций и обезвоживание песка и гравия. Обезвоженные песок и гравий поступают на ленточные транспортеры. Слив гидроциклонов направляется в отстойник.

Недостатком известных центробежных разделителей является невысокая эффективность процесса разделения гравийно-песчаной гидросмеси: гравий выходит с примесью песка до 30 %, а песок – с примесью гравия.

Принятый классификатор выполнен из труб диаметром D = 0,3 м при диаметре петли $D_п$ = 0,8 м. Расход гидросмеси Q = 0,05 м^3/с; плотность твердых частиц $\rho_т = 2{,}65 \cdot 10^3$ кг/м^3, кинематическая вязкость жидкости $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

Разделение гидросмеси в классификаторе происходит за счет действия центробежной силы. Масса твердых частиц в единице объема гидросмеси определяется по формуле

$$M_т = \rho_т \frac{\pi d^3}{6} n,$$

где $\frac{\pi d^3}{6}$ – объем частицы; n – число частиц в единице объема гидросмеси.

Тогда центробежная сила, действующая на твердые частицы в единице объема гидросмеси:

$$F = \frac{M_т v^2}{r} \frac{\rho_т \pi d^3}{6} n \frac{v^2}{r},$$

где r – расстояние от центра петли классификатора.

Если радиальную скорость обозначить через ω, то силу F_0, действующую на одну частицу, можно представить в виде

$$F_0 = C_D \frac{\pi D^2}{4} \rho_т \frac{\omega^2}{2},$$

где C_D – коэффициент гидродинамического сопротивления частицы.

Для рассматриваемого единичного объема гидросмеси, содержащего n твердых частиц, центробежная сила равна

$$F = F_0 n = C_D \frac{\pi D^2}{4} \rho_т \frac{\omega^2}{2} n.$$

Принимая, что движение частицы в радиальном направлении равномерно, приравниваем правые части полученных выражений

$$\frac{\rho_т \pi d^3}{6} n \frac{v^2}{r} = C_D \frac{\pi D^2}{4} \rho_т \frac{\omega^2}{2} n$$

и находим зависимость для радиальной скорости движения частиц

$$\omega = \frac{1{,}15}{\sqrt{C_D}} v \sqrt{\frac{d}{r}}.$$

Обозначим через T среднее время пребывания частицы в классификаторе, за которое частицы размером больше $d_{макс}$ пройдут в поперечном направлении путь, равный D/2, и попадут в канал 5:

$$T = \frac{\pi D_{\text{п}}}{v} = \frac{D}{2\omega}.$$

Таким образом, для частиц размером $d_{\text{макс}}$

$$\frac{\omega}{v} = \frac{D}{2\pi D_{\text{п}}}.$$

Подставляем в это соотношение выражение для радиальной скорости:

$$\frac{1{,}15}{\sqrt{C_D}}\sqrt{\frac{2d_{\text{макс}}}{D_{\text{п}}}} = \frac{D}{2\rho D_{\text{п}}}.$$

Максимальный размер частиц, попадающих в канал 5:

$$d_{\text{макс}} = \frac{C_D}{102} = \frac{D^2}{D_{\text{п}}}.$$

Для расчета в первом приближении принимаем C_D = 0,4. Тогда

$$d_{\text{макс1}} = \frac{0{,}4}{102} = \frac{0{,}3^2}{0{,}8} = 4{,}412\cdot 10^{-4}\ \text{м}.$$

Радиальная составляющая скорости

$$\omega = v\frac{D}{2\pi D_{\text{п}}} = \frac{4Q}{\pi D^2}\frac{D}{2\pi D_{\text{п}}} = \frac{2Q}{\pi^2 D D_{\text{п}}} = \frac{2\cdot 0{,}05}{3{,}14^2\cdot 0{,}3\cdot 0{,}8} = 0{,}042\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Число Рейнольдса для радиального движения частиц

$$\text{Re}_1 = \frac{\omega d_{\text{макс1}}}{v} = \frac{0{,}042\cdot 4{,}412\cdot 10^{-4}}{1\cdot 10^{-6}} = 18{,}65.$$

Вычисляем C_D по формуле

$$C_D = \frac{24}{\text{Re}} + 0{,}67\sqrt{C_D}\ .$$

В первом приближении при Re = Re_1 = 18,65 находим, что $C_{D1} = 1{,}712$.

$$d_{\text{макс 2}} = \frac{1{,}712}{102} = \frac{0{,}3^2}{0{,}8} = 1{,}889\cdot 10^{-3}\ \text{м}.$$

Число Рейнольдса во втором приближении

$$\text{Re}_2 = \frac{\omega d_{\text{макс2}}}{v} = \frac{0{,}042\cdot 1{,}889\cdot 10^{-3}}{1\cdot 10^{-6}} = 79{,}731.$$

При этом значении числа Рейнольдса $C_{D2} = 0{,}264$.

Продолжая последовательные приближения, окончательно получаем $d_{\text{макс}} = 2{,}911 \cdot 10^{-4}$ м. Частицы этого размера будут наиболее крупными из тех, которые попадают в канал мелких фракций.

Таким образом, с помощью центробежного классификатора гидросмеси возможна также комплексная очистка сточных вод, содержащих частицы мелких фракций.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Куклин С. О., Степаненко Г. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Для систем мелиорации используются гидротехнические сооружения, что является на сегодняшний день наиболее эффективным методом по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий. Для этого применяют системы затворов для регулирования потоков воды.

При эксплуатации гидротехнических сооружений в мелиоративных целях очень важно знать максимальную высоту воды перед плотиной для безаварийной работы затвора, так как он испытывает значительные нагрузки на регулирующий механизм. Была поставлена задача определить силу давления жидкости на затвор высотой h = 2 м, шириной b = 5,5 м и точку ее приложения. Глубина воды перед плотиной H_1 = 4,5 м, после плотины H_2 = 2,5 м.

Данная задача была решена двумя методам (аналитическим и графоаналитическим).

Аналитический метод

Сила суммарного давления воды на затвор со стороны верхнего бьефа определяется по формуле

$$P_1 = p_c \omega = \rho g (H_1 - h/2) hb = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot (4{,}5 - 2/2) \cdot 2 \cdot 5 = 343{,}35 \text{ кН}.$$

Глубина погружения центра давления рассчитана по формуле

$$h'_d = h_c + \frac{J_c}{\omega h_c} = h_c + \frac{bh^3/12}{bhh_c} = (H_1 - h/2) + \frac{h^3}{12(H_1 - h/2)} =$$

$$= (4{,}5 - 2/2) + \frac{2^3}{12 \cdot (4{,}5 - 2/2)} = 3{,}69 \text{ м}.$$

Сила суммарного давления воды на затвор со стороны нижнего бьефа

$$P_2 = \rho g (H_2 - h/2) hb = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot (2{,}5 - 2/2) \cdot 2 \cdot 5 = 147{,}15 \text{ кН}.$$

Глубина погружения центра давления

$$h_d'' == (H_2 - h/2) + \frac{h^2}{12(H_2 - h/2)} = (2{,}5 - 2/2) + \frac{2^2}{12 \cdot (2{,}5 - 2/2)} = 1{,}72 \text{ м}.$$

Сила суммарного давления

$$P = P_1 - P_2 = 343{,}350 - 147{,}15 = 196{,}2 \text{ кН}.$$

Точка приложения этой силы определяется из уравнения моментов сил относительно точки О:

$$\sum M_{\text{O}} == P_1\left(h_d' - (H_1 - h/2)\right) + P_2\left(h_d'' - (H_2 - h/2)\right) + P'a = 0,$$

где P' – реактивная сила двух сил суммарного давления P_1 и P_2;

$$a = \frac{P_1\left(h_d' - (H_1 - h/2)\right) + P_2\left(h_d'' - (H_2 - h/2)\right)}{P'} =$$

$$= \frac{343{,}350 \cdot \left(3{,}69 - (4{,}5 - 2/2)\right) + 147{,}15 \cdot \left(1{,}72 - (2{,}5 - 2/2)\right)}{196{,}2} = 0{,}4975 \text{ м}.$$

Таким образом, сила приложена к нижней части затвора, и требуется его конструктивное укрепление для компенсации данной силы.

Графоаналитический метод

Из эпюры гидростатического давления видно, что гидростатическое давление приложено к основанию и равно:

1) от столба в верхнем бьефе

$$P = \rho g H_1 = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 4{,}5 = 44{,}145 \text{ кПа};$$

2) от столба в нижнем бьефе

$$P = \rho g H_2 = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}5 = 24{,}525 \text{ кПа}.$$

Эпюра гидростатического давления на затворе со стороны верхнего бьефа представляет собой трапецию AGBO с основанием AB, численно равным 44,145 кПа. Эпюра гидростатического давления на затвор со стороны нижнего бьефа представляет с собой также трапецию AGBO с основанием AG, численно равным 24,525 кПа.

Суммарную эпюру гидростатического давления находят вычитанием второй эпюры из первой (BM = AG, CN = OE). Таким образом, искомая эпюра будет представлять собой прямоугольник с основанием AM, численно равным

$$44{,}145 - 24{,}525 = 19{,}62 \text{ кПа}.$$

Сила суммарного давления определяется как объем этой эпюры

$$P = \omega_{MNOA}\, b = 19{,}62 \cdot 2 \cdot 5 = 196{,}2 \text{ кПа}.$$

Так как эпюра имеет форму прямоугольника, то точка приложения силы суммарного давления будет расположена в нижней четверти затвора:

$$a = h/4 = 2/4 = 0{,}5 \text{ м}.$$

Из равенства ответов задачи, решенной различными методами, следует, что она решена правильно, и необходимо руководствоваться суммарным давлением, приложенным к затвору, используемому для мелиоративных целей. Данные методы являются наиболее комплексными, так как зачастую для регулировки таких затворов используют подъемный кран, расположенный на основании самой плотины, что обеспечивает безаварийность его работы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОДОВОДА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Купоносова В. С., Лепилкин М. С., Опара А. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Исследовался напорный стальной водовод гидроэлектростанции длиной l = 150 м и диаметром d = 1 м, который подавал воду из водохранилища к турбине (рисунок).

Под напором H данная система эксплуатировалась 20 лет. Выявлено, что пропускная способность водовода снизилась на 25 %. Первоначальный расход был принят $Q_н$ = 2 м^3/с. На водоводе имеются два поворота радиусом R = 3 м под углом α = 45° каждый. Вход в водовод выполнен с закругленными кромками.

Проведен расчет по определению изменения абсолютной шероховатости водовода $k_э$ в процессе эксплуатации, которая может влиять на пропускную способность.

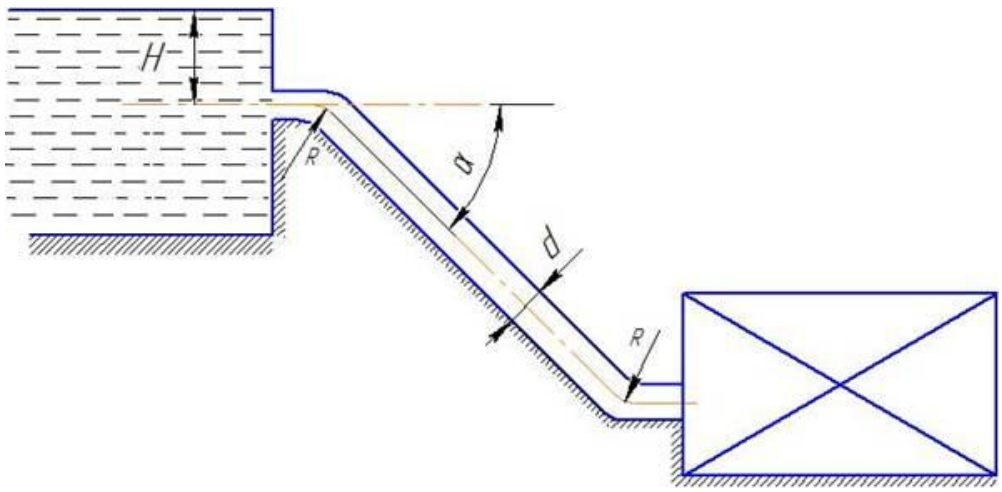


Рисунок. Схема напорного стального водовода гидроэлектростанции

Выбираем относительную шероховатость для стальных труб по таблице СНиП; она равна $k_э = 5 \cdot 10^{-5}$ м:

$$\frac{k_э}{d} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{1} = 5 \cdot 10^{-5}. \quad (1)$$

Определяем число Рейнольдса, принимая коэффициент кинематической вязкости υ равным $1{,}01 \cdot 10^{-6}$ м^2/с. Определяем скорость воды в начальный период эксплуатации:

$$V_н = \frac{4Q_н}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 2}{3{,}14 \cdot 1} = 2{,}54. \quad (2)$$

Находим число Рейнольдса при $\upsilon = 1{,}01 \cdot 10^{-6}$ м^2/с (для пресной воды при температуре 20 °С):

$$\mathrm{Re} = \frac{V_н d}{\vartheta} = \frac{2{,}54 \cdot 1}{1{,}01 \cdot 10^{-6}} = 2{,}54 \cdot 10^6. \quad (3)$$

Определяем коэффициент гидравлического трения в начальный период эксплуатации по формуле [1]

$$\lambda_н = 0{,}11 \cdot \left(\frac{k_Э}{d} + \frac{68}{\mathrm{Re}} \right)^{0{,}25} = 0{,}11 \cdot \left(5 \cdot 10^{-5} + \frac{68}{2{,}54 \cdot 10^6} \right)^{0{,}25} = 0{,}01. \quad (4)$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений равна

$$\sum \zeta = \zeta_{вх} + 2\zeta_{45°}. \quad (5)$$

При закругленных кромках $\zeta_{вх}$ применяем равным 0,2. Коэффициент местного сопротивления при повороте трубы на 45° находим по формуле

$$\zeta_{45°} = \zeta_{90°}\ \alpha. \quad (6)$$

$$\zeta_{90°} = \left[0{,}2 + 0{,}001 \cdot (100\lambda)^8 \right] \sqrt{\frac{d}{R}} = \left[0{,}2 + 0{,}001 \cdot (100 \cdot 0{,}01)^8 \right] \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}12, \quad (7)$$

$$\zeta_{45°} = 0{,}7 \cdot 0{,}12 \approx 0{,}08.$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений равна

$$\sum \zeta = 0{,}2 + 2 \cdot 0{,}08 = 0{,}36.$$

Потери давления при движении воды в водоводе в начальный период эксплуатации по условию задачи равны потерям давления в конечный период эксплуатации. Поскольку

$$\Delta P = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \rho \frac{Q^2}{2\omega^2}, \quad (8)$$

площадь поперечного сечения в процессе эксплуатации не изменилась, получаем

$$\frac{\lambda_{\text{н}}\frac{l}{d}+\sum\zeta}{\lambda_{\text{к}}\frac{l}{d}+\sum\zeta}=\left(\frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{н}}}\right)^2=\left(\frac{1{,}5}{2}\right)^2=0{,}56. \qquad (9)$$

Предполагая в правом приближении, что коэффициенты местных сопротивлений не изменились, определяем коэффициент гидравлического трения водовода после 20 лет эксплуатации:

$$\lambda'_{\text{к}}=\left[\frac{Q_{\text{к}}^2}{Q_{\text{н}}^2}\left(\lambda_{\text{н}}\frac{l}{d}+\sum\zeta\right)-\sum\zeta\right]\frac{d}{l}=\left[\frac{1}{0{,}56}\left(0{,}01\cdot\frac{150}{1}+0{,}36\right)-0{,}36\right]\cdot\frac{1}{150}=0{,}019. \qquad (10)$$

Находим коэффициент местного сопротивления на поворот трубы в конечный период эксплуатации:

$$\zeta_{90^\circ}=\left[0{,}2+0{,}001(100\lambda)^8\right]\sqrt{\frac{d}{R}}=\left[0{,}2+0{,}001(100\cdot 0{,}019)^8\right]\sqrt{\frac{1}{3}}=0{,}21. \qquad (11)$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений

$$\sum\zeta_{\text{к}}=0{,}2+2\cdot 0{,}7\cdot 0{,}21=0{,}5. \qquad (12)$$

Уточняем значение коэффициента гидравлического трения водовода в конечный период эксплуатации:

$$\lambda''_{\text{к}}=\left[\frac{Q_{\text{к}}^2}{Q_{н}^2}\left(\lambda_{\text{н}}\frac{l}{d}+\sum\zeta\right)-\sum\zeta_{\text{к}}\right]\frac{d}{l}=\left[\frac{1}{0{,}56}\left(0{,}01\cdot\frac{150}{1}+0{,}36\right)-0{,}5\right]\cdot\frac{1}{150}=0{,}0186. \qquad (13)$$

Относительная шероховатость в конечный период эксплуатации

$$\frac{k_{\text{э}}}{d}=\left(\frac{\lambda}{0{,}11}\right)^4=\left(\frac{1{,}86\cdot 10^{-2}}{0{,}11}\right)^4=9\cdot 10^{-4}. \qquad (14)$$

Абсолютная шероховатость водовода после 20 лет эксплуатации возросла до $k_{\text{э}}=9\cdot 10^{-4}$ м, то есть в 18 раз; при этом значении $K_{\text{э}}$ трубопровод работает в квадратичной области трения.

Требуется замена трубопроводной системы. Анализ величины шероховатости различных видов труб показал, что наиболее оптимальным вариантом для рассмотренной схемы является использование бесшовных стальных труб (k = 0,014), которые необходимо предварительно отчистить с соблюдением всех необходимых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примеры расчета по гидравлике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А. Д. Альтшуля. – М. : Стройиздат, 1976. – 255 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ АВАРИЙ НА ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРАХ. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИНДИКАТОРЫ

Курилов В. В., Попов К. А., Фролов М. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

В последнее время применение полимерных изоляторов в электроустановках высокого напряжения и воздушных линиях электропередачи неуклонно расширяется. Рассмотрим подробнее данный вид изоляторов.

Ключевые слова: изолятор, полимерный изолятор, стержень, оболочка, индикатор, эксплуатация, воздушные линии электропередачи, повреждение, пробой.

Полимерный изолятор – это устройство, которое предназначено для изоляции и крепления проводов воздушных линий электропередачи и распределительных устройств электростанций и подстанций, а также токоведущих частей в электрических аппаратах. В частности, изоляторы могут быть использованы в качестве опорных поворотных изолирующих элементов, поддерживающих токоведущие шины и ножи разъединителей при эксплуатации на открытом воздухе, а также в составе шинных опор.

Причины выхода из строя полимерных изоляторов

Существует несколько объективных причин выхода из строя изоляторов.

Первой причиной можно считать некачественно проведённые работы при непосредственной сборке полимерных изоляторов, а также при контроле качества производимой продукции.

Раскрывая эту причину, можно выделить, что в последние годы рынок изоляторов достаточно сильно изменился. На нем появилось много новых производителей и новых моделей. Потребителям предлагаются изделия с невиданными ранее качествами и характеристиками. Неудивительно, что представители сетевых компаний, заводов-изготовителей и проектных организаций на самых разных уровнях обсуждают вопросы использования полимерной изоляции на электросетевых объектах. Эксплуатирующими организациями ведется сбор информации, касающейся случаев выхода из строя и повреждаемости изоляторов. В основном выход из строя полимерных изоляторов происходит по вине компаний, выпускающих продукцию. Некоторые производители подделывают продукцию в поисках собственной выгоды, выдавая ее за более известные и более качественные марки, которые, соответственно, имеют более высокую цену. Именно в таких изоляторах преимущественно происходят пробои.

Следующей причиной является необоснованное изменение отлаженной конструкции полимерного изолятора, что делается в целях удешевления и упрощения конструкций. Многие предприятия нарушают проверенные многими испытаниями конструкции, вследствие чего происходит нарушение их работы.

Также нарушение работы может произойти вследствие неправильной или неаккуратной эксплуатации и установки полимерных изоляторов.

Условия пробоя в полимерном изоляторе

Проведя анализ, можно отметить, что одним из слабых мест конструкции полимерных изоляторов являются герметичность защитной оболочки в месте ее сопряжения с металлической арматурой и границы раздела между оболочкой и стеклопластиковым стержнем. Согласно опыту эксплуатации, большинство повреждений и отказов полимерных изоляторов так или иначе связаны с нарушением герметичности защитной оболочки и проникновением влаги в изолятор.

Существуют три характерных вида повреждений полимерных изоляторов, которые наблюдаются в процессе эксплуатации.

Первый вид повреждения – это образование трека на поверхности защитной оболочки и, как следствие, эрозия оболочки. Данное повреждение может возникать при эксплуатации изоляторов в районах с сильными загрязнениями, из-за воздействия поверхностных разрядов и частичных дужек в условиях увлажнения изоляторов. Второй вид повреждения – это образование дендритов в стеклопластиковом стержне и треков на границе раздела «стержень – оболочка». Зачастую это сопровождается внутренней эрозией защитной оболочки вплоть до образования сквозных отверстий. Данное повреждение связано с проникновением влаги в изолятор. Первопричиной повреждения чаще всего является дефект конструкции изолятора, а именно, недостаточная герметичность границы раздела между оболочкой и металлической арматурой и плохая адгезия оболочки к стеклопластиковому стержню. Третий вид повреждения – это так называемый «хрупкий излом». Как предполагается, «хрупкий излом» возникает в результате разрушения стекловолокон под действием кислот, которые образуются при частичных разрядах в изоляторе в присутствии влаги. Развитие данного повреждения, как и в предыдущем случае, связано с нарушением герметичности и проникновением влаги в изолятор.

Индикаторы на полимерных изоляторах

Индикатор установлен как дополнительный элемент в изолирующей подвеске. При нормальной работе индикатор выполняет также небольшую изолирующую функцию. В частности, увеличивает общую длину пути утечки изолирующей подвески.

Существуют такие полимерные изоляторы, в которых присутствует встроенная система контроля состояния высоковольтной изоляции, позволяющая контролировать состояние полимерного изолятора. Эта система дает возможность идентифицировать начало разрушений полимерных изоляторов. Возможность раннего обнаружения ухудшения состояния изоляции позволяет своевременно провести плановые работы по замене изолятора без аварийного отключения линий электропередачи.

Система раннего обнаружения ухудшения изоляции, которая применяется

в изоляторе, рассчитана на срабатывание при выходе из строя от 20 до 50 % изолятора. Так, система позволяет за достаточно большое время до полного разрушения изолятора предупредить аварийное отключение линии. После срабатывания системы сигнализации поврежденный изолятор может использоваться до шести месяцев, он должен быть обнаружен при плановом осмотре воздушной линии электропередачи для последующей плановой замены.

Даже если изолятор не был своевременно идентифицирован из-за отсутствия планового осмотра, при КЗ линии это можно сделать легко и быстро. Изолятор при разрушении от 20 до 50 % будет сигнализировать об этом отсутствием сигнального элемента.

Описание работы индикатора на подвесном линейном изоляторе

Падение напряженности электрического поля на индикаторе максимально, так как он установлен первым между проводом и изолятором. В нормальном состоянии при рабочем состоянии изоляционного тела полимерного изолятора величина падения напряжения на индикаторе будет недостаточной для его пробоя и разрушения. В случае ухудшения электроизоляционных свойств несущего изоляционного тела полимерного изолятора на индикаторе значение падения напряженности электрического поля будет увеличиваться. При достижении значения падения напряжения на индикаторе больше внутренней электрической прочности индикатор разрушается, сигнализируя о выходе из строя изолятора.

Вывод

Таким образом, благодаря индикаторам на полимерных изоляторах, значительно возрастает надежность электроснабжения.

Повреждения полимерных изоляторов в эксплуатации, как правило, обусловлены нарушением герметичности защитной оболочки и проникновением влаги в изолятор. Это наиболее распространенный вид повреждения. Итогом работы по сбору и анализу информации об аварийных ситуациях стало составление так называемого «черного списка», а именно, перечня оборудования, запасных частей и материалов, поставленных с дефектами или некачественно изготовленными (подделками). Со списком можно ознакомиться на официальном сайте ОАО «МРСК Северо-Запада».

Диагностические признаки повреждения изоляторов, сформулированные в докладе, могут быть приняты за основу при разработке общих рекомендаций по диагностике полимерных изоляторов в эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гутман, И. Ю. Полимерные изоляторы для воздушных линий электропередачи / И. Ю. Гутман, Е. А. Соломоник, Н. Н. Тиходеев // Энергохозяйство за рубежом. – 1982. – № 4. – С. 21-25.

2. Гутман, И. Ю. Усовершенствование конструкции и опыт эксплуатации полимерных изоляторов / И. Ю. Гутман, Е. А. Соломоник // Энергохозяйство за рубежом. – 1987. – № 4. – С. 15-20.

3. Гутман, И. Ю. Опыт эксплуатации за рубежом полимерных изоляторов для воздушных линий электропередачи / И. Ю. Гутман // Энергохозяйство за рубежом. – 1991. – № 5. – С. 21-23.

4. Гутман, И. Ю. Исследования и опыт эксплуатации подвесных полимерных изоляторов / И. Ю. Гутман, В. А. Кравченко, Е. А. Соломоник // Электрические станции. – 1995. – № 12. – С. 56-64.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА НАГРУЗКИ ГИДРОАГРЕГАТА СТАНЦИОННОГО № 20 НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАТУРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Лясина Ю. С., Рига И. Л. – магистранты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Султанов М. М.*** – канд. техн. наук, доцент

Для организации эффективной и надежной эксплуатации гидротурбинных установок необходимо после комплексного их опробования (в период освоения) провести натурные испытания. Эти испытания позволят выявить недостатки проектирования, изготовления и монтажа оборудования; проверить выполнение технических условий и заводских гарантий по энергетическим и механическим характеристикам, гарантий регулирования гидротурбин; проверить надежность отдельных узлов и гидроагрегатов в целом; установить оптимальные режимы и условия работы гидроагрегатов; определить действительные запасы статической и динамической устойчивости гидрогенераторов при параллельной работе в энергосистеме [1].

Целью энергетических испытаний гидроагрегата № 20 на Волжской ГЭС являлось:

– определение формы рабочих характеристик гидроагрегата и гидротурбины;

– определение мощностной и расходной характеристик гидроагрегата;

– проверка гарантий по мощности гидротурбины и соответствия формы фактической рабочей характеристики гидротурбины с данными завода-изготовителя;

– определение оптимальных комбинаторных зависимостей гидротурбины и эксплуатационной характеристики.

Энергетические испытания были проведены при напорах ГЭС 24,15; 21,21 и 17,29 м. В результате испытаний получены индексные энергетические характеристики гидроагрегата и турбины, оптимальные комбинаторные зависимости, эксплуатационная и расходно-мощностная характеристики [2].

Результаты натурных испытаний показали различия с заводскими характеристиками гидроагрегата. На эксплуатационной характеристике (рис. 1) видно, что при одинаковом КПД и расходе воды можно добиться более высоких показателей по выработке мощности, изменяя напор воды.

Авторы провели анализ режимов гидротурбины при различных напорных характеристиках для $N_э$ = const, равных 80, 90, 100 МВт. Выбор оптимального режима нагрузки гидротурбины производился по зависимости

$$Q = f(N_э, H_б, \eta^{max}).$$

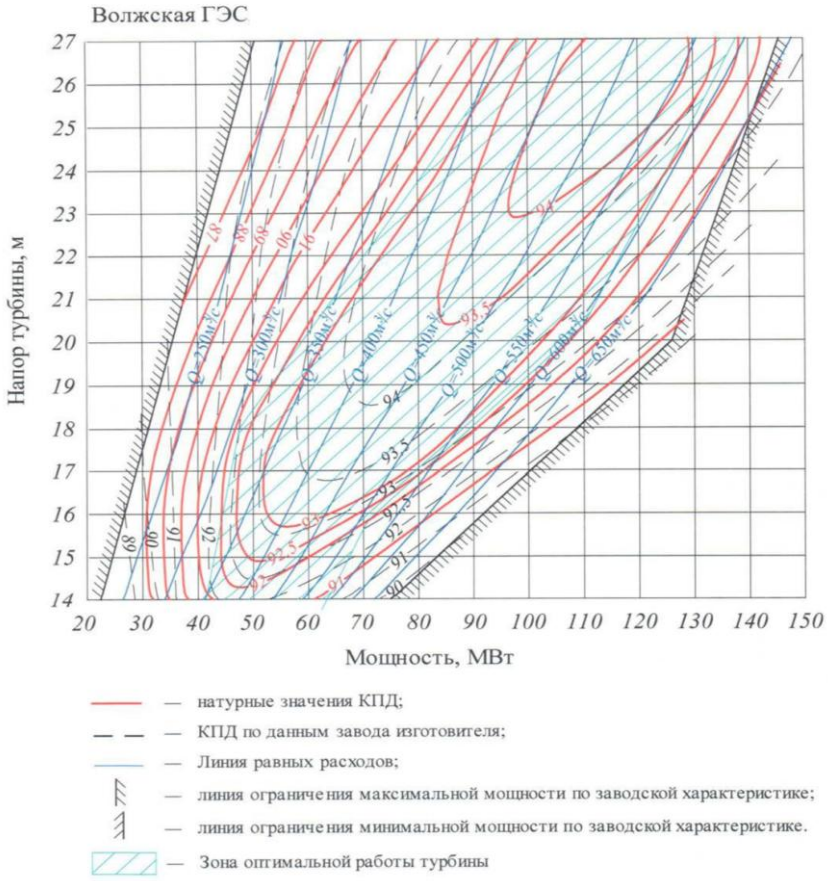


Рис. 1. Натурная эксплуатационная характеристика гидротурбины № 20

Результаты приведены в таблице.

Таблица

Сводные результаты расходов и КПД для различных мощностей гидроагрегата № 20

Мощность *P*, МВт						***H*б, м**
80		**90**		**100**		
***Q*, м/с**	**η, %**	***Q*, м/с**	**η, %**	***Q*, м/с**	**η, %**	
536	92,5	616	91,5	700	90,5	17
463	93,3	528	93,3	596	92,5	19
422	93,4	475	93,4	529	93,3	21
375	93,5	418	94,1	464	94,2	24

Для заданного диапазона нагрузок и напорных характеристик определили наиболее выгодный режим выработки электроэнергии (рис. 2, 3).

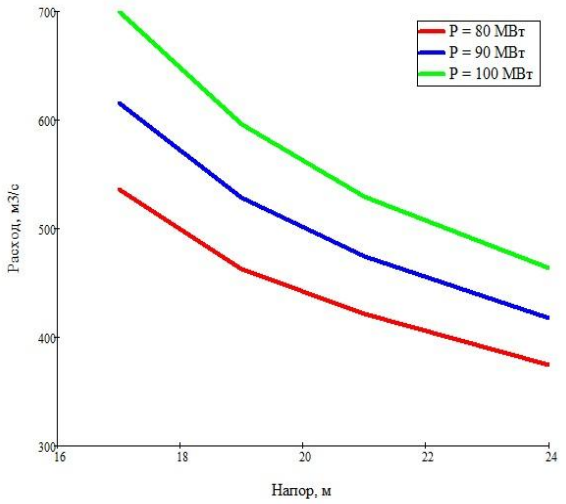


Рис. 2. Зависимость расхода воды от напора

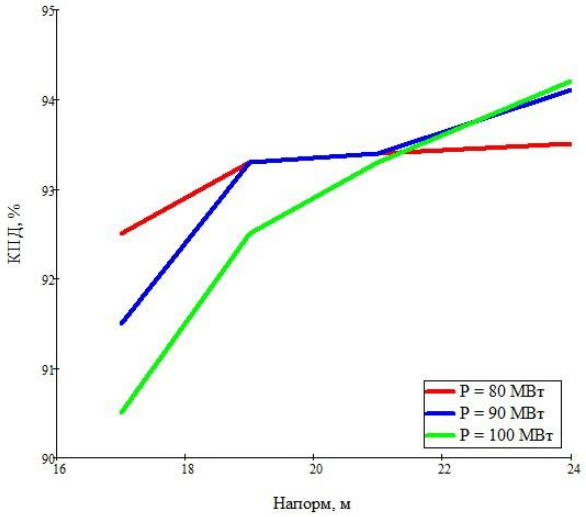


Рис. 3. Зависимость КПД от напора

Анализ приведенных зависимостей показывает, что наиболее оптимальный режим работы гидроагрегата будет при напоре, равном 24 м, КПД – 94 %, расходе воды – 418 м/с и выработке мощности – 90 МВт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 153-34.2-31.302-2001. Методические указания по проведению натурных испытаний гидротурбинных агрегатов при вводе их в эксплуатацию на ГЭС. – Взамен РД 34.31.302-88. – Введ. 01.12.2001. – Москва : СПО ОРГРЭС, 2001. – 13 с.

2. Вибрационные испытания гидроэнергетического оборудования. Натурные испытания гидроагрегатов № 13, 20, 21. Проведение вибрационных испытаний гидрогенераторов № 5, 20 для перемаркировки на большую мощность Филиала ОАО «Русгидро» – «Волжская ГЭС»: технический отчёт (этап 3) / исполн.: Дмитриев С. Г., Минаков В. А, Козлов Д. Д., Федосеев И. А. – Москва, 2014. – 75 с.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАИЛЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕРИВАЦИОННЫХ ГЭС И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ЗОНЫ ЗАИЛЕНИЯ

Мазин А. С., Рябов А. Ю. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

На сегодняшний день в эксплуатации находится значительное количество гидротехнических сооружений компании ПАО «РусГидро», подверженных такому явлению, как заиление. Данная проблема наиболее актуальна для ГЭС деривационного типа, расположенных на горных реках.

Заиление – это процесс отложения ила, песка, глины, остатков растений и других отложений в результате разрушения берегов, а также отложения мине-

ральных частиц непосредственно в теле плотины, в деривационных каналах, в водохранилище и на прилежащих к нему берегах.

Наличие больших скоростей в течении потока в реках, транспортирующих огромное количество взвешенных и донных наносов, приводит к интенсивному размыву русел. Наибольшее развитие отложений приходится на период паводка. Они ведут к уменьшению полезного объема водохранилища, а также к уменьшению напора станции, износу основного и вспомогательного гидросилового оборудования, что непосредственно влияет на выработку мощности станцией деривационного типа. Изменение всего режима работы ГЭС приводит к поломке (выходу из строя) гидросилового оборудования вплоть до его замены.

В деривационных ГЭС напор создаётся с помощью специальных каналов или тоннелей, так называемых деривационных, или отводных водоводов, которые «забирают» в себя часть воды из реки. Эти водоводы идут приблизительно параллельно руслу реки, но уклон их значительно меньше уклона русла реки (эта разница и позволяет в дальнейшем создать напор для ГЭС). Плотину, которая перекрывает русло реки у входа в деривационный канал или тоннель, обычно делают невысокой, и служит она в основном не для создания напора, а для того, чтобы направить воду в деривационные водоводы. У конца деривационных каналов сооружается здание гидростанции и турбинный трубопровод, через который вся вода, проходя через гидрогенераторы, возвращается обратно в реку, рис. 1.

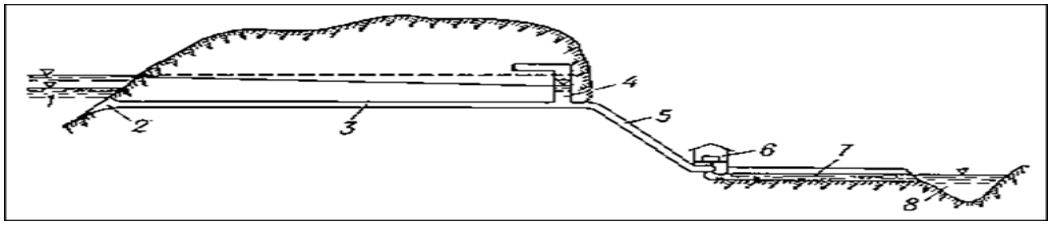


Рис. 1. Схема размещения деривации: 1 – водохранилище; 2 – водоприёмник; 3 – подводящая деривация (напорный трубопровод); 4 – уравнительный резервуар; 5 – турбинный водовод; 6 – силовое здание ГЭС; 7 – отводящая деривация (канал); 8 – русло реки

В качестве варианта технического решения проблемы можно использовать промывку водохранилища с помощью дополнительной сливной трубы. В этом методе две трубы расположены следующим образом: труба главного деривационного канала останется стандартной по форме, размерам и местоположению, а вход сливной трубы должен находиться несколько ниже входа в главную трубу. Форма и размеры сливной трубы должны быть такими же, как и главного канала, но совсем не принципиально, чтобы направление сливной трубы совпадало с трубой деривационного канала, так как ее задача заключается в том, чтобы отвести все донные отложения из верхнего бьефа в нижний в обход гидроагрегатов, соединённых между собой соединительной трубой. Вместо тройника на главной трубе может использоваться эжектор или насосная станция вместе с эжектором. Эжектор – устройство, передающее энергию двигающейся с большой скоростью среды другой среде, менее подвижной. В сужающемся сечении аппарата возникает зона пониженного давления одной из сред, провоцируя подсос второй среды

в ее поток. Применение эжектора необходимо для создания некоторого ускорительно-всасывающего момента в трубе для слива грязи. В случае, когда нужно прочистить водохранилище, об этом сигнализирует датчик, установленный в главном деривационным канале, открывается заслонка, находящаяся в соединяющей трубе и в сливной трубе. В такой системе предусмотрена система заслонок, которая изображена на рис. 2.

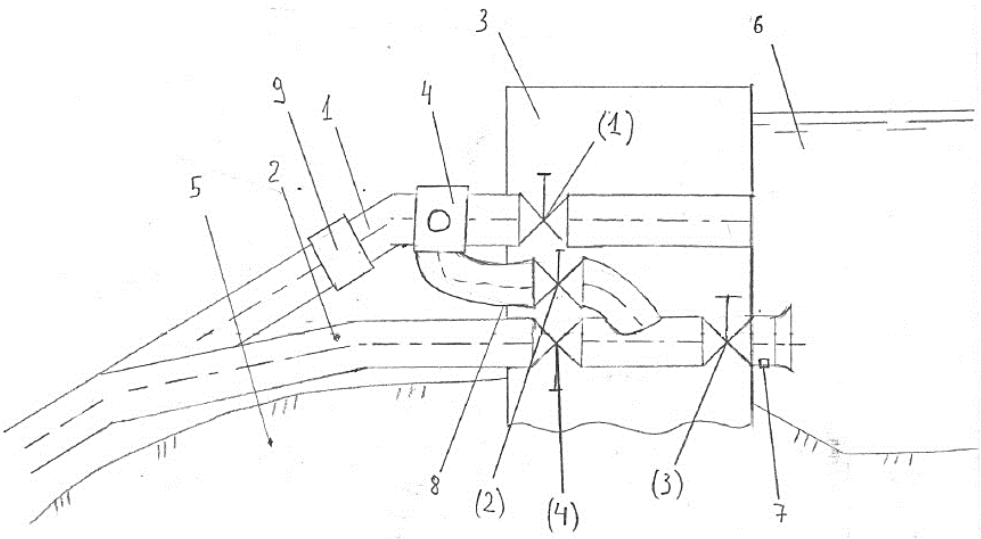


Рис. 2. Способ очистки водохранилища, методом дополнительной трубы с эжектором: 1 – главная труба; 2 – сливная труба; 3 – здание главного узла; 4 – эжектор; 5 – поверхность горной породы; 6 – водохранилище; 7 – датчик мутности; 8 – промежуточная труба; 9 – фильтр; (1) – заслонка главного канала; (2) – заслонка эжектора; (3) – входная заслонка сливного канала, (4) – заслонки входного канала

Схема работает по следующему алгоритму:

1) нормальный режим. При таком режиме открыта заслонка главного канала (1), все остальные заслонки находятся в закрытом режиме;

2) режим работы после срабатывания датчика. Протекает процесс переключения заслонок с учетом работы эжектора. Момент срабатывания датчика показывает, что вода стала слишком мутная. В этот момент открываются входная заслонка сливного канала (3) и заслонка эжектора (2), а также закрывается заслонка (1). При такой схеме открытия и закрытия заслонок происходит пробивание илового слоя на дне водохранилища эжектором (в силу конструкционного строения эжектора);

3) после пробивания илового слоя идет переключение заслонки входного канала (4) в открытый режим и закрытие заслонки (2); таким образом, вода с содержанием ила проходит по сливному каналу в нижний бьеф. Иными словами, происходят закрытие главного канала и полное открытие сливной трубы, после чего бурный поток воды с илом проходит в сливную трубу и вытекает из нее в нижний бьеф.

Можно организовать режим работы, при котором не нужно останавливать агрегаты, а достаточно просто приоткрыть заслонку (1).

Очищение будет происходить до тех пор, пока датчик на сливной трубе не подаст сигнал об отключении. Также в деривационном тоннеле предусмотрена система водоочистительных фильтров, которые будут располагаться после эжектора. Тем самым снизится уровень взвеси, попадающей в гидромеханическое сооружение. Все затворы на сливной трубе и главном канале автоматизированы, поэтому можно добиться результата, при котором очищение водохранилища снизит влияние на режим работы электростанции. Альтернативой эжекторов может выступать электрический насос, который способен перекачивать донные отложения. Кроме того, для увеличения надежности системы, в частности, насоса, стоит устанавливать дисковые или шаровые заслонки в сливной трубе и в ответвлении, ведущем к насосу. Продолжительность работы насоса в этом случае будет невелика, так как ему необходимо пробить верхний слой ила.

В результате внедрения данного предложения по уменьшению заиления методом промывки водохранилища с помощью дополнительной трубы значительно увеличится полезный объем водохранилища, износостойкость гидросилового оборудования станет минимальной, срок годности гидроагрегатов увеличится, выработка увеличится за счет появления увеличенного отчисткой напора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динамика русловых потоков / К. В. Гришин // «ТИМИЗ». – 1979. – Гидрометеоиздат. – 312 с.

2. Сооружения деривационных ГЭС. Выбор основных параметров и их расчет / М. И. Бальзанников, Ю. В. Евдокимов, А. А. Орлова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 62 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАИЛЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДЕРИВАЦИОННЫХ ГЭС

Мазин А. С., Рябов А. Ю. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Процесс заиления характерен для мест размещения деривационных ГЭС. Наличие больших скоростей в течении потока в реках приводит к интенсивному размыву русел, и они транспортируют огромное количество взвешенных и донных наносов. Наибольшее развитие отложений приходится на период паводка. Они непосредственно ведут к уменьшению полезного объема водохранилища, а также к уменьшению напора станции, износу основного и вспомогательного гидросилового оборудования, что влияет на выработку мощности станцией деривационного типа. В деривационных ГЭС напор создаётся с помощью специальных каналов или тоннелей, так называемых деривационных, или отводных водоводов,

которые, грубо говоря, «забирают» в себя часть воды из реки. Эти водоводы идут приблизительно параллельно руслу реки, но уклон их значительно меньше уклона русла реки (эта разница и позволяет в дальнейшем создать напор для ГЭС). При глубоком промыве водохранилище полностью опорожняется, гидроэлектростанция останавливается. Продолжительность промыва – 8-10 суток.

При глубоком промыве интенсивность удаления наносов наибольшая. Из-за значительной концентрации наносов в промывном потоке возможно частичное отложение их в нижнем бьефе, поэтому необходим постоянный контроль за состоянием русла нижнего бьефа. Мелкий промыв проводится с частичным снижением верхнего бьефа в пределах зоны регулирования «уровень мертвого объёма (УМО) – нормальный подпорный уровень (НПУ)» без остановки работы ГЭС. При мелком промыве эффективность удаления наносов меньше, и, соответственно, продолжительность промыва должна быть большей и составлять от 10 суток до 1-2 месяцев [2], таблица.

Таблица

Длительность промыва, сут.	**Масса удаленных наносов, тыс. т**			
	при расходе 80 м^3/с	**при расходе 100 м^3/с**	**при расходе 150 м^3/с**	**при расходе 220 м^3/с**
1	224,32	221,06	285,31	222,05
2	302,21	311,03	412,64	329,02
3	355,77	373,47	492,75	399,87
…				
15	555,96	617,58	777,93	665,72
16	560,00	627,18	791,53	680,12
17	563,55	636,54	805,13	694,52
…				
23	577,63	686,52	885,01	779,84
24	579,23	694,52	898,21	794,24
25	580,83	702,52	911,41	808,64

Выявлено, что при меньших расходах эффективность промыва снижается из-за недостижения максимальных скоростей течения воды и, соответственно, максимальной размывающей способности потока, а при больших расходах влияние на снижение размывающей способности потока оказывает его высокая входная мутность.

Наполнение водохранилища после промыва следует проводить на спаде половодья (паводка) в возможно более поздний срок. Это обеспечивает охрану водохранилища от последующего заиления наносами. Данный метод может обеспечивать очистку от больших объемов наносов, однако не позволяет проводить очистку заранее определенных районов водохранилища.

Взвешенные наносы истирают облицовки деривационных и станционных водоводов, а также рабочие элементы гидротурбин (рисунок). Иловые примеси, смешиваясь с водой, находящейся в зоне рабочего колеса, увеличивают ее плотность, тем самым повышая вязкость жидкости, что приводит к замедлению вращения гидроагрегата, а также к истиранию и изнашиванию лопастей турбин, лопаток направляющего аппарата и уменьшению объема спиральной камеры.

Отложения, неравномерно расположенные на лопастях турбины, увеличивают вибрацию гидроагрегата [1].

Рисунок. Лопасти турбины, истертые и разрушенные от наносов

Абразивный износ турбин приводит к значительному падению КПД, а следовательно, к снижению мощности и выработки энергии ГЭС, сокращению срока службы гидротурбин. Рассмотрим метод решения данной проблемы с помощью бетонирования ложи БСР. Глубина БСР равна 20 м, глубина заиления – 8 м.

Мощность ГЭС

$$P = 9{,}18QH\eta m,$$

где Q – расход воды, м^3/с; H – напор, м; η – КПД (гидротурбины), равный 0,92; m – количество гидроагрегатов.

При нормальном расходе и нормальном напоре

$$P_1 = 9{,}18 \cdot 94{,}40 \cdot 26{,}40 \cdot 0{,}92 = 67{,}47 \text{ МВт}.$$

Находим напор воды с учетом заиления:

$$H_1 = 94{,}4 - 8{,}0 = 86{,}4 \text{ м}.$$

В соответствии с графиком выбираем расход воды $Q_1 = 74$ м^3/с.

Пересчитываем мощность ГЭС с учетом заиления:

$$P_2 = 9{,}18 \cdot 86{,}40 \cdot 74{,}00 \cdot 0{,}92 = 57{,}70 \text{ МВт}.$$

Разность мощностей составляет

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 67{,}47 - 57{,}70 = 9{,}77 \text{ МВт}.$$

Количество вырабатываемой электроэнергии, КВт·ч:

$$Э = \Delta PT, \text{ где } T - 8760 \text{ часов в год}.$$

Потери в мощности в год составляют с учетом наносов

$$Э = 9{,}77 \cdot 8760 = 85{,}58 \text{ ГВт·ч}.$$

Расчет бетонирования дна БСР

Площадь дна БСР

$$S = AB = 730 \cdot 200 = 146\,000 \text{ м}^2.$$

Типовая толщина бетонного настила дна равна h = 0,4 м.

Объём бетона, необходимого для заливки дна, рассчитывается по формуле

$$V = Sh = 146\,000 \cdot 0{,}4 = 58\,400 \text{ м}^3.$$

Расчет грязеспуска

Длину грязеспуска, отведённого от БСР, при изучении карт примем равной L = 350 м. Необходимая пропускная способность, оптимальная для данного БСР, принимается равной W = 150 м^3/с. Также необходимо выстроить график работы и составить режимы промыва БСР. Из-за этого расчет усложняется. Ориентировочно возьмем диаметр трубы равным d = 3 м.

В ходе работы была рассмотрена ГЭС Кашхатау. Было предложено решение данной проблемы и описаны простейшие алгоритмы работы систем очистки от ила; сделаны некоторые заключения, такие как: иловые отложения обильно появляются в период половодья, когда вода, стекающая с гор, собирает в себе всю грязь, спускаются с вершин, попадают в водохранилище, тем самым осаждаются на дне, что приводит к уменьшению полезного объёма водохранилища. После использования данного предложения о бетонировании дна БСР получаем значительное изменение полезного объема водохранилища; потери мощности станут минимальны; выработка увеличится за счет появления нового напора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заиление водохранилищ и борьба с ним / В. В. Пославский, В. Д. Бердышев. – М. : Колос, 1970. – 318 с.

2. Проектный документ «Разработка инструкции по ведению водного режима НЧГЭС и уточнение пропускной способности водосбросных сооружений головного узла Кашхатау ГЭС и их тарировка».

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Милитонян Ш. М. – магистрантка
Самкова А. А., Трощило Д. Л. – студентки
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Для эффективной работы очистного оборудования очень важно подобрать оптимальный режим. В различных технологических процессах (например, при производстве строительных материалов) в сточные воды попадает песок. Существуют различные методы очистки сточных вод. Наиболее целесообразным для очистки вод с минеральными частицами размером более 0,20-0,25 мм является использование песколовок. При попадании сточных вод в песколовку они отстаиваются, в результате чего механические примеси оседают.

Для исследования была выбрана горизонтальная песколовка в виде емкости длиной 0,25-1,00 м, в которой поток воды движется со скоростью 0,15-0,30 м/с. Расход воды принят более 10 тыс. м^3/сут. Нахождение воды в емкости принято 30 с. Максимальный расход очищаемой воды $Q_{макс}$ = 0,36 м^3/с. На отводном канале установлен плоский щит шириной, равной ширине канала b = 0,75 м. Определяем оптимальный вариант работы с учётом экономии электроэнергии для обеспечения в песколовке при максимальном расходе движения сточных вод с оптимальной скоростью υ = 0,3 м/с. Схема отводного канала горизонтальной песколовки представлена на рисунке.

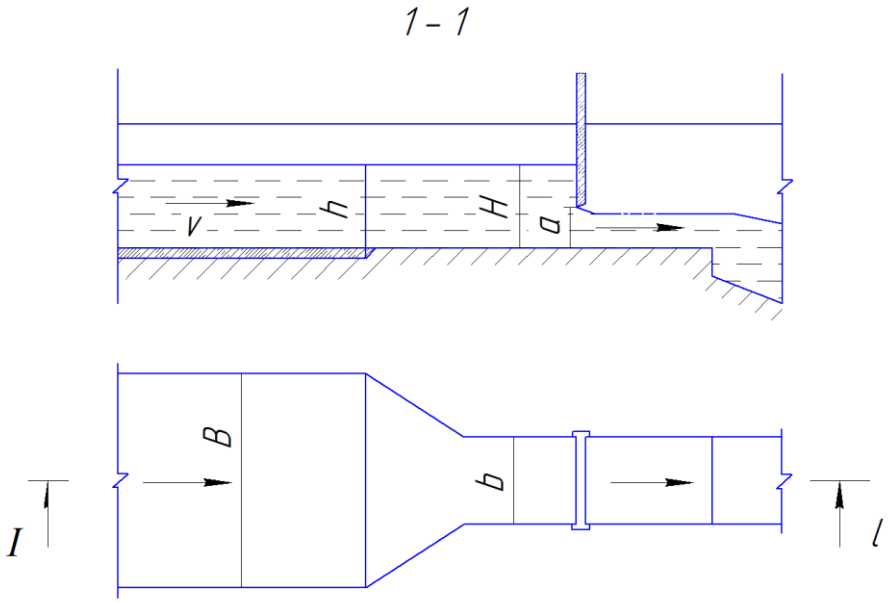


Рисунок. Схема отводного канала горизонтальной песколовки

Глубина воды в песколовке при максимальном расходе

$$h = Q_{max} / (B\upsilon) = 0,36 / (2 \cdot 0,30) = 0,60 \text{ м}. \quad (1)$$

Пренебрегая потерями на выходе воды из песколовки, примем напор H перед щитом также равным 0,6 м (дно песколовки и отводного канала находятся на одной отметке).

Величину α определим из формулы (истечение воды из-под щита свободное)

$$Q = \varphi \frac{b\varepsilon\alpha}{\sqrt{1+\frac{\varepsilon\alpha}{H}}}\sqrt{2gH}\ . \quad (2)$$

Скорость воды в канале

$$\upsilon_0 = \frac{Q}{bH} = \frac{0,36}{0,75 \cdot 0,6} = 0,8\ \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (3)$$

Число Фруда

$$F_r = \frac{\upsilon_0^2}{gH} = \frac{0{,}8^2}{9{,}81 \cdot 0{,}6} 0{,}109. \quad (4)$$

Принимаем коэффициент φ = 0,96. В первом приближении принимаем $n = \alpha/H = 0{,}5$. Коэффициент сжатия струи определим по формуле

$$\varepsilon = 0{,}57 + \frac{0{,}043}{1{,}1 - n} = 0{,}57 + \frac{0{,}043}{1{,}1 - 0{,}5} = 0{,}64. \quad (5)$$

Преобразовав формулу (2) и подставив в нее численные значения, получим

$$\alpha = \frac{Q\sqrt{1 + \frac{\varepsilon\alpha}{H}}}{\varphi b \varepsilon \sqrt{2gH}} = \frac{0{,}36\sqrt{1 + 0{,}64 \cdot 0{,}5}}{0{,}96 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}64\sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6}} = 0{,}26 \text{ м}. \quad (6)$$

Уточним расчет с учетом полученного значения α:

$$n = \frac{\alpha}{H} = \frac{0{,}26}{0{,}6} = 0{,}43; \quad (7)$$

$$\varepsilon = 0{,}57 + \frac{0{,}043}{1{,}1 - 0{,}43} = 0{,}63; \quad (8)$$

$$\alpha = \frac{0{,}36\sqrt{1 + 0{,}63 \cdot 0{,}43}}{0{,}96 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}63\sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6}} = 0{,}27. \quad (9)$$

Следовательно, для обеспечения в песколовке скорости υ = 0,3 м/с щит должен быть открыт на величину α = 0,27 м, что является оптимальным режимом работы.

ОЦЕНКА МИРОВОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ КАБЕЛЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Милько М. А., Хлынов Д. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильева И. Л.*** – доцент

Когда в 70-е годы на смену ранее широко распространенным кабелям с бумажной изоляцией пришли экструдированные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, все ожидали, что новые кабели будут долговечными и длительно сохранят свои электрические характеристики без заметного снижения. Однако к концу 70-х годов было установлено, что сшитый полиэтилен, как и другие полимеры, подвержен процессам деградации – развитию водных триингов – при эксплуатации во влажных условиях и под воздействием электрического напряжения. Источниками локального увеличения напряженности электрического

поля в изоляции кабеля являются пустоты, посторонние включения в изоляции и выступы на электропроводящих экранах. Для предотвращения процесса развития водных триингов в одно и то же время были применены два подхода:

1) в Северной Америке «триингостойкий сшитый полиэтилен» со специальными добавками (ТСПЭ) был представлен в начале 80-х годов и продемонстрировал великолепные эксплуатационные качества;

2) в Европе «сополимерный сшитый полиэтилен» (ССПЭ) также был представлен в начале 80-х годов и обладал отличными эксплуатационными качествами.

Опыт применения триингостойкого сшитого полиэтилена в Северной Америке

Триингостойкий сшитый полиэтилен (ТСПЭ) был разработан с целью устранения развития водных триингов. Кроме способности значительно подавлять развитие водных триингов, при разработке ТСПЭ учитывались такие характеристики, как способность длительно сохранять высокую электрическую прочность и низкие диэлектрические потери. Впервые ТСПЭ появился в 1983 году и к настоящему времени стал основным изоляционным материалом, применяемым в подземных распределительных кабельных сетях среднего напряжения в Северной Америке. Методы ускоренного старения кабелей также подтвердили улучшенные эксплуатационные характеристики ТСПЭ во влажной среде, поэтому эксплуатационные качества ТСПЭ до сих пор остаются эталоном в кабельной промышленности Северной Америки. В 80-х годах ТСПЭ подтвердил свое неоспоримое преимущество перед обычным СПЭ.

На рис. 1 проиллюстрировано превосходство характеристик ТСПЭ в сравнении с СПЭ по итогам испытаний на ускоренное старение, проведенных в Северной Америке в 90-е годы в рамках требований «Ассоциации осветительных компаний им. Эдисона».

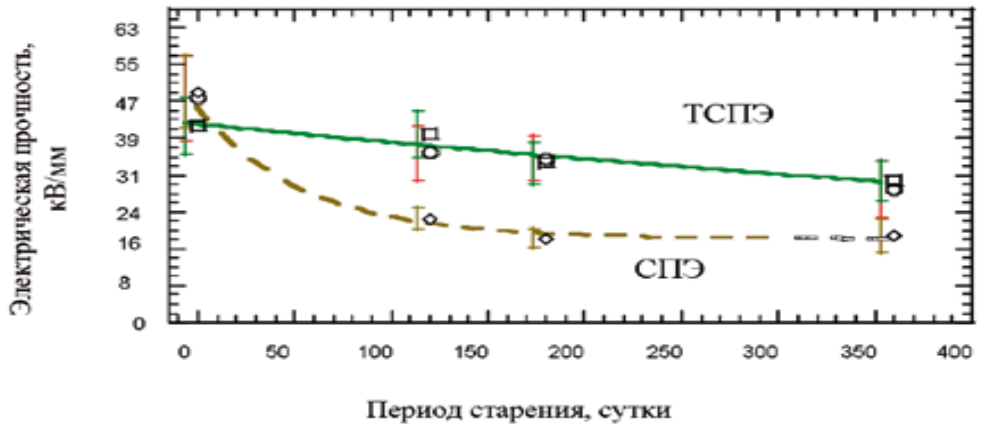


Рис. 1. Характеристики ТСПЭ и СПЭ по итогам испытаний на ускоренное старение

Опыт применения триингостойкого сшитого полиэтилена в Европе

В Европе был применен иной подход, отличный от того, который характерен для Северной Америки. Исследователи обнаружили, что композиция полиэтилена, используемого при производстве СПЭ, с сополимерами на основе этилена и алкилакрилата повышает устойчивость к электрическому пробою после старения под электрическим напряжением в присутствии воды. В результате был представлен новый продукт, получивший название «сополимерный сшитый полиэтилен» (ССПЭ). Испытания кабелей на длительное старение показали сопоставимые или более высокие эксплуатационные характеристики ТСПЭ в сравнении с сополимерным СПЭ. На рис. 2 показаны результаты испытаний различных серий миниатюрных кабелей после старения в течение 1000 ч.

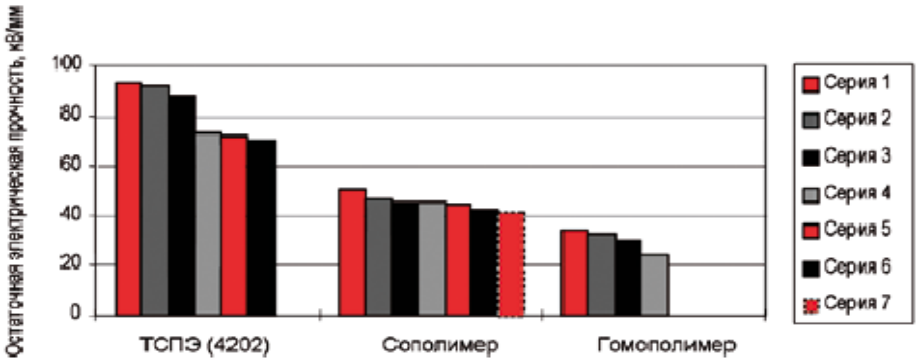


Рис. 2. Результаты испытаний миниатюрных кабелей после старения в течение 1000 ч

Опыт применения триингостойкого сшитого полиэтилена в Азии

В Китае электроэнергетические компании осуществляют значительное расширение своих подземных кабельных сетей и начинают рассматривать вопрос продолжительности срока службы и повышения надежности кабелей среднего напряжения. Для оценки улучшения эксплуатационных характеристик кабелей в случае применения ТСПЭ на предприятиях Китая компания Dow Chemical совместно с Уханьским исследовательским институтом высокого напряжения [WHVRI] разработала и профинансировала программу испытаний кабелей китайских конструкций. Программа, основанная на североамериканских нормах испытаний на ускоренное старение, включала три вида кабелей: СПЭ китайского производства; СПЭ производства США и ТСПЭ производства США.

Результаты испытаний кабелей на старение показывают превосходство эксплуатационных характеристик кабелей с изоляцией из ТСПЭ, рис. 3.

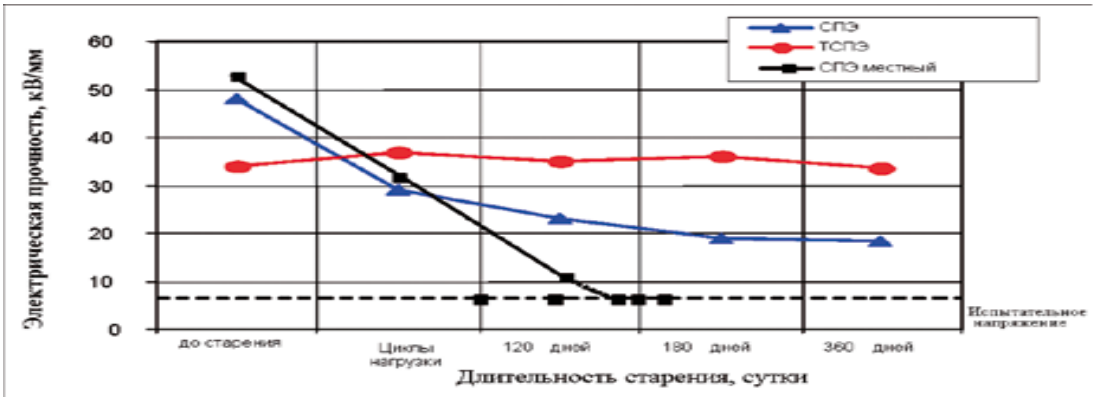


Рис. 3. Зависимость электрической прочности при переменном напряжении от длительности высоковольтных испытаний

Опыт применения триингостойкого сшитого полиэтилена в Латинской Америке

В Латинской Америке прослеживается тенденция к развитию кабельных сетей среднего напряжения подземной прокладки с учетом как эстетических, так и практических причин (меньше затрагивается окружающая среда). Признание преимуществ ТСПЭ в кабельных сетях подземной прокладки привело к одобрению и использованию этого материала. В Мексике ТСПЭ применяется в распределительных сетях. В Бразилии ТСПЭ одобрен и рекомендован в национальном стандарте в качестве изоляции наряду с обычным сшитым полиэтиленом.

Выводы

В конце 70-х годов было обнаружено, что СПЭ, как и другие полимеры, подвержен процессам деградации – развитию водных триингов – при эксплуатации в присутствии воды и под воздействием электрического напряжения. В Северной Америке и в Европе были разработаны различные подходы к решению этой проблемы. В начале 80-х годов в Северной Америке был представлен продукт, получивший название «триингостойкий сшитый полиэтилен» (ТСПЭ), обладающий высокими эксплуатационными свойствами. Многочисленные ускоренные испытания в воде под электрическим напряжением со всей очевидностью подтвердили улучшенную стабильность электрической прочности изоляции кабеля при использовании ТСПЭ в сравнении с другими изоляционными материалами. По результатам этих испытаний ТСПЭ стал основным изоляционным материалом, применяемым в подземных распределительных кабельных сетях среднего напряжения в Северной Америке. В Европе в начале 80-х годов был представлен продукт, получивший название «сополимерный сшитый полиэтилен» (ССПЭ), который также подтвердил свои отличные эксплуатационные свойства при использовании в кабелях среднего напряжения. Технология ТСПЭ, применяемая в Северной Америке, продемонстрировала сопоставимые или лучшие эксплуатационные параметры изоляции кабелей в сравнении с ССПЭ, применяемым в Европе. По этой причине можно ожидать увеличения объемов ис-

пользования изоляции из ТСПЭ в Европе. В Азии стремление увеличить срок эксплуатации кабелей и повысить их надежность привело к возникновению значительного интереса к ТСПЭ, который способен удовлетворить такие ожидания. Применение ТСПЭ в Азии расширяется по мере проведения испытаний эксплуатационных свойств этого продукта. В Латинской Америке полагают, что применение ТСПЭ будет ценным вкладом в повышение надежности кабелей при эксплуатации подземных сетей; этот материал получил одобрение и используется в нескольких латиноамериканских странах. По мере возрастания требований к долговечности подземных кабельных сетей среднего напряжения ТСПЭ все чаще применяется в качестве предпочтительного изоляционного материала, способного удовлетворить такие запросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lawson, J. H. and Vahlstrom Jr., W. Investigation of Insulation Deterioration in 15 kV Polyethylene Cables removed from Service, Part II. IEEE Trans. PAS Vol. 92, March/April, 1973, pp. 824-831.

2. Bahder, G., Katz, C., Lawson, J.H., and Vahlstrom Jr.W. Electrical and Electromechanical Treeing Effects in Polyethylene and Crosslinked Polyethylene Cables. IEEE Trans. PAS Vol. 93, May/June 1974, pp. 977–986.

3. Eichorn, R. M. Engineering Dielectrics, Vol. II A, pp. 355-444, 1983.

4. Ashcraft, A. C. Water Treeing in Polyethylene Dielectrics: Paper 3A-13 World Electrotechnical Congress, Moscow, USSR, June 1977.

5. Association of Edison Illuminating Companies. Specifications for A Thermoplastic and Crosslinked Polyethylene Insulated Shielded Power Cables Ra ed 5 through 35 kV.10th Edition. New York, 1994 (AEIC CS5-94).

6. R. Lyle and J.W. Kirkland. An Accelerated Life Test For Evaluating Power Cable Insulation. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100.

7. Szaniszlo, S. R. Kabelitems 164, «HFDA-4202 NT EC Eleven Years of Performance», Union Carbide Corp., Danbury, CT, 1995, p.10.

8. Hartlein, R. ICC Spring 2002 Education Program, pgs 922 to 941.

9. Katz, C., Walker, M. IEEE Trans. on Power Delivery, 10(1). 1995.

ВЛИЯНИЕ КПД КОМПРЕССОРА И ТУРБИНЫ НА ПАРАМЕТРЫ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Миронов Д. И. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Газотурбинные установки (ГТУ), имеющие простую схему, получили распространение именно благодаря простоте конструкции и достаточной надежности в эксплуатации.

Ценой усложнения схемы можно значительно улучшить основные характеристики ГТУ. Так как газотурбинная установка – это конструктивно объеди-

нённая совокупность устройств, то эффективность каждого из них влияет на эффективность всей установки.

Цель работы: проанализировать влияние изменения КПД турбины и компрессора на характеристики ГТУ, что важно знать при создании более эффективных ГТУ.

Работа выполнялась с помощью математической модели ГТЭ-110. Проведён численный эксперимент для различных значений КПД компрессора и турбины.

Допущения: при изменении КПД остаются неизменными свойства рабочего тела. В результате численного эксперимента проверялась зависимость работы на валу агрегата *H*, коэффициента полезной работы φ и электрического КПД ГТУ η_e от изменения изоэнтропийного КПД турбины $\eta_т$ и компрессора $\eta_к$.

При КПД турбины $\eta_т$ = 0,88 и при КПД компрессора $\eta_к$ = 0,86 получены следующие параметры ГТУ: электрический КПД η_e = 0,3318, коэффициент полезной работы φ = 0,4667, работа на валу *H* = 341,6 кДж/кг.

Влияние КПД турбины при постоянном КПД компрессора представлено в табл. 1 (КПД и коэффициент полезной работы приведены в процентах).

Таблица 1

Влияние изменения КПД турбины

$\Delta\eta_т$ при $\eta_к$ = const, %	-3	-2	-1	1	2	3
Влияние на φ, %	-1,818	-1,212	-0,606	0,606	1,212	1,818
Влияние на η_e, %	-2,424	-1,616	-0,808	0,808	1,616	2,424
Влияние на *H*, кДж/кг	-24,950	-16,633	-8,317	8,317	16,633	24,950

Аналогичным образом определялось влияние КПД компрессора при постоянном КПД турбины. Результаты отражены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние изменения КПД компрессора

$\Delta\eta_т$ при $\eta_к$ = const, %	-3	-2	-1	1	2	3
Влияние на φ, %	-1,86	-1,24	-0,62	0,62	1,24	1,86
Влияние на η_e, %	-0,844	-0,589	-0,295	0,295	0,589	0,844
Влияние на *H*, кДж/кг	-13,615	-9,077	-4,538	4,538	9,077	13,615

По данным таблиц построен рисунок изменения КПД ГТУ от изменения КПД турбины и компрессора.

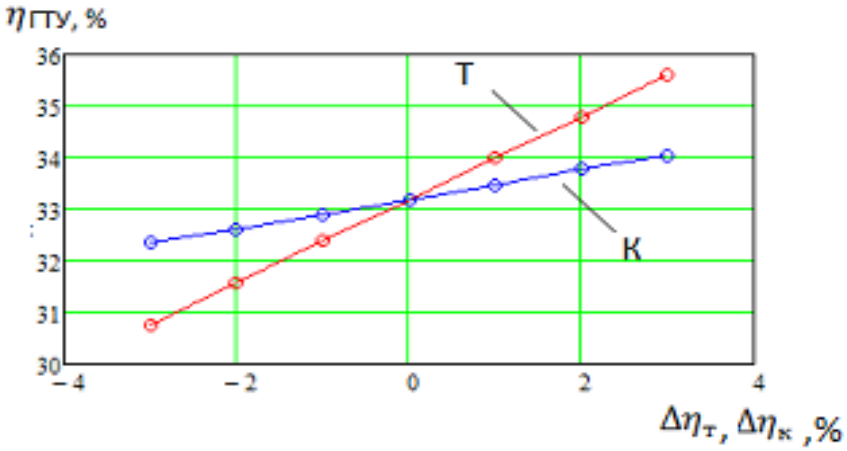


Рисунок. Влияние изменений в эффективности работы компрессора и турбины на КПД ГТУ

Анализ результатов расчётов: КПД турбины оказывает большее влияние на электрический КПД ГТУ и на работу на валу, чем КПД компрессора. Объясняется это тем, что процессы в газовой турбине эффективнее, чем процессы сжатия в компрессоре. В процессе совершенствования ГТУ прежде всего следует находить эффективные решения для повышения КПД турбины. Усовершенствование компрессора и турбины оказывает существенное влияние на КПД всей установки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТБОРОВ ВОЗДУХА НА ОХЛАЖДЕНИЕ ГОРЯЧИХ ЧАСТЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ГТЭ-180

Мирошников В. В. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Газотурбинная установка (ГТУ) – энергетическая установка, конструктивно объединённая совокупность газовоздушного тракта, компрессора, камеры сгорания, турбины, электрического генератора, системы управления и вспомогательных устройств. Поток газа высокой температуры воздействует на лопатки турбины. Использование тепла после турбины посредством теплообменника или котла-утилизатора обеспечивает увеличение общего КПД установки.

ГТУ может работать как на жидком, так и на газообразном топливе: в обычном рабочем режиме – на газе, а в резервном (аварийном) – автоматически переключается на дизельное топливо. Оптимальным режимом работы газотурбинной установки является комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. ГТУ в энергетике работают как в базовом режиме, так и для покрытия пиковых нагрузок.

Цель работы: проанализировать влияние охлаждения горячих частей двигателя на характеристики ГТУ; что важно знать при создании высокоэкономичных ГТУ.

Работа носит расчётный характер на основе математической модели ГТЭ-180. Проведён численный эксперимент. *Допущения*: при изменении КПД остаются неизменными параметры рабочего тела. Для достижения цели работы необходимо установить зависимость основных характеристик ГТУ: значения работы ГТУ, электрического КПД η_e, расхода газа G от изменения доли воздуха на охлаждение g. Здесь g – доля воздуха на охлаждение, $g = G_{охл}/G_в$.

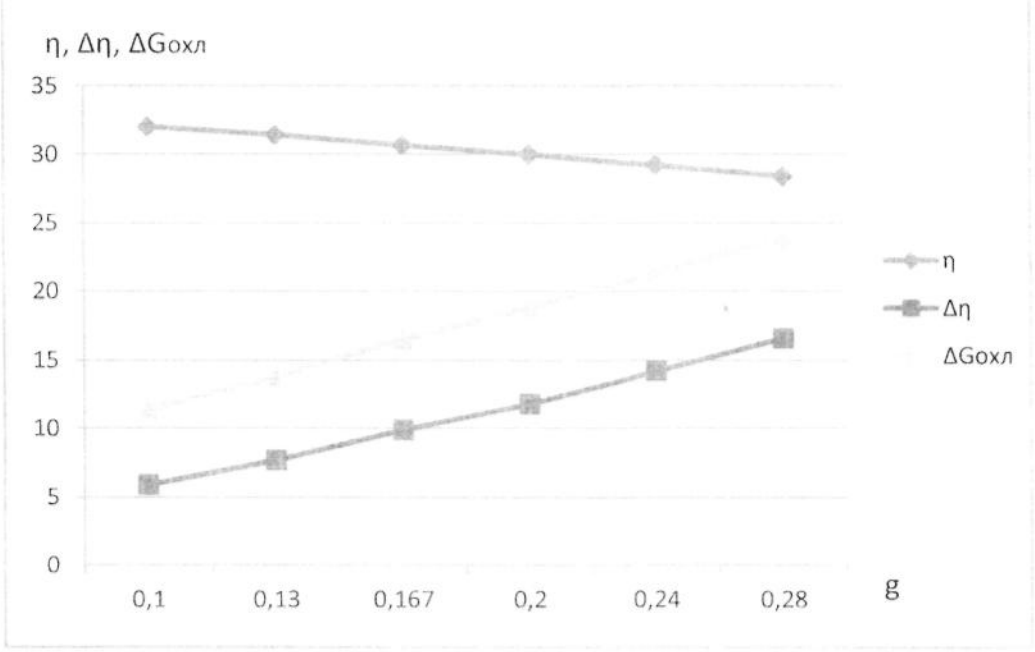
При КПД турбины $\eta_т = 0{,}88$ и при КПД компрессора $\eta_к = 0{,}86$ параметры ГТУ: электрический КПД $\eta_e = 0{,}3404$, расход воздуха на охлаждение $g = 0{,}167$.

Расход воздуха на охлаждение горячих частей ГТУ изменяется на 20, 40, 60 %. Результаты расчётов параметров ГТУ представлены в таблице. Изменения КПД и расхода воздуха представлены в процентах.

Таблица

g	η, %	Δη, %	$\Delta G_{охл}$, %
0,100	32,03	5,9	11,4
0,130	31,42	7,7	13,8
0,167	30,67	9,9	16,5
0,200	30,01	11,8	18,8
0,240	29,21	14,2	21,4
0,280	28,40	16,6	23,9

Для наглядности по данным таблицы построены графики изменения КПД и $\Delta G_{охл}$ от изменения расхода воздуха на охлаждение, рисунок.



Рисунок

Выводы

1. Затраты энергии ГТУ на охлаждение горячих частей двигателя заметно влияют на КПД всего двигателя. Увеличение расхода охладителя на 1 % приводит

к снижению КПД ГТУ на 0,2 %.

2. При создании современных ГТУ необходимо решать сложные проблемы: наряду с обеспечением работоспособности горячих частей двигателя, что приводит к снижению КПД, необходимо совершенствовать турбину и компрессор двигателя для обеспечения необходимой экономичности установки.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Молчанов М. В., Ярда Н. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Зенина Е. Г.*** – канд. техн. наук, доцент

Перенапряжение – это возникновение напряжений, превосходящих рабочие величины, опасных для состояния изоляции электроустановок. Перенапряжения возникают вследствие допущения ошибок в эксплуатации, при равномерной нагрузке, повреждениях фаз или корпуса. Основной вред такого явления состоит в том, что вследствие этого пробивается и становится менее прочной изоляция, а это грозит одно- и затем двух- или даже трёхфазным коротким замыканием в сети; происходят сбои, частичные поломки, пожаро- и взрывоопасные аварии. Поэтому важно на энергообъектах предусматривать средства защиты от перенапряжений. Это становится особенно актуально в наши дни, когда энергосистема достигла крупных масштабов и продолжает развиваться.

К внутренним перенапряжениям относят *дуговые* и *коммутационные*.

Среди классических средств борьбы с указанными видами перенапряжений выделяют использование:

– дугогасящих разрядников с регулируемыми воздушным зазором магнитопровода и числом витков, настраиваемых в резонанс с ёмкостными токами;

– стабилизаторов напряжения с регулируемым сопротивлением в зависимости от входного сигнала;

– реле контроля напряжения, средств автоматического повторного включения (АПВ), средств молниезащиты, ограничителей перенапряжения (ОПН), устройств защитного отключения (УЗО), источников бесперебойного питания, трубчатых и вентильных разрядников, а также искровых промежутков, имеющих низшую электрическую прочность по сравнению с самой «слабой» областью изоляции.

Однако каждое из указанных средств борьбы с перенапряжениями не является безупречным. Для срабатывания разрядников необходим некоторый минимальный предел значений токов (впрочем, верхний предел также имеет место быть), а искровые разрядники имеют низкий потенциал погасания, что ограничивает область их применения при дистанционном питании. Трубчатые разрядники при перенапряжении выбрасывают факел, достигающий 1,5-3,0 м, поэтому область их установки ограничена. Поскольку материал разрядника по-

степенно выгорает, то пределы токов со временем снижаются, и уже после обычно 7-8 срабатываний на перенапряжения трубчатые разрядники становятся нерабочими. В связи с этим устанавливают специальные счётчики перенапряжений в виде лент, которые выгибаются после каждого срабатывания и выпуска газа. К тому же они имеют грубые защитные характеристики, поэтому неспособны защищать трансформаторы и вращающиеся электрические машины от перенапряжений. Несмотря на указанные недостатки, трубчатые разрядники широко применяются на маломощных, малоответственных подстанциях в качестве вспомогательного оборудования в связи с простотой конструкции и дешевизной. В отличие от трубчатых, вентильные разрядники работают бесшумно, и при их срабатывании не выделяются газы, пламя, поэтому область их применения возрастает. Но поскольку они имеют большие пробивные напряжения, то уровень неограниченных перенапряжений вследствие их применения также высок. Как показывает опыт, после 20-25 лет эксплуатации они приобретают менее резкую ВАХ, что ухудшает их защитные свойства; низкую нелинейность резисторов и, как следствие, нестабильность рабочих характеристик; значительные массогабаритные характеристики.

Для увеличения потенциала погасания используют воздушное и/или магнитное дутьё, несколько промежутков, но это заметно усложняет конструкцию, увеличивает её габариты. Одним из путей решения этой проблемы является использование диэлектрических (к примеру, керамических) диафрагм с тонкими каналами, параллельными оси разрядника.

Чтобы разрядники были способны выдерживать некоторые действительно большие перенапряжения, параллельно им устанавливают другие разрядники, например, с плавкими предохранителями. Разработаны разрядники с магазином автоматически сменяющихся после сгорания плавких предохранителей.

Для улучшения характеристик разрядников используются специальные материалы (например, оксид цинка ZnO) с резко нелинейной ВАХ и высокой пропускной способностью, лежащие в основе конструкции ОПН.

Особое внимание в улучшении дугогасящих свойств вентильных разрядников уделяется уменьшению напряжения, коэффициента вентильности (проводимости в одну сторону в основном увеличением искровых дисков) нелинейного резистора и, как следствие, увеличению протекающего тока и сопротивления резистора.

К отрицательным сторонам ОПН можно отнести то, что он в основном имеет только одну функцию – защита от перенапряжений. Ограничитель сохраняет свою работоспособность до тех пор, пока активная составляющая тока не превысит своего критического значения влиянием рабочего напряжения и импульсов перенапряжения, при котором нарушается тепловое равновесие аппарата. Замечено, что поглощение ограничителем энергии из сети предшествует повышению перенапряжения.

ОПН обладает очень привлекательными достоинствами. Во-первых, ограничители стабильны и долговечны в своих характеристиках. Во-вторых, для

работы аппарата необходимо непрерывное подключение к сети, что повлияло на отсутствие действия дополнительного тока после затухания волны перенапряжения. Также важно заметить, что для изготовления корпуса ОПН всё чаще стали применять полимерные материалы (стеклопластик), что позволило достигнуть малого веса и габаритов, упростить конструкцию. Такой выбор материала обуславливает: возможность использования ОПН в областях с повышенной загрязнённостью, так как достигнута соответствующая стойкость; наименьшее повреждение при транспортировке и монтаже. Также для этого аппарата характерны глубокий уровень ограничения перенапряжений и разнообразие ряда рабочих напряжений.

Взрывобезопасность ОПН обеспечивается рядом конструктивных решений. Для аппаратов с внутренним газовым объёмом в нижнем и верхнем фланцах устанавливаются закрытые мембраной для герметичности воздуховоды. Вследствие появления повышенного давления через сопла на фланцах выбрасываются газы дуги. Альтернативно в аппаратах с полимерной изоляцией неотъемлемой частью является несущая механическую нагрузку конструкция из стеклопластика.

Таким образом, современные технологии защиты линий электропередачи от перенапряжений не являются законченными и совершенными, и каждое, даже, казалось бы, очень эффективное, устройство из этой области подлежит доработкам. Все устройства защиты должны сводиться к более простым конструкциям, обладающим как можно меньшими массогабаритными характеристиками, облегчающими их монтаж, установку, перевозку и пр. Чтобы обеспечить лучшую работу современных разрядников, можно использовать материалы, обладающие наиболее подходящими для этого ВАХ; дополнительные устройства, уменьшающие время срабатывания и, соответственно, суммарный износ, а также увеличивающие срок годности разрядников; важно уделять особое внимание стабильности рабочих характеристик разрядников. Для надёжной работы ОПН, соответственно, уже наблюдается перспектива использования полимерных материалов, позволяющих повышать стойкость к загрязнениям, компактность аппарата; необходимо повысить способность ограничения перенапряжений более глубокого уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обслуживание разрядников и ограничителей перенапряжений [Электронный ресурс] // Энергетика. Оборудование. Документация : [сайт]. URL: http://forca.ru/stati/podstancii/obsluzhivanie-razryadnikov-i-ogranichiteley-perenapryazheniy.html

2. Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) в районных и распределительных сетях [Электронный ресурс] // Энергетика. Оборудование. Документация : [сайт]. URL: http://forca.ru/stati/podstancii/ogranichiteli-perenapryazheniya-nelineinye-opn-v-raionnyh-i-raspredelitelnyh-setyah.html

ПОВОРОТНО-ЛОПАСТНЫЕ ТУРБИНЫ

Надюк К. Ю. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Различают следующие виды поворотно-лопастных турбин:

– осевая поворотно-лопастная турбина;

– диагональная поворотно-лопастная турбина.

Осевая поворотно-лопастная турбина (установка Каплана) – это реактивная турбина, лопасти которой могут поворачиваться вокруг своей оси одновременно, и за счёт этого существует возможность регулирования её мощности. Такая турбина используется при относительно невысоких напорах до 80 м.

Подводящая часть такого агрегата состоит из турбинной камеры, статора и направляющего аппарата. В состав ротора входит рабочее колесо с лопастями 5, валом 8 и обтекателем 9. К статору 1 с разных сторон примыкают турбинная камера и направляющий аппарат, рисунок.

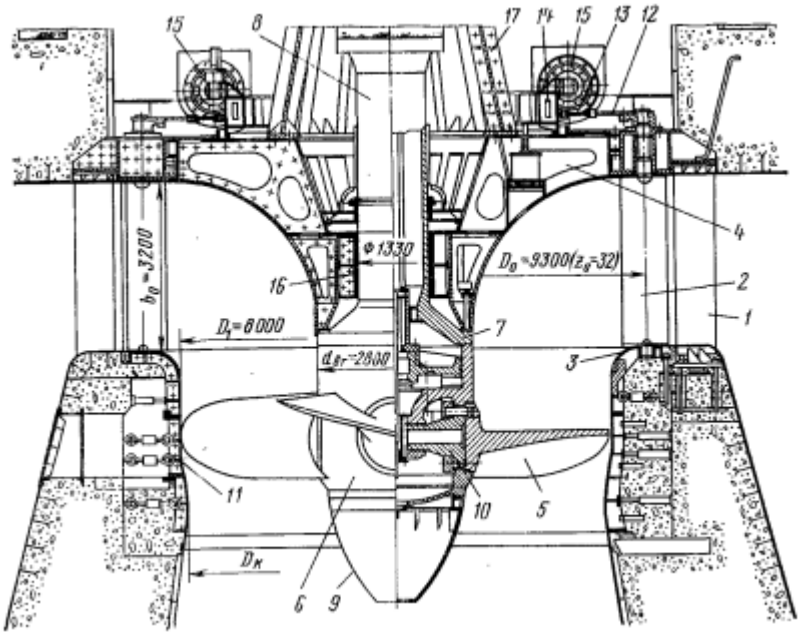


Рисунок. Осевая поворотно-лопастная турбина, установленная на Кременчугской ГЭС:
1 – колонны статора; 2 – направляющие лопатки; 3 – нижнее кольцо; 4 – крышка турбины; 5 – лопасти рабочего колеса; 6 – втулка; 7 – фланец вала; 8 – вал; 9 – обтекатель рабочего колеса; 10 – камера рабочего колеса; 11 – выдвижной сегмент; 12 – рычаг на направляющей лопатке; 13 – серьга; 14 – регулирующее кольцо; 15 – сервомоторы; 16 – подшипник; 17 – опорная конструкция подпятка генератора

Статор турбины представляет собой ряд колонн 1 с вытянутой удобообтекаемой формой поперечного сечения. Основное назначение статора – воспринимать нагрузки, действующие между верхним и нижним железобетонными конусами турбинной камеры. Направляющий аппарат состоит из направляющих лопаток 2, закрепленных в нижнем кольце 3 и в крышке турбины 4 посредством осей, что обеспечивает возможность их поворота. Направляющий аппарат создает необходимое направление потока перед рабочим колесом, также с его помощью осуществляется регулирование пропускаемого турбиной расхода и развиваемой

мощности. Число лопаток зависит от напора, в крупных турбинах при невысоком напоре оно равно 32, при более высоком – 24, а иногда их значение равно 20. Назначение направляющего аппарата – регулировать подачу воды и обеспечивать закрутку потока перед его входом на лопасти рабочего колеса. Для изменения положения направляющих лопаток служит определенный механизм. Неотъемлемой частью конструкции осевой поворотно-лопастной турбины является отсасывающая труба, представляющая собой плавно расширяющийся водовод, обеспечивающий постепенное снижение скорости потока жидкости.

Осевые турбины также могут быть выполнены и с горизонтальным расположением вала. Особо широко их используют для погружных, или капсульных, агрегатов, у которых электрогенератор расположен в металлической капсуле, обтекаемой водой. Агрегаты этого типа устанавливают на низконапорных гидроэлектростанциях, а также на ГЭС, использующих энергию прилива.

Недостатком осевой турбины является то, что ее использование на напорах свыше 80 м приводит к кавитации, и вследствие этого турбина теряет свою эффективность, увеличивается износ турбины.

Диагонально поворотно-лопастная турбина – реактивная турбина, используемая на средних и высоких напорах. Диагональные турбины разработаны сравнительно недавно. Они отличаются от осевых турбин главным образом тем, что лопасти рабочего колеса установлены под меньшим углом наклона к оси его вращения (45-60°). В связи с этим конструкция рабочего колеса и камеры диагональных турбин несколько изменены по сравнению с осевыми, а статор, направляющий аппарат и механизм привода направляющих лопаток идентичны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://mydocx.ru/1-10249.html
2. Кривченко, Г. И. Гидравлические турбины и насосы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СТОЧНОЙ ВОДЫ

Поминов А. П., Щербинин В. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Трохимчук М. В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент

Для контроля сточной воды, поступающей на канализационную станцию, наиболее дешевым методом является установка водослива с тонкой стенкой. Для ее оптимальной работы важным показателем является определение расхода воды.

Для примера рассмотрим подводящий канал прямоугольного сечения шириной $b = 2$ м, где установлен водослив с тонкой стенкой $p = 1$ м, напор на водосливе $H = 0{,}65$ м, глубина воды в нижнем бьефе $h_{н.б} = 1{,}2$ м (рисунок).

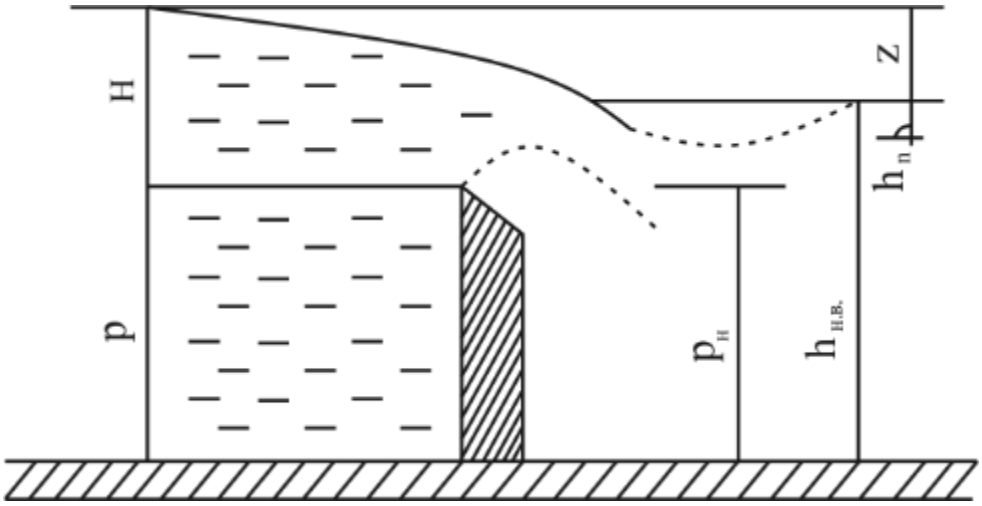


Рисунок. Схема канала с водосливом

Так как уровень воды в нижнем бьефе расположен выше порога водослива ($z < H$) и

$$\frac{z}{p_{\text{н}}} = \frac{(p_{\text{н}} - H) - h_{\text{н.б}}}{p_{\text{н}}} = \frac{(1-0{,}65)-1{,}2}{1} = 0{,}45 < \left(\frac{z}{p_{\text{н}}}\right) \approx 0{,}75, \qquad (1)$$

то водослив затоплен.

Расход воды определяем по формуле

$$Q = m\sigma_{\text{з}} b\sqrt{2g}H^{3/2}.$$

Коэффициент расхода водослива находим по формуле Базена:

$$m = \left(0{,}405 + \frac{0{,}0027}{H}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{H}{H+p}\right)^2\right] =$$

$$= \left(0{,}405 + \frac{0{,}0027}{0{,}65}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{0{,}65}{0{,}65+1}\right)^2\right] = 0{,}444.$$

Коэффициент затопления определяем по формуле

$$\sigma_{\text{з}} = 1{,}05\left(1 + 0{,}2\frac{h_{\text{п}}}{p_{\text{н}}}\right)\sqrt[3]{\frac{z}{H}},$$

где $p_{\text{н}}$ – высота водосливной стенки со стороны нижнего бьефа; $h_{\text{п}} = h_{\text{н.б}} - p_{\text{н}}$ – глубина подтопления; z – перепад между уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах.

С учетом заданных величин

$$\sigma_{\text{з}} = 1{,}05 \cdot \left(1 + 0{,}2\frac{1{,}2-1}{1}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{0{,}45}{0{,}65}} = 0{,}966.$$

Расход воды равен

$$Q = 0{,}444 \cdot 0{,}966 \cdot 2\sqrt{2 \cdot 9{,}8} \cdot 0{,}65^{3/2} = 1{,}99 \text{ м}^3/\text{с}.$$

На данном примере наглядно видно, что для измерения характера сточных вод с превышением воды в нижнем бьефе важно учитывать материал изготовления водослива и степень его долговечности в условиях сточных вод.

АМОРФНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СТЁКЛА: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Потупалов А. Д., Сейкин А. А., Семернин Ф. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Кулькова В. В.*** – канд. физ.-мат. наук, доцент

Современные темпы развития технологий в общем и энергетики в частности выдвигают целый ряд требований к используемым материалам, являясь катализатором исследований в области усовершенствования старых и разработки новых материалов. В связи с этим все большее распространение получают новые классы материалов, отличающиеся как своей внутренней структурой, так и химическим составом. Это, например, наноструктурные и ультрамелкозернистые материалы, композиты, аморфные металлические стекла (АМС) и т. д.

Последние вызывают широкий интерес исследователей в связи с наличием у них уникальных свойств, нехарактерных для веществ с кристаллической структурой. По своему составу аморфные металлические сплавы делятся на два типа: металл-металл и металл-металлоид. В первую группу входят материалы, представляющие собой сплавы переходных и благородных металлов (Fe, Co, Ni, Re, Ti, и др.) с металлоидами (B, C, P, Si, Ge), атомное содержание которых составляет 15-20 % [1]. Вторую группу составляют сплавы простых, переходных и редкоземельных металлов в различных сочетаниях. Кроме бинарных сплавов из этих же элементов могут быть образованы многочисленные многокомпонентные аморфные сплавы.

Характерной чертой для каждой группы является неупорядоченность их внутреннего строения, при которой атомные ансамбли обладают ярко выраженным ближним топологическим порядком при практически полном отсутствии дальнего. Именно внутренним строением и обуславливаются их необычные механические, магнитные, химические, оптические и т. д. свойства [2]. Наиболее наглядно структуру таких материалов представляет расположение атомов в жидкостях, хотя аналогия не является полной. Главное отличие заключается в наличии у аморфных металлов жёсткого каркаса.

Получение АМС сводится к высокоскоростному фазовому переходу «металл-жидкая фаза» из крайне неравновесного начального состояния, такого как сильно переохлаждённый расплав, газовая металлосодержащая фаза, которая далека от состояния равновесия, или термобарически закалённая твердая кри-

сталлическая фаза. Наиболее полно исследованы условия образования АМС при быстрой (105…106 К/с) закалке из расплавов [3].

Аморфное состояние металлических стекол характеризуется достаточно однородной атомной структурой без таких свойственных кристаллическим веществам внутренних дефектов, как дислокации, дисклинации, сегрегации, поры и т. д. Практически полное отсутствие внутреннего свободного объёма затрудняет атомную перестройку под действием внешних напряжений, что в свою очередь является причиной высокой прочности и твёрдости таких материалов. Например, в сплавах на основе элементов подгруппы железа твёрдость по Виккерсу может достигать значений более 1000 ГПа, а прочность – до 4 ГПа [4].

В целом отсутствие механизмов пластической деформации приводит к более высокой неупругой деформации по сравнению с кристаллическими материалами, а также к малому деформационному упрочнению. Однако в то же время АМС могут демонстрировать достаточно высокое относительное удлинение при оптимальных температурах и скоростях деформации, которое может достигать сотен процентов [5]. На рис. 1 представлено сравнение пределов прочности и упругости АМС по сравнению с другими материалами. Еще одним их важным механическим свойством является стабильность в условиях внешнего нейтронного облучения.

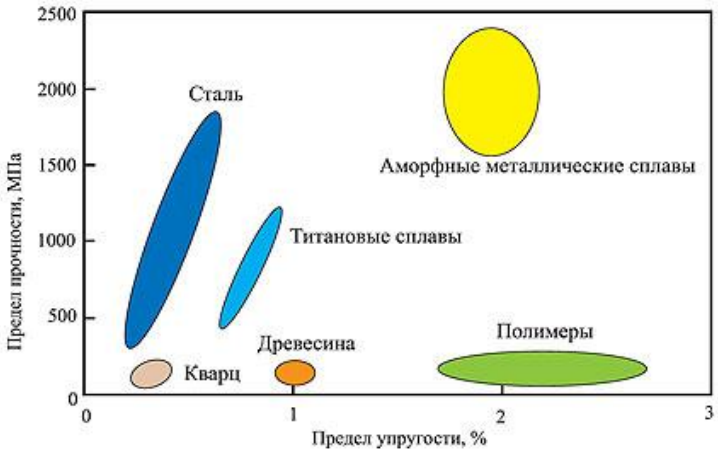


Рис. 1. Пределы прочности и упругости различных материалов [6]

Отсутствие вышеперечисленных дефектов в АМС значительно затрудняет окислительные процессы на поверхности этих материалов, а следовательно, повышает их коррозионную стойкость [4]. Их высокая однородность обуславливает еще одно важное химическое свойство – высокую каталитическую активность.

Металлические стёкла в зависимости от состава и природы основных компонентов могут находиться в ферри-, пара-, диа- и ферромагнитном состоянии. Причем последние занимают большую долю данных материалов. Металлические стёкла являются более магнитомягкими материалами, чем соответствующие им кристаллические аналоги. Для них характерна меньшая площадь петли гистерезиса (рис. 2), они имеют более высокую проницаемость и меньшую коэрцитивную

силу. Для многих АМС магнитное насыщение составляет 0,5…1,8 Тл, которое достигается при значительном внешнем магнитном поле [5]. Отсутствие дальнего порядка в таких материалах снижает магнитную анизотропию на два порядка, что в свою очередь ведет к понижению коэрцетивного поля до значений в 0,01 А/м [2]. Таким образом, АМС в своем подавляющем большинстве оказываются магнитомягкими ферромагнетиками.

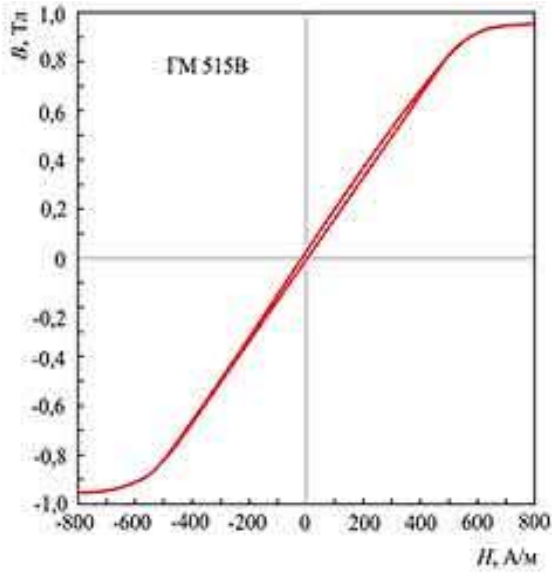


Рис. 2. Петля магнитного гистерезиса аморфного сплава на основе кобальта ГМ 515В с высокой магнитной индукцией насыщения после термической обработки в поперечном магнитном поле [6]

Еще одним важным свойством АМС является высокая магнитная проницаемость на низких (до 1 МГц) и высоких (5-15 МГц) частотах, обусловленная их высоким удельным сопротивлением, значительно снижающим потери энергии на токи Фуко [2].

Сочетание высокой прочности, коррозионной стойкости и износостойкости, а также ферромагнитных свойств обуславливает возможность широкого применения таких материалов. Например, возможно использование их в качестве индукторов в устройствах магнитной сепарации. Изделия, сплетенные из ленты, использовали в качестве магнитных экранов. Преимущество этих материалов в том, что их можно разрезать и изгибать для получения необходимой формы, не снижая при этом их магнитных характеристик.

Для применения в энергетике большую роль играют магнитные и химические свойства АМС, в частности, покрытие сердечников трансформаторов такими материалами позволяет снизить потери энергии на токе Фуко. Высокая каталитическая активность используется в процессах органического синтеза, а также при создании топливных элементов [7].

В перспективе возможно получение сверхпроводящих кабелей путем кристаллизации исходной аморфной фазы. Богатые перспективы сулит наложение

двухмерных «лепестков» из разных металлов друг на друга: у таких «бутербродов» обнаружены большие полупроводниковые способности [8]. Биметаллические пленки с успехом могут быть использованы при создании сверхминиатюрных элементов для микрокомпьютеров ближайшего будущего.

Так как кристаллизация АМС при нагреве обычно происходит с сильным зародышеобразованием, это позволяет получать однородный чрезвычайно мелкозернистый металл. Это открывает возможность получения специальных припоев в виде тонкой ленты. Такая лента легко изгибается, ее можно резать и подвергать штамповке для получения требуемой конфигурации. Лента гомогенна по составу и обеспечивает надежный контакт во всех точках изделий, подвергаемых пайке. В сочетании с высокой сопротивляемостью нейтронному облучению эти ленты нашли применение в авиационной и космической технике.

Несмотря на то, что в последние годы идут активные исследования данного класса материалов, остается нерешенным широкий спектр теоретических и практических задач. Так, до сих пор не разработана модель внутреннего строения АМС, удовлетворительно согласующаяся со всеми имеющимися на сегодняшний день экспериментальными данными. С технической же точки зрения большое значение имеет поиск новых составов АМС, отвечающих требованиям современной промышленности.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что аморфные материалы являются весьма перспективным объектом для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотухин, И. В. Аморфные металлические сплавы / И. В. Золотухин, Ю. Е. Калиник // Успехи физических наук. – 1990. – Т. К 160, вып. 9. – С. 75-110.

2. Золотухин, И. В. Аморфные металлические материалы / И. В. Золотухин // Соровский образовательный журнал. – 1997. – № 4. – С. 73-78.

3. Глезер, А. М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы / А. М. Глезер // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2002. – № 5. – Т. XLVI. – С. 53-57.

4. Судзуки, К. Аморфные материалы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото. – М. : Металлургия, 1987. – 328 с.

5. Новые материалы / Под науч. ред. Ю. С. Карабасова. – М. : МИСИС, 2002. – 736 с.

6. Белозеров В. Аморфные металлические материалы / В. Белозеров, Ю. Стародубцев // Силовая электроника. – 2009. – № 2. – С. 86-89.

7. Вьюгов, П. Н. Металлические стекла / П. Н. Вьюгов, А. Е. Дмитриенко // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – 2004. – № 6. – С. 185-191.

8. Зборщик, А. М. Конспект лекций по дисциплине «Новые материалы в металлургии» / А. М. Зборщик. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2008. – 253 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОХЛАЖДЕНИЯ, КПД ТУРБИНЫ И КОМПРЕССОРА НА ПАРАМЕТРЫ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ALSTOM GT 26

Савич С. С. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А. Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Газотурбинная установка (ГТУ) используется как пиковая и полупиковая установка, что позволяет решать задачи поддержания параметров энергоснабжения. За рубежом, у нас в стране разрабатывают ГТУ с более высокими параметрами (КПД может достигать 45 %). Растут параметры цикла, степень повышения давления и максимальная температура газа.

Цель работы: проанализировать влияние охлаждения, КПД турбины и компрессора на характеристики ГТУ, что важно знать при создании высокоэкономичных ГТУ.

Работа носит расчётный характер на основе математической модели ГТУ Alstom GT 26. Проведён численный эксперимент.

Допущения: при изменении КПД остаются неизменными параметры рабочего тела.

Необходимо установить сложные зависимости основных характеристик ГТУ: значения работы ГТУ и её электрического КПД η_e, расход газа G от изменения расхода воздуха на охлаждение g, где

$$g = \frac{G_{\text{охл}}}{G_{\text{в}}}$$

– доля воздуха на охлаждение; работы на валу агрегата H, коэффициента полезной работы φ и электрического КПД ГТУ η_e от изменения изоэнтропийного КПД турбины $\eta_т$ и компрессора $\eta_к$. Указанные зависимости можно получить используя математическую модель газотурбинной энергетической установки электрической мощностью 288 МВт – Alstom GT 26.

При КПД турбины $\eta_т$ = 0,88 и при КПД компрессора $\eta_к$ = 0,85 получаем следующие параметры ГТУ: электрический КПД η_e = 0,3551, расход воздуха на охлаждение g = 0,143, коэффициент полезной работы φ = 0,347, работа на валу H = 307,3 кДж/кг.

Расход воздуха на охлаждение изменялся на 20, 40, 60 %; определялись изменения параметров ГТУ. Результаты изменений занесены в табл. 1 (КПД и расход газа переведены в %).

Для наглядности по данным таблиц построены графики изменения параметров от изменения расхода воздуха на охлаждение (рисунок).

Полученные результаты позволяют заключить, что расход воздуха на охлаждение приводит к большому изменению КПД ГТУ.

Компенсировать ухудшение характеристик ГТУ можно за счет повышения КПД турбины и компрессора.

В табл. 2 представлено влияние КПД турбины на параметры ГТУ при постоянном значении КПД компрессора.

Таблица 1

g	η, %	Δη, %	$\Delta G_{охл}$, %
0,086	32,62	8,16	9,74
0,114	31,67	10,80	11,90
0,143	30,69	13,60	14,20
0,170	29,78	16,20	16,20
0,200	28,77	19,00	18,30
0,228	27,82	21,70	20,10

Δη, % – снижение КПД ГТУ при увеличении затрат воздуха на охлаждение горячих частей турбины.

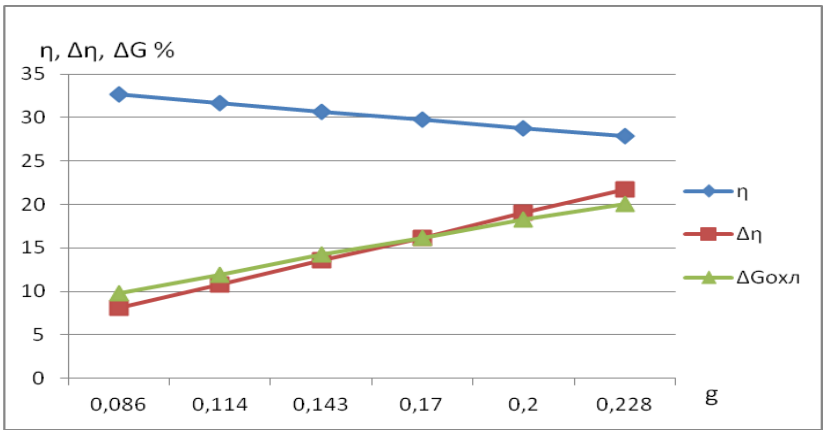


Рисунок. Влияние доли расхода охлаждающего воздуха на параметры ГТУ

Таблица 2

$\Delta\eta_т$ при $\eta_к$ = 0,85	1 %	2 %	3 %
Влияние на φ	0,742	1,483	2,225
Влияние на η_e	1,162	2,323	3,485
Влияние на *H*	10,051	20,102	30,153

В табл. 3 представлены результаты влияния КПД компрессора на параметры ГТУ при фиксированном значении КПД турбины.

Таблица 3

$\Delta\eta_к$ при $\eta_т$ = 0,88	1 %	2 %	3 %
Влияние на φ	0,768	1,535	2,303
Влияние на η_e	0,506	1,012	1,518
Влияние на *H*	6,790	13,580	20,371

В итоге, из-за затрат энергии рабочего тела на охлаждение горячих частей ГТУ КПД снижается на 4,83 %. Путем совершенствования компрессора и турбины возможно обеспечить КПД ГТУ на достаточно высоком уровне η_e = 35,5-36,0 %.

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОВОДОВ ДЛЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Швец Е. С. – магистрантка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Курьянов В. Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Известно, что в последние годы нарастает проблема ограниченной пропускной способности линий электропередачи (ЛЭП). Данная проблема связана в основном с тем, что около 80 % проводов электрических сетей эксплуатируется более 25 лет, при этом 17 % из них – более 50 лет. В такой ситуации замена проводов с увеличением поперечных сечений не всегда возможна, поскольку сталеалюминиевый провод большего сечения обладает и большей массой, что создает повышенные нагрузки, на которые старые опоры просто не рассчитаны. Следовательно, при таком подходе необходима полная замена устаревших ЛЭП, что требует огромных капитальных затрат.

Актуальным на сегодня является вопрос повышения передаваемой мощности воздушных линий за счет применения специальных проводов, отвечающих следующим требованиям:

– максимально высокая электропроводность;
– максимально высокая механическая прочность;
– устойчивость к высоким температурам;
– малый вес;
– устойчивость к старению и агрессивным воздействиям со стороны окружающей среды.

Добиться соблюдения всех этих требований довольно сложно, поскольку, например, наилучшая прочность обеспечивается сталью, а наилучшая электропроводность и малая масса – алюминием.

Реальной возможностью увеличения пропускной способности воздушных ЛЭП при минимальных затратах является повышение токовой нагрузки. Данный способ экономически обоснован, так как, несмотря на значительные омические потери электроэнергии за счет тепловой диссипации, он не требует строительства новых линий или замены проводов и, соответственно, опор.

Однако повышение токовой нагрузки при эксплуатации приводит к разогреву провода. Широко применяемые в настоящее время неизолированные сталеалюминиевые провода марки АС (рис. 1) имеют предел длительной эксплуатации 90 °С. Данные провода сконструированы таким образом, чтобы в условиях эксплуатации механическая нагрузка в них равномерно распределялась между токоведущим алюминиевым повивом и стальным несущим сердечником. При температуре 100-110 °С токоведущий повив провода АС начинает отжигаться, теряет прочность и провод разрушается, либо величина стрелы провеса становится больше допустимой величины, определенной правилами безопасной эксплуатации высоковольтных линий. Значимого повышения пропускной способности на линии в этом случае добиться невозможно.

Практика работы ведущих электросетевых компаний свидетельствует о том, что перспективным направлением в решении проблемы повышения пропускной способности ВЛ является разработка новых конструкционных материалов для проводов и сердечников линий электропередачи, способных длительно эксплуатироваться при температурах 100-300 °С.

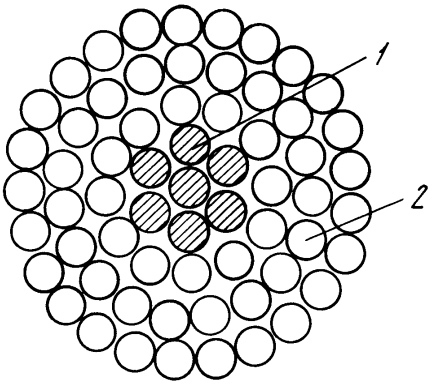


Рис. 1. Провод сталеалюминиевый марки АС
(Патент РФ № 2063080, 1996 г.):
1 – стальной сердечник; 2 – алюминиевые повивы

Известные в настоящее время высокотемпературные алюминиевые неизолированные провода конструктивно состоят из несущего сердечника и скрученных токопроводящих жил (рис. 2), изготовленных из теплостойкого алюминий-циркониевого сплава или отожженного сплава 1350, аналогичного по составу отечественным сплавам А5Е, А7Е.

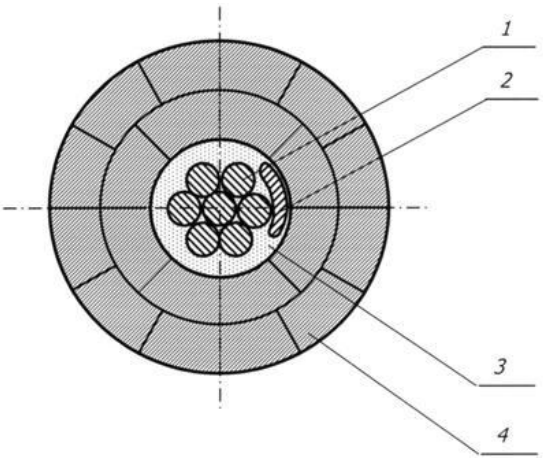


Рис. 2. Провод неизолированный со скользящим сердечником для воздушных линий электропередачи (Патент РФ № 127241, 2013 г.):
1 – стальной сердечник; 2 – центрирующие элементы; 3 – высокотемпературная смазка;
4 – повивы трансформированных алюминиевых проволок

Преимуществами такого технического решения являются:

1) повышение срока службы провода за счет центровки сердечника, обеспечивающей исключение возникновения сухого трения между сердечником и внутренней поверхностью повива из токопроводящих проволок, а также наличия смазки внутри пространства между поверхностью сердечника с намотанным на него по всей длине центрирующим элементом и внутренней поверхностью повива токопроводящих проволок;

2) увеличение проводимости провода за счет введения в состав смазки графита, выполнения повивов провода из технически чистого алюминия, применения электропроводящих перфорированных центрирующих элементов;

3) уменьшение электрического сопротивления и габаритов провода за счет выполнения проволок трансформированными, плотно заполняющими все пространство вокруг сердечника.

Помимо применения новых материалов при изготовлении проводниковой продукции наблюдается тенденция изменения конфигурации проволок в составе провода. Так, например, Z-образные проволоки (рис. 3), используемые в проводе марки AERO-Z, позволяют решать целый ряд проблем, среди которых: обледенение и налипание снега на проводах; снижение уровня усталости металла в проводе и, как следствие, увеличение жизненного цикла за счет самогашения колебаний; полное предотвращение внутренней коррозии провода; снижение тепловых потерь при транспортировке электроэнергии; пляска проводов и др.

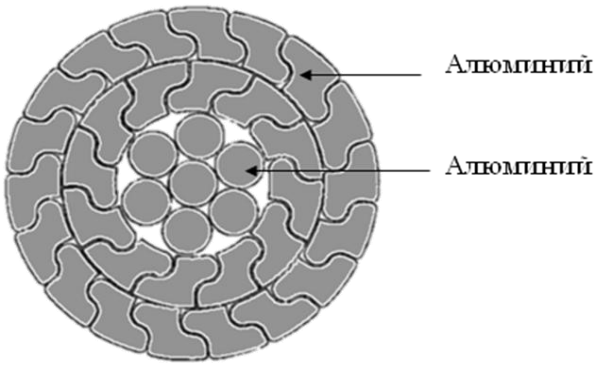


Рис. 3. Провод алюминиевый марки AERO-Z

Данная конструкция является наиболее перспективной для использования в районах с повышенной гололёдной опасностью. Тем не менее, у провода AERO-Z имеется ряд недостатков: сложность ремонта, относительно небольшая максимальная температура эксплуатации 90 °С.

Главной задачей на сегодня остается создание недорогого и технологичного при изготовлении провода для линий электропередачи, не изменяющего в процессе работы свои геометрические размеры при рабочем токе и токе короткого замыкания, а также не требующего сложной технологии и специального оборудования при монтаже и ремонте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № 127241 РФ, МПК H01B 5/10. Провод неизолированный со скользящим сердечником для воздушных линий электропередачи / Открытое акционерное общество «Кирскабель» (RU) Заяв. 2012158179/07, 28.12.2012; Опубл. 20.04.2013.

2. Патент на изобретение № 2063080 РФ, МПК H01B 5/08. Провод для линии передачи / С. С. Клямкин и др. Заяв. 94004748/07, 08.02.1994; Опубл. 27.06.1994.

СЕКЦИЯ № 3

АВТОМАТИКА И РОБОТОТЕХНИКА. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Председатель: ***Труханов В. М.*** – д-р техн. наук, профессор
Сопредседатель: ***Капля Е. В.*** – канд. физ.-мат. наук, доцент
Секретарь: ***Милитонян Ш. М.*** – инженер

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Богданов Н. С., Часовских Е. В. – студенты
Волжского политехнического техникума
Науч. рук. ***Ежевский В. О.*** – канд. техн. наук

Основным инструментом обеспечения экологической безопасности являются геоинформационные системы (ГИС). Геоинформационная система – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах. ГИС включают в себя возможности систем управления базами данных (СУБД), редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств [1].

Данные в ГИС описывают реальные объекты, такие как дороги, здания, водоемы, лесные массивы. Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные (рельеф, уровень осадков, среднегодовая температура). Для представления этих двух категорий объектов используются векторные и растровые данные.

Растровые данные хранятся в виде наборов величин, упорядоченных в форме прямоугольной сетки. Ячейки этой сетки называются пикселями [2]. Наиболее распространенным способом получения растровых данных о поверхности Земли является дистанционное зондирование, проводимое при помощи спутников. Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например, TIF или JPEG, или в бинарном виде в базах данных.

Наиболее распространенными типами векторных объектов являются:

• точки – используются для обозначения географических объектов, для которых важно местоположение, а не их форма или размеры;

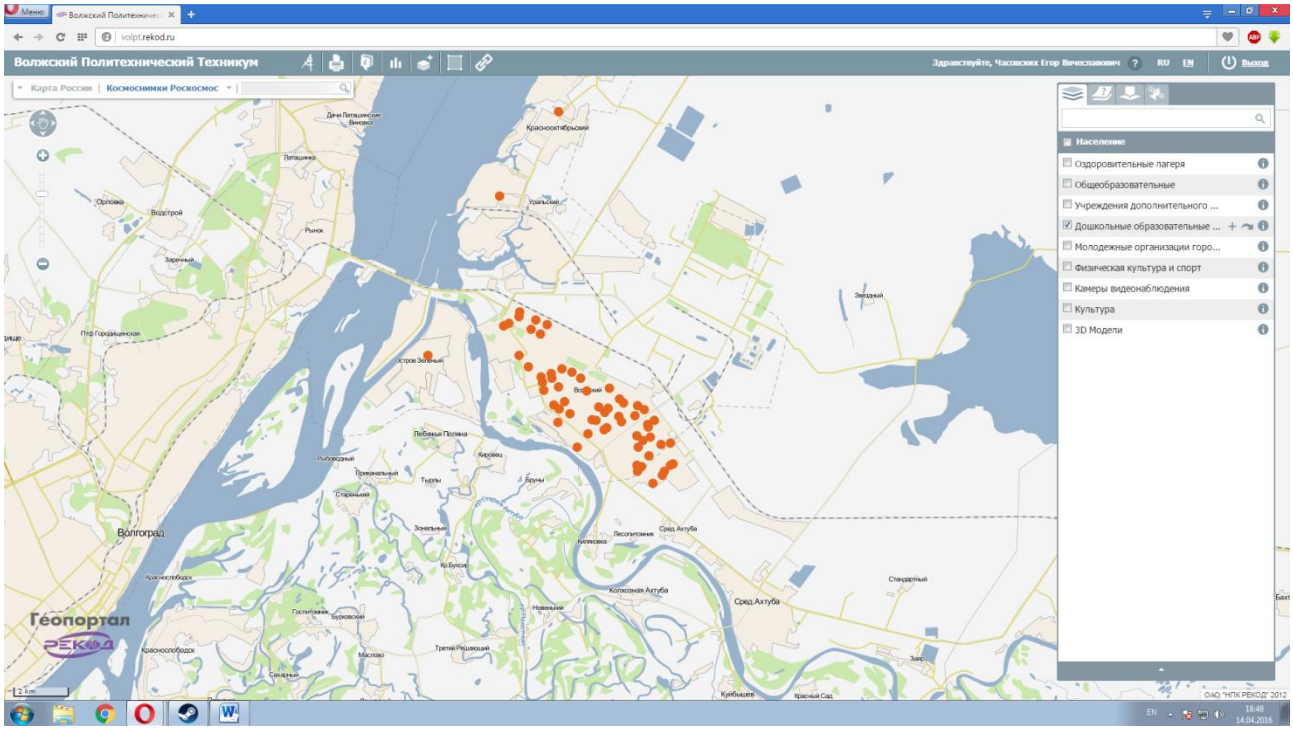
• полилинии – служат для изображения линейных объектов. Полилиниями изображаются дороги, железнодорожные пути, реки, улицы, водопровод;

• многоугольники (полигоны) – служат для обозначения площадных объектов с четкими границами. Примерами могут служить озера, парки, здания, страны, континенты [3].

Для удобного доступа к полученной информации используются геопорталы, например: ArcGIS, QGIS, геопортал открытого акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Рекод» (далее – ОАО НПК «РЕКОД») на базе Волжского политехнического техникума (далее – ГБ ПОУ «ВПТ»).

Любой человек может воспользоваться геопорталами, имея перед собой компьютер или смартфон с выходом в интернет. Геопорталы используют космические снимки в качестве информационных слоёв и основания. Объекты инфраструктуры города были нанесены по просьбе Администрации городского округа – г. Волжский на эти слои.

Студентами групп ЭВТ-57 и ЭВТ-58 ГБ ПОУ «ВПТ» было нанесено множество объектов: дошкольные учреждения, общеобразовательные учреждения, больницы и культурные объекты (рисунок). В будущем при помощи геопортала «Рекод» можно будет с лёгкостью узнать об экологической ситуации в выбранном районе, начиная от местонахождения свалок и уровня радиации и заканчивая 3D моделями зданий. Это направление крайне перспективно и эффективно.



Рисунок

Структура ГИС ВПТ-Рекод состоит из:

1) данных (пространственных данных);

2) аппаратного обеспечения (ЭВМ, сети, накопители, сканер и т. д.) политехнического техникума (ГБ ПОУ «ВПТ»);

3) программного обеспечения геопортала: «РЕКОД-Модель», «РЕКОД-Инфраструктура» и пр.;

4) технологий (методы, порядок действий и т. д.) – изучаются студентами на учебных занятиях и в личное время.

Методы исследования, используемые студентами ГБ ПОУ «ВПТ» в ГИС техникума, имеют следующие преимущества перед другими ГИС:

• обзорность – дает закономерности расположения пространственных природных объектов и их взаимоотношения. Эти взаимоотношения позволяют понять динамику развития самих природных объектов;

• доступ к труднодоступным территориям;

• интеграция данных;

• автоматизация процесса анализа и построения отчетов о любых явлениях, связанных с пространственными данными – помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений;

• удобное средство для создания карт;

• удобная привязка 3D-моделей к карте.

Для анализа данных дистанционного зондирования наиболее удобны ГИС, позволяющие эффективно работать с пространственно-распределенной информацией (картами, планами, аэрокосмическими изображениями, схемами в сочетании с текстом, таблицами и др.).

Использование ГИС-технологий позволяет решать как комплексные, так и частные задачи по обеспечению экологической безопасности населения.

ГИС ГБ ПОУ «ВПТ» могут быть использованы в разных сферах обеспечения жизнедеятельности жителей г. Волжского и Волгоградской области:

• мониторинг экологической ситуации и учет природных ресурсов;

• разрешение территориальных конфликтов;

• выбор оптимальных мест для размещения объектов;

• учет численности, структуры и распределения населения;

• планирование развития социальной инфраструктуры, транспортной сети, оптимального размещения объектов здравоохранения, противопожарных отрядов и сил правопорядка и многое другое.

Таким образом, ГИС ГБ ПОУ «ВПТ» являются одним из важнейших инструментов обработки полученных результатов, так как они помогают визуализировать, обрабатывать, анализировать, хранить и изменять полученную информацию. В настоящее время ГИС имеют очень широкую сферу применения и представляют собой эффективный инструмент для обобщения и полноценного анализа пространственной информации, полученной различными методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журкин, И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.

2. Заиканов, В. Г. Геоэкологическая оценка территории / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова. – М. : Наука, 2005. – С. 23.

3. Костарев, С. В. Применение ГИС-технологий для оценки экологического состояния Омска / С. В. Костарев, В. К. Милованов // Информационный бюллетень / ГИС-Ассоциация. – 1996. – № 5 (7). – 27 с.

ИДЕНТИФИКАТОР ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ В РОБАСТНЫХ АЛГОРИТМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Губанов Л. С. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Мокичева Ю. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Возможности технических средств распределённых систем управления позволяют выбирать в качестве критерия управления обобщённые технико-экономические показатели технологического процесса. Чаще всего выбирается технологический коэффициент полезного действия – текущая эффективность, $Y(iT_S)$, которая определяется как отношение текущего значения критерия управления, измеряемого прибором, $Y_2(iT_S)$, к текущему значению критерия управления, рассчитанному по математической модели объекта управления, $Y_2^*(iT_S)$:

$$Y(iT_S) = \frac{Y_2(iT_S)}{Y_2^*(iT_S)} \to \max . \qquad (1)$$

Априори известно, что этот критерий имеет максимум, дрейфующий в пространстве управляющих координат. Текущее положение экстремума рассчитать невозможно, так как дрейф критерия управления является нестационарным случайным процессом, и, как правило, характеристики этого случайного процесса неизвестны. Однако можно количественно с помощью метода наименьших квадратов оценить статистическую оценку знака и величины градиента. По знаку градиента можно принимать решение о направлении изменения управляющих координат при случайных перемещениях статической характеристики в пространстве управляющих координат. Составляющие вектора градиента могут являться рекомендациями по изменению управляющих воздействий в алгоритмах робастного управления и позволяют следить за перемещениями статической характеристики (1) в пространстве управляющих координат. На рисунке представлен пример алгоритма робастного управления эндогазогенерирующей установкой.

Блок-схема состоит из блока 1, который представляет собой обеспечивающий алгоритм управления; блоков 2, 3, представляющих свойства эндогазогенератора; блока 4 – блока вычисления значения эффективности; блоков 5, 6, в которых происходит накопление значений расхода воздуха и значений эффективности; блоков 7, 8, вычисляющих математическое ожидание значений расхода воздуха и эффективности; блоков 9, 10, вычисляющих центрированные значения расхода воздуха и эффективности; блока 11, в котором происходит оценка градиента в рабочей точке; блока 12, определяющего настроечный коэффициент, и блока 13, определяющего управляющее воздействие.

Алгоритм работает следующим образом: информация от датчиков температуры в эндогазогенераторе, расхода воздуха на химическую реакцию и влажности эндогаза поступает в блок вычисления эффективности *ЭР* (блок 4).

Эффективность работы эндогазогенератора определяется по формуле

$$ЭР_i = \frac{Y_{2Эi}}{-5{,}8\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} X_{2i}h_{22}(iT_S - j) + 0{,}000027\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} Y_{1i}h_{12}(iT_S - j)}, \quad (2)$$

где Y_2 – текущее значение влажности эндогаза; X_2 – текущее значение расхода воздуха; Y_1 – текущее значение температуры реторты; h_{11} – импульсная переходная характеристика по каналу «расход газа – температура»; h_{12} – импульсная переходная характеристика по каналу «расход газа – влажность».

Далее, в блоках 5 и 6 накапливаются массивы данных по X_2 и по $ЭР$, по ним оцениваются величины математических ожиданий (блоки 7, 8) и производится центрирование (блоки 9, 10). В блоке 11 вычисляется оценка величины градиента в рабочей точке. В блоке 13 определяется направление движения по знаку градиента. Настроечный коэффициент алгоритма управления, K, выбирается пропорционально оценке дисперсии управляющего воздействия и в блоке 12.

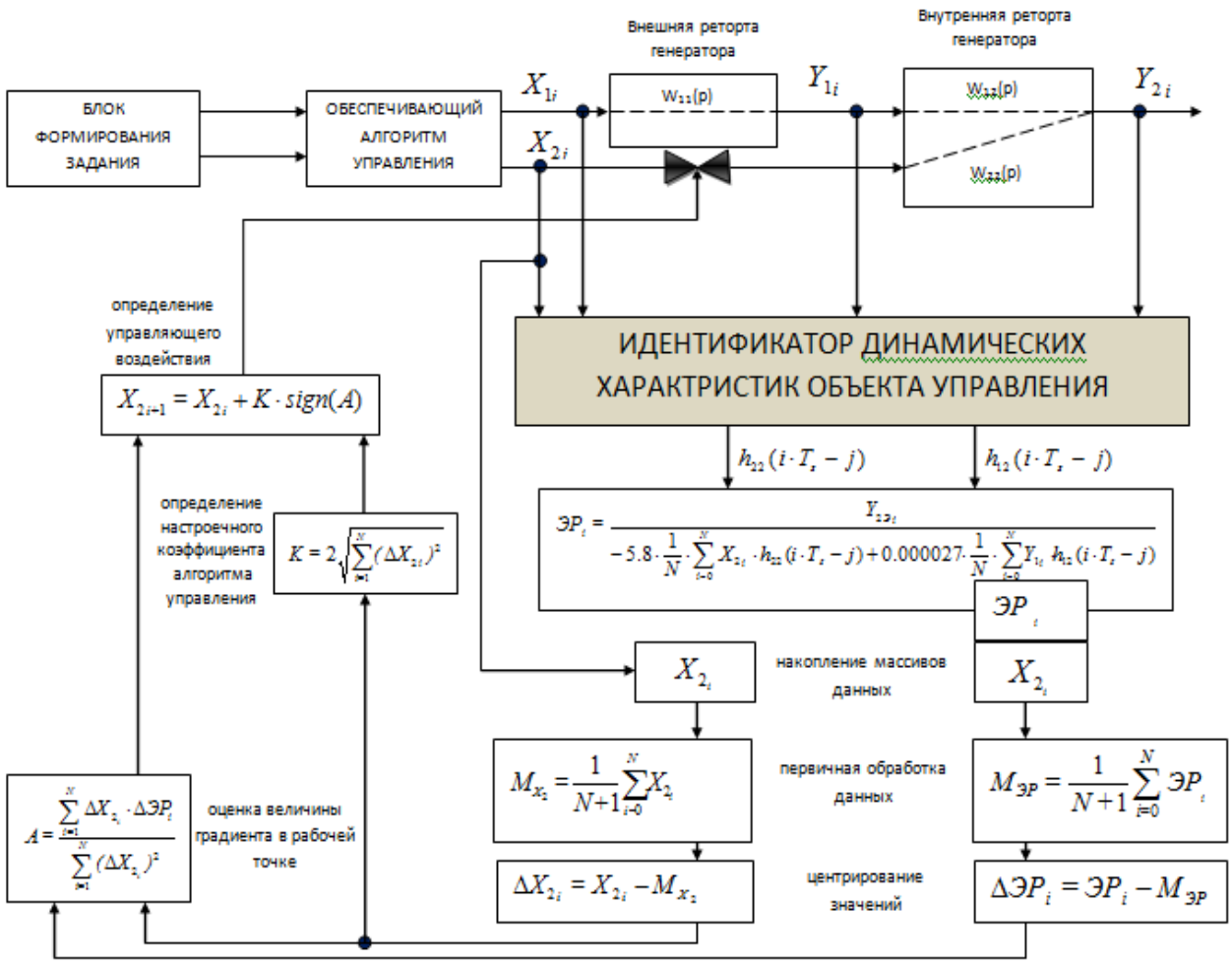


Рисунок. Пример применения ИДХОУ при робастном управлении эндогазогенератором

Динамические характеристики объектов управления со временем изменяются, что приводит к необходимости постоянной корректировки как динамических свойств объекта управления, так и динамических свойств элементов измерительной системы. Поэтому неотъемлемой частью алгоритма управления является блок идентификации динамических характеристик объекта управления ИДХОУ (блок 17).

СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИДЕНТИФИКАТОРА

Губанов Л. С. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Мокичева Ю. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Применение в составе информационных подсистем АСУ ТП таких модулей связи с объектом управления, которые осуществляют измерение параметров технологического процесса и проводят текущую идентификацию динамических свойств объекта управления, требует оценки метрологических характеристик виртуального прибора.

Основной метрологической характеристикой идентификатора должна являться ошибка идентификации модели объекта управления, так как идентифицируемая весовая функция объекта управления входит в уравнение измерения, и все ошибки идентификации переносятся через уравнение измерения на ошибки робастного управления. Систематические ошибки при идентификации носят как инструментальный характер, так и методический. Причём, если на инструментальные составляющие погрешности повлиять нельзя (поскольку они заложены технологией изготовления прибора), то методические составляющие погрешности можно существенно снизить за счёт оптимальной настройки программного обеспечения виртуального прибора. При этом настройками программного обеспечения являются скважность корреляционных функций (период опроса датчиков) T_S и длина массивов корреляционных функций N. Основные ошибки возникают из-за процесса дискретизации по времени T_S и нелинейного вида уравнений для вычисления корреляционных функций. Схема выделения методической динамической погрешности идентификатора динамических характеристик объектов управления представлена на рисунке.

Принцип выделения погрешности состоит в следующем: имеется некий объект управления, входная величина объекта X, выходная Y. Известна передаточная функция объекта управления по каналу «X-Y». Данная передаточная функция, W(p), считается эталонной. Сигналы X и Y поступают на вход идентификатора. В состав идентификатора входит встроенный АЦП, период опроса и длина реализации массивов данных которого настраиваются. Идентификатор записывает данные и далее передает их на ЭВМ через USB, где они обрабатываются. В результате обработки получается весовая функция объекта по каналу. Данная передаточная функция считается реальной идентификатора. Эти же

сигналы X и Y поступают на УСО входа контроллера, встроенный АЦП которого имеет постоянные настройки. С УСО входа цифровые сигналы поступают на вход контроллера и передаются далее на ЦАП, настройки которого также постоянны. С ЦАП сигналы поступают на ЭВМ для дальнейшей обработки.

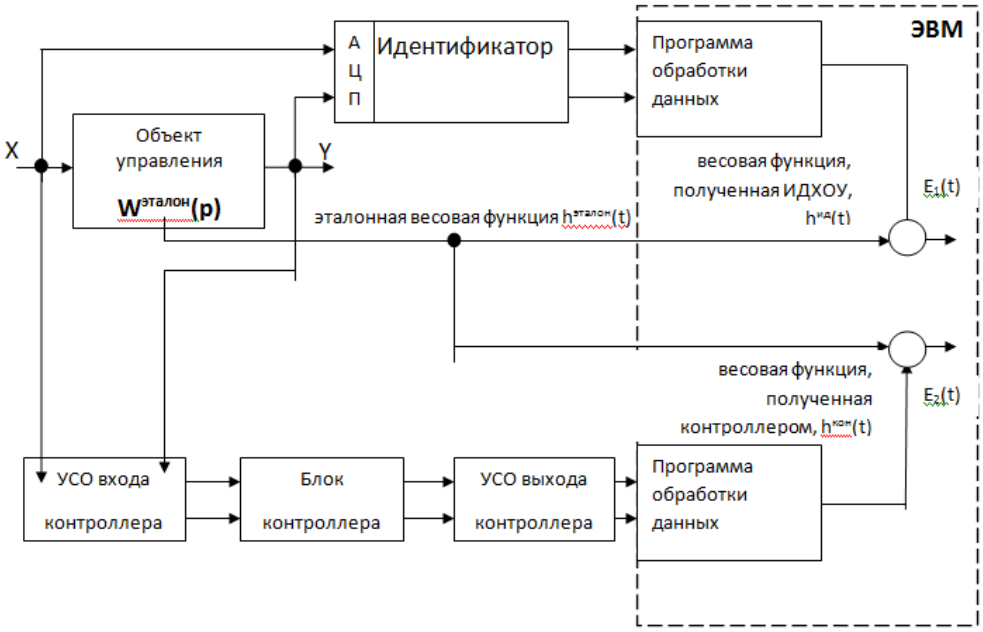


Рисунок. Схема выделения методической динамической погрешности идентификатора

Результат обработки – весовая функция, которая считается реальной контроллера. Результатом сравнения эталонной весовой функции с функцией, полученной идентификатором, является ошибка $E_1(t)$. $E_2(t)$ – результат сравнения эталонной весовой функции с функцией, полученной контроллером.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ВПТ. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

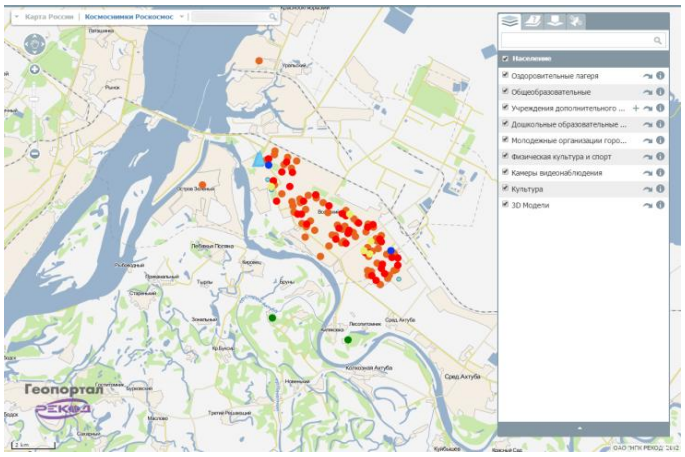
Ермаков Н. А., Шелухо М. В. – студенты
Волжского политехнического техникума
Науч. рук. ***Ежевский В. О.*** – канд. техн. наук

Геоинформационная система (ГИС) – это многофункциональная информационная система, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач, подготовке и принятии решений.

Основное назначение ГИС заключается в формировании знаний о Земле, отдельных территориях, местности, а также в своевременном доведении необходимых и достаточных пространственных данных до пользователей с целью достижения наибольшей эффективности их работы.

Геоинформационные технологии или ГИС-технологии – это информационные технологии обработки географически организованной информации, используемые в техникуме [2].

Оценив важность и перспективность ГИС-технологий, авторы решили присоединиться к разработке геопортала ГБ ПОУ «Волжского политехнического техникума» (далее – ВПТ). За время работы с геопорталом авторы смогли продвинуться в изучении космических технологий. На геопортал было нанесено несколько 3D-моделей, добавлена информация о большинстве учреждений дошкольного, школьного и дополнительного образования.



И это только малая часть того, что авторы планируют сделать в будущем. Ведь для успешного развития геопортала нужен план, который у авторов есть. Первым делом следует нанести на геопортал все особо значимые объекты г. Волжского (культурные объекты, муниципальные учреждения, здания администрации и т. д.). Во-вторых, команде авторов следует создать слои, которые покажут людям и Администрации г. Волжского проблемные места (ямы на дорогах, свалки в неположенном месте и т. д.). В-третьих, пойдёт создание системы, которая в автоматическом или полуавтоматическом порядке сможет информировать горожан о различных факторах (количество преступлений в данном районе, количество пожаров и др.) [1].

Составные части ГИС ВПТ. Работающая ГИС включает в себя пять ключевых составляющих: аппаратные средства, программное обеспечение, данные, исполнители и методы.

Аппаратные средства – это компьютеры, на которых запущена ГИС [2].

Программное обеспечение. Главным инструментом в работе авторов являются программы, такие как «РЕКОД-Геопортал», которая служит для визуализации различных типов пространственных данных и формирования отчетов. Также очень важна программа «РЕКОД-Инфраструктура», служащая для создания и ведения баз геопространственных данных. Возможности программы позволяют осуществлять создание, редактирование, визуализацию, анализ векторной картографической информации [3].

Данные. Это наиболее важный компонент ГИС. Нужные данные можно получить из открытых интернет-ресурсов, таких как «Сайт Администрации г. Волжского или Администрации Волгоградской области», также это могут быть различные сайты, предоставляющие доступ к снимкам со спутника.

Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем либо приобретаться у поставщиков на коммерческой или другой

основе. В процессе управления пространственными данными ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а также может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных.

Исполнители. Главные исполнители – это студенты ВПТ, обучающиеся на 1 курсе направления ЭВТ.

Широкое применение технологии ГИС невозможно без людей, которые работают с программными продуктами и разрабатывают планы их использования при решении реальных задач. Пользователями ГИС ВПТ могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники (конечные пользователи), которым ГИС ВПТ помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы.

Методы. Успешность и эффективность (в том числе экономическая) применения ГИС ВПТ во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации.

ГИС ВПТ могут использоваться в разных сферах обеспечения жизнедеятельности жителей г. Волжского и Волгоградской области:

1) мониторинг экологической ситуации и учет природных ресурсов;

2) разрешение территориальных конфликтов;

3) выбор оптимальных (с разных точек зрения и по разным критериям) мест для размещения объектов;

4) учет численности, структуры и распределения населения;

5) планирование развития социальной инфраструктуры, транспортной сети, оптимального размещения объектов здравоохранения, противопожарных отрядов и сил правопорядка и другие направления [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоинформационные системы : Учебное пособие / Под ред. И. Г. Журкина, С. В. Шайтуры. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 273 с.

2. ГИС-Техник [Электронный ресурс]. – Электронные данные 2012 г. – Режим доступа: http://gistechnik.ru

3. Геопортал Волжского политехнического техникума. http://volpt.ssk.rekod.ru/

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОТАРГЕТИНГА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Иванов А. Е. – студент ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
Науч. рук. ***Лясин Д. Н.*** – канд. техн. наук, доцент

В последние годы вопрос о применении технологии дополненной реальности в мобильных устройствах становится особо острым по причине роста доли мобильных телефонов и планшетов на рынке. Как следствие, разработчикам

приходится всё чаще встречаться с задачами использования технологий дополненной реальности [5] в мобильных устройствах, а также методами геопривязки данных в подобных приложениях и сервисах.

Дополненная реальность активно используется в медицине, сферах обучения [6] и развлечений. Также большую популярность набирают мобильные приложения дополненной реальности.

Важная составляющая приложений дополненной реальности – геолокация, отвечающая за точность определения местоположения реальных объектов. С помощью геолокации можно определить направление «взгляда» камеры, расстояние до объекта. Именно геолокация отвечает за то, насколько точно будут отображаться на экране объекты [7].

Именно поэтому проблема изучения и повышения эффективности отображения информации в мобильных приложениях дополненной реальности является актуальной на сегодняшний день [1].

Цель данной работы – добиться повышения точности работы алгоритмов поиска расстояния между двумя объектами.

Основные задачи исследования:

1) разработка математической модели геопривязки объектов наблюдения в приложениях дополненной реальности;

2) разработка мобильного приложения дополненной реальности;

3) тестирование разработанного программного продукта и исследование эффективности алгоритма расчета расстояния до наблюдаемого объекта.

В качестве описания предметной области были рассмотрены существующие системы дополненной реальности, их преимущества и недостатки.

Одними из самых важных параметров приложений дополненной реальности являются скорость работы и эффективность визуализации. Поскольку скорость во многом зависит от аппаратных возможностей устройства, то было решено исследовать параметр эффективности, который состоит из положения объекта на экране, точности его размеров, видимости. Именно эти параметры влияют на реалистичность дополненной реальности.

В работе [2] Dalmo Cirne рассматривает проблему корректного отображения элементов дополненной реальности в мобильном приложении, приводит математические выкладки для расчета расстояния до объекта, размера объекта на экране пользователя, основываясь на его местоположении.

В работе описан процесс проектирования приложения с использованием объектно-ориентированного подхода, который включает в себя разработку модели будущей базы данных (логическую и физическую), описание вариантов использования системы, формата входных и выходных данных, разработку пользовательского интерфейса.

На основе спроектированной модели было разработано клиентское мобильное приложение под операционную систему Android. Были проведены группы экспериментов по определению точности и скорости нахождения координат пользователя.

По итогам данных экспериментов сделаны следующие выводы:

1) для точного и быстрого определения местоположения лучше пользоваться системой GPS или WiFi;

2) в здании эффективнее определять местоположение посредством WiFi;

3) GSM – самый долгий способ определения местоположения.

Был проведен эксперимент по проверке точности определения расстояния между объектами с помощью разработанного алгоритма. Исходя из результатов эксперимента, можно сделать вывод о том, что алгоритм дает достаточно точные результаты благодаря внедрению параметра высоты объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Borko Furht (Eds.). Handbook of Augmented Reality / Borko Furht. – Florida Atlantic University (USA): Springer, 2011. – С. 1-43.

2. Dalmo Cirne. Augmented Reality Geolocation Math: [Электронный ресурс], 2013. – Режим доступа: https://app.box.com/s/9gvxr3303jp64l2b0omk, свободный.

3. Лясин, Д. Н. Разработка мобильного приложения с использованием технологий дополненной реальности для отображения контекстно-информационного слоя / Д. Н. Лясин, М. А. Мамедов // NovaInfo.Ru. – 2015. – Т. 1. – № 34. – С. 7-19.

4. Лясин, Д. Н. Информационная система «виртуальный навигатор по институту» / Д. Н. Лясин, О. Д. Сорокина // NovaInfo.Ru. – 2015. – Т. 1. – № 34. – С. 55-61.

5. Лясин, Д. Н. Разработка справочно-информационной системы энергетического оборудования с использованием элементов дополненной реальности (на примере лабораторной установки «ветротурбина» и мобильного энергетического комплекса) / Д. Н. Лясин, А. В. Саразов // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 11-1 (43). – С. 81-86.

6. Рыбанов, А. А. Технология повышения эффективности информационной поддержки, мониторинга и контроля за процессом выполнения выпускных квалификационных работ / А. А. Рыбанов, Л. А. Макушкина, М. В. Фадеева // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. – Т. 10. – № 13 (116). – С. 122-125.

7. Шлыков, А. А. Исследование проблемы навигации внутри современных зданий со сложной архитектурой / А. А. Шлыков, О. Ф. Абрамова // Современная техника и технологии. – 2014. – № 2 (30). – С. 5.

АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ WEB-СИСТЕМ

Инкин А. Н. – студент ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
Науч. рук. ***Лясин Д. Н.*** – канд. техн. наук, доцент

На сегодняшний день разработка высоконагруженных Web-систем ведется большим числом компаний. Доля пользователей интернета постоянно растет, востребованный сайт за короткое время набирает высокую посещаемость. В результате, сейчас стоит задача усовершенствования аппаратных ресурсов, организации баз данных и разработки оптимального программного кода [1].

Данная проблема является актуальной как в наше время, так и в обозримом будущем, потому что по оценкам и прогнозам многих передовых гигантов

сферы информационных технологий интернет будет стремиться занимать все более прочные позиции [2].

Целью данной работы является нахождение оптимальной архитектуры для сервера, которая будет использовать минимальное количество ресурсов и отвечать всем нашим требованиям; повышение эффективности Web-сервера, который сможет принимать большое количество запросов от клиентов; исследование различных архитектур Web-систем и их сравнение.

Основные задачи исследования:

1) оценка характеристик архитектуры наиболее известных высоконагруженных систем и разработка модели оценки нагруженности сервера;

2) разработка методики снижения нагрузки и построение тестового варианта высоконагруженной системы с ее использованием;

3) проведение тестов с разными подходами проектирования.

В качестве описания ситуации в предметной области был проведен обзор существующих архитектур Web-систем; рассмотрены возможные сетевые проблемы и различные способы их решения. Еще одним важным моментом является анализ некоторых правил web-оптимизации.

Для экспериментальной оценки полученных теоретических результатов в качестве практических результатов планируется разработка Web-системы. Будут рассмотрены следующие методы проектирования: распределенность, кэширование и распараллеливание. В итоге получатся рекомендации внутренней организации высоконагруженных систем для уменьшения времени отклика системы [5].

В работах [3], [4] описаны подходы к организации высоконагруженных Web-систем, основанные на использовании web-оптимизации, которые могут быть использованы в процессе решения поставленных задач.

После ознакомления с современными разработками сайтов под высокую нагрузку стоит разработать математическую модель оценки нагруженности на систему. Затем разработать тестовый вариант Web-системы и проверить все способы оптимизации; это касается как frontend, так и backend составляющих. Далее следует рассмотреть принцип математического описания нагрузки с оценкой составляющих в шкале от 0 до 1 и введения весовых коэффициентов для каждого фактора, влияющего на нагрузку.

Для проведения тестов необходимо создать тестовый вариант Web-системы и смоделировать несколько вариантов архитектур, при которых оптимизация будет наиболее эффективной; после этого можно сделать анализ.

На практике внедрение подобных исследований позволит повысить эффективность работы различных Web-систем, а также оптимизировать существующие серверы и клиентскую часть различного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотников, Д. Ю. Разработка высоконагруженного веб-приложения / Д. Ю. Плотников, Е. Ф. Малёваный, А. Я. Аноприенко. – Донецк : ДонНТУ, 2012. – С. 431-435.

2. Разработка высоконагруженных систем. По материалам конференции HighLoad 2010-2011. – М. : Издательство Олега Бунина, 2012. – 414 с.

3. Руденко, А. О. Сравнительный анализ программных средств балансировки ресурсов высоконагруженных приложений / А. О. Руденко, С. В. Мещеряков // Научный форум с международным участием «Неделя науки СПБПУ» : Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 2015 г. – Санкт-Петербург : СПБПУ, 2015.

4. Новиков, О. В. Методы ускорения работ рекомендательных систем для высоконагруженных веб-сайтов / О. В. Новиков // Прикладная информатика : Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, 2013 г. / НИУ ВШЭ. – Москва, 2013.

5. Симонова, О. Н. Применение архитектурного шаблона mvc для разработки веб-приложений на языке php / О. Н. Симонова, Д. Н. Лясин // Вестник магистратуры. – 2014. – № 4-1 (31). – С. 13-15.

ИЗМЕРЕНИЕ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ В ПОДСИСТЕМЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОЛИГОНА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ФИЛИАЛА «НИУ «МЭИ» В Г. ВОЛЖСКОМ

Рекаев Б. А. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Смирнов А. А. – аспирант НИУ «МЭИ», г. Москва
Науч. рук. ***Болдырев И. А.*** – канд. техн. наук, доцент

Исследование проводилось на Полигоне альтернативных источников энергии филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском [1], в составе которого имеется метеостанция, непрерывно измеряющая такие параметры, как температура, влажность, давление атмосферного воздуха, мощность солнечного излучения и др.

Для передачи данных метеостанции на удаленный сервер был реализован программно-аппаратный комплекс на основе сервера с операционной системой CentOS 6.8. Сервер по интерфейсу RS-485 получает данные от метеостанции. Полученные данные записываются во временное хранилище на основе файла с помощью встроенной утилиты Linux Cat.

Данные, собираемые в файле хранилища, считываются и обрабатываются скриптом, написанным на языке php.

Алгоритм скрипта

Этап 1. Чтение файла и преобразование файла в строку.

Этап 2. Преобразование строки в массив строк, где каждое измерение параметра представляет собой один элемент массива.

Этап 3. Нахождение в массиве самого последнего полного измерения параметров. Информация об измеренных значениях метеопараметров приходит в двух видах: в сокращенном – каждую секунду, и в развернутом – каждые 30 секунд. Используем развернутые данные измерений и отправляем их на сервер.

Этап 4. Найденный элемент с помощью простейших преобразований строки переводится в список параметров (GET).

Этап 5. С помощью технологии CURL отправляется на удаленный сервер.

Этап 6. Файл /home/output.txt очищается.

С целью обеспечения непрерывного считывания данных и передачи их на сервер использован BASH-скрипт, запускаемый каждую минуту Unix-планировщиком задач CRON. В качестве удаленного сервера был арендован виртуальный сервер VPS с операционной системой CentOS 6. Для получения и обработки данных с метеостанции был установлен пакет серверных утилит и сервисов: Nginx, Apache, php 5.6, MySQL. Для хранения данных, полученных с метеостанции, была создана база данных, структура которой содержит 45 полей для хранения необходимой информации. Для получения данных, переданных локальным сервером, был написан скрипт на языке php со следующим алгоритмом.

Этап 1. Получение GET параметров, переданных с локального сервера.

Этап 2. Соединение с базой данных с помощью библиотеки PDO.

Этап 3. Запись данных в базу.

Для вывода данных используется веб-сервер. Хранимую в базе данных информацию можно представить в любом виде, удобном для конечного пользователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев, И. А. Исследование эффективности функционирования комбинации нетрадиционных и возобновляемых источников электрической и тепловой энергии / И. А. Болдырев, В. С. Кузеванов // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 14. – С. 49-51. – ISSN: 1608-8298.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рымарчук А. В. – студент
Волжского политехнического техникума
Науч. рук. ***Ежевский В. О.*** – канд. техн. наук

Геоинформационная система (ГИС) – это многофункциональная информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, моделирования и анализа графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах, их отображения и использования при решении расчетных задач, подготовке и принятии решений. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности, таких как анализ глобальных проблем перенаселения, загрязнение территории, сокращение лесных угодий, природные катастрофы. Возможно и решение частных задач, таких как поиск наилучшего маршрута между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода на местности, различные муниципальные задачи. ГИС – это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира [1]. Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле – как инструмента (программного

продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах [2].

ГИС используют Яндекс, Google, ЕГАСКРО, АСКРО, 2ГИС и др. Яндекс, Google и 2ГИС используют ГИС для предоставления потребителям карт; Единая государственная система контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО) и автоматизированная система контроля радиационной обстановки Волгоградской области (Волга-АСКРО) – для мониторинга радиационной обстановки.

Волгоградская область достаточно слабо представлена прогнозированием радиационной безопасности, мониторингом радиационной и экологической обстановки. Волжский политехнический техникум (ВПТ) приобрёл программное обеспечение ОАО «Научно-производственной корпорации «РЕКОД», которое позволяет отмечать, видеть и проводить мониторинг датчиков и счётчиков радиационного фона [4].

Радиационный фон – радиоактивное излучение, присутствующее на Земле от естественных и техногенных источников, в условиях которого постоянно находится человек. Избежать радиоактивного облучения невозможно. Жизнь на Земле возникла и развивается в условиях постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из следующих компонентов:

1) космическое излучение;

2) излучение от находящихся в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов;

3) излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов [3].

Облучение может быть внешним и внутренним. Внешнее облучение обусловлено источниками, расположенными вне тела человека (космическое излучение, наземные источники). Внутреннее облучение осуществляют радионуклиды, находящиеся в теле человека. За счёт космического излучения большинство населения получает дозу 35 мбэр в год (1 мбэр = 10^{-3} бэр). Такую же дозу (35 мбэр/год) человек получает от внешних земных источников естественного происхождения. Доза внутреннего облучения от естественных источников составляет в среднем 135 мбэр/год (3/4 этой дозы даёт не имеющий вкуса и запаха тяжёлый радиоактивный газ радон и продукты его распада). Таким образом, суммарная доза внешнего и внутреннего облучения человека от естественных источников радиации в среднем равна около 200 мбэр/год.

В результате деятельности человека в непосредственно окружающей его среде появились дополнительные источники радиации, в том числе естественные радионуклиды, извлекаемые в больших количествах из недр Земли вместе с углём, газом, нефтью, минеральными удобрениями, сырьём для строительных материалов. Вклад искусственных источников излучений в создание суммарной годовой дозы облучения человека иллюстрируется в таблице.

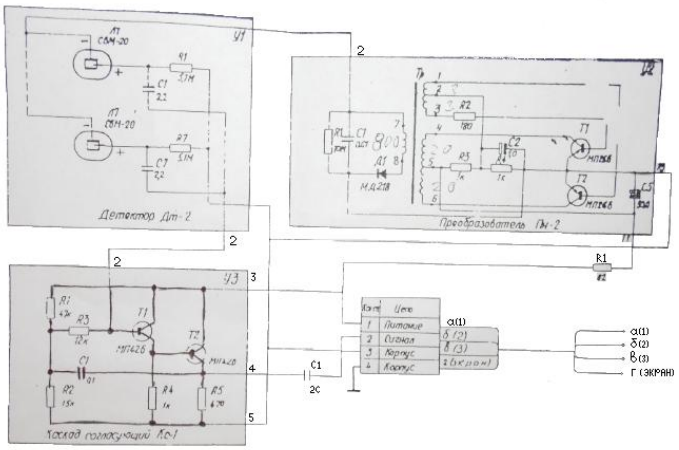
Первая строка таблицы – суммарный вклад от естественных радиоактивных источников [5].

В качестве тестового образца планируется установить несколько датчиков в ВПТ и нанести их на геопортал техникума, чтобы в дальнейшем проводить

мониторинг радиационного фона. Первоначально планируется вести работу на территории техникума. Чтобы узнать информацию о датчиках, нужно будет зайти на геопортал ВПТ по адресу http://volpt.rekod.ru/ и выбрать необходимый слой из панели управления слоями. В дальнейшем планируется изготовить несколько датчиков и установить их по городу Волжскому. Датчики будут изготавливаться по схеме, представленной на рисунке.

Таблица

Источник	**мбэр/год**
Естественный радиационный фон	200
Стройматериалы	140
Медицинские исследования	140
Бытовые предметы	4
Ядерные испытания	2,5
Полёты в самолётах	0,5
Атомная энергетика	0,2
Телевизоры и мониторы	0,1
Общая доза	500



Рисунок

Программное обеспечение «РЕКОД» позволит вести экологический и радиационный контроль в городе Волжском, а в дальнейшем и во всей Волгоградской области; проводить мониторинг уровня загрязнения атмосферного воздуха как в жилой зоне, так и в окрестностях; предупреждать и предотвращать чрезвычайные ситуации; проводить анализ и оценку состояния окружающей среды; прогнозировать её изменения под воздействием деятельности человека, а также обеспечивать прогнозами экологической обстановки, в том числе трансграничных переносов, и, используя геоинформационный моделирующий комплекс, принимать экологически обоснованные решения, реализовывать мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самардак, А. С. Геоинформационные системы: Учебное пособие / А. С. Самардак. – Владивосток : ТИДОТ ДВГУ, 2005. – 179 с.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система
3. Дунай, В. И., Аринчина, Н. Г. Радиационная безопасность / В. И. Дунай, Н. Г. Аринчина. – Минск : БГУ, 2011. – 63 с.
4. Ядерная и радиационная безопасность России // Тематический сборник. Вып. 13. – М., 2012. – 188 с.
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск / Пер. с англ. Ю. А. Банникова. – М. : Мир, 1990. – 79 с.

СИСТЕМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМИ БАЛКАМИ

Студеникин Г. Е. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Шамигулов П. В.*** – канд. техн. наук, доцент

Снижение расхода газа в технологическом процессе закалки труб в печи с шагающими балками достигается, в частности, за счет использования оптимального соотношения расходов газа и воздуха, подаваемых на горелки. Если воздух подается в недостаточном количестве, то происходит химический недожог топлива, что приводит к снижению температуры факела. При большом количестве воздуха топливо сгорает полностью, что способствует повышению температуры, но при этом избыток воздуха охлаждает факел. Для поиска оптимального соотношения газа и воздуха можно применять различные автоматические системы, например систему экстремального регулирования [1].

У объекта управления существует статическая характеристика с явно выраженным экстремумом (рис. 1), который достигается при определенных значениях входных сигналов [2]. Эта характеристика не является постоянной, ее профиль и положение экстремума может изменяться [1, 2].

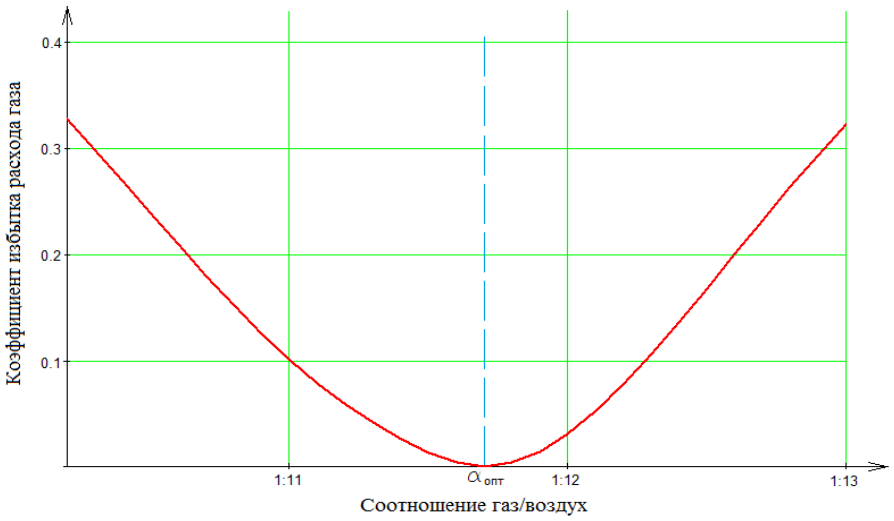


Рис. 1. Статическая характеристика коэффициента избытка расхода газа

Для поддержания необходимой температуры в зоне регулирования печи при неоптимальном выборе соотношения газа и воздуха требуется избыточное количество газа, подаваемого на горение.

Структурная схема системы экстремального регулирования температуры в зоне печи с шагающими балками представлена на рис. 2.

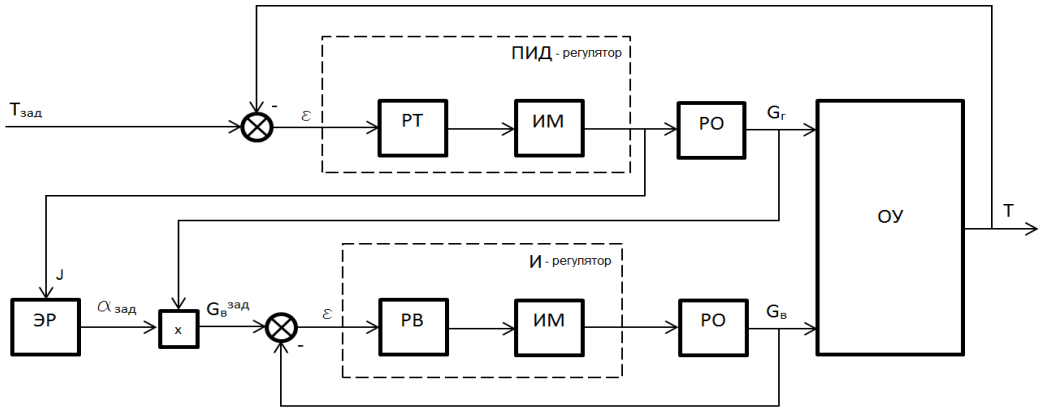


Рис. 2. Структурная схема системы экстремального регулирования температуры в зоне печи с шагающими балками

Основные элементы схемы на рис. 2:

ОУ – объект управления;

РВ – регулятор расхода воздуха;

РТ – регулятор температуры;

ЭР – экстремальный регулятор;

ИМ – исполнительный механизм;

РО – регулирующий орган.

Согласно данной схеме, ЭР формирует значение $\alpha_{зад}$ (соотношение газ/воздух) исходя из управляющего воздействия ПИД-регулятора. Далее это значение умножается на значение текущего расхода газа $G_г$, тем самым формируя задание по текущему расходу воздуха $G_в^{зад}$.

Структурная схема ЭР с дифференцированием представлена на рис. 3.

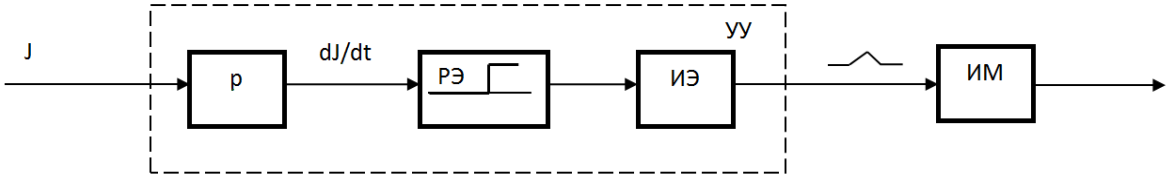


Рис. 3. Структурная схема экстремального регулятора с дифференцированием

Принцип работы ЭР основан на схеме управляющего устройства с дифференцированием [1]. Данная схема реагирует на знак производной критерия качества *dJ*/*dt*. Величина *dJ*/*dt* подается на вход РЭ, который при срабатывании формирует сигнал, возбуждающий импульсный элемент ИЭ, заставляя его вырабатывать импульс, реверсирующий исполнительный механизм. В результате

управляющее устройство отдает команду на реверс всякий раз, когда показатель качества начинает возрастать.

Моделирование работы данной системы проводилось в среде VisSim.

Модель системы экстремального регулирования температуры состоит из следующих блоков (рис. 4):

1 – блок объекта управления, который включает в себя передаточную функцию по каналу «расход газа – температура», а также статическую характеристику коэффициента избытка расхода газа;

2 – блок ПИД-регулятора;

3 – блок экстремального регулятора;

4 – блок имитации дрейфа статической характеристики коэффициента избытка расхода газа;

5 – блок, имитирующий внешние возмущения на объект управления.

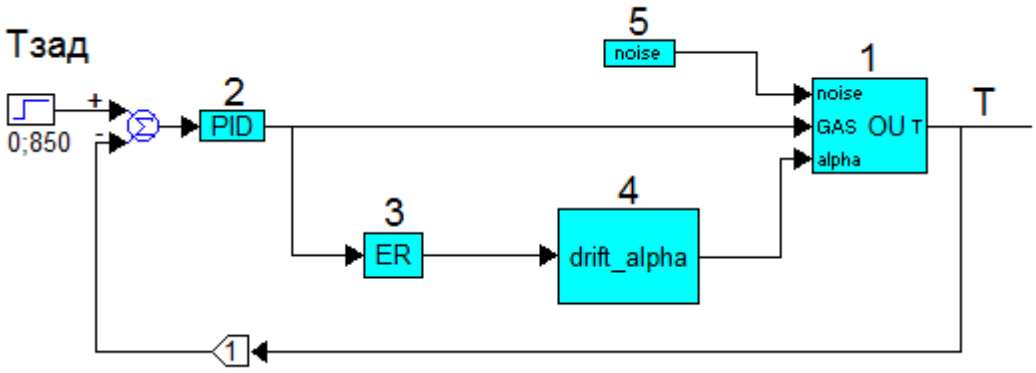


Рис. 4. Модель системы экстремального регулирования температуры в среде VisSim

Результаты имитационного моделирования данной системы позволили сделать вывод о том, что наличие ЭР не нарушает устойчивости системы автоматического регулирования температуры (рис. 5, 6).

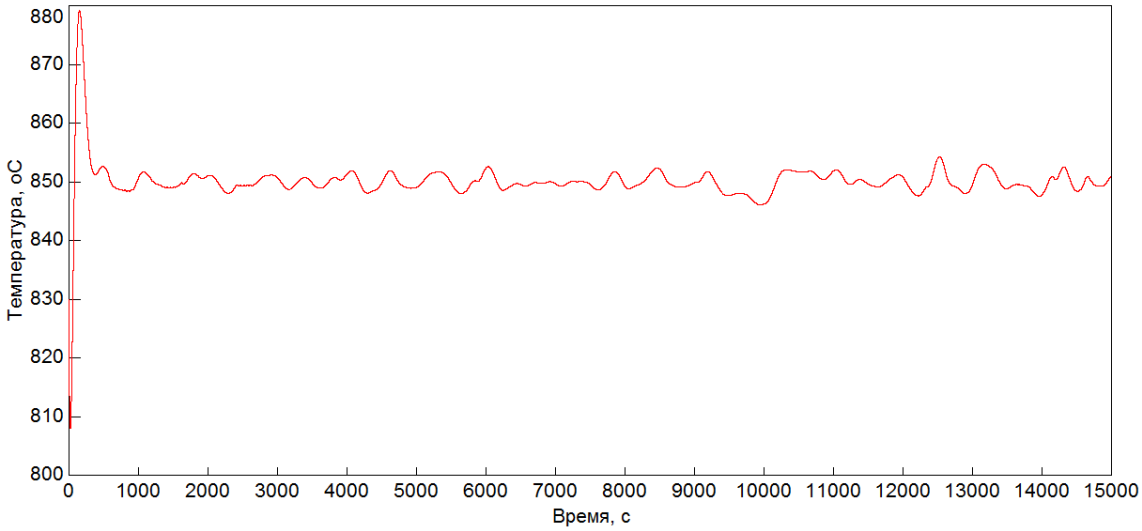


Рис. 5. График зависимости температуры от времени в зоне печи в среде VisSim

В ходе моделирования также был определен средний расход газа без системы экстремального регулирования G_0 = 347,1 м^3/ч, а также средний расход газа с использованием системы экстремального регулирования G_1 = 339,7 м^3/ч.

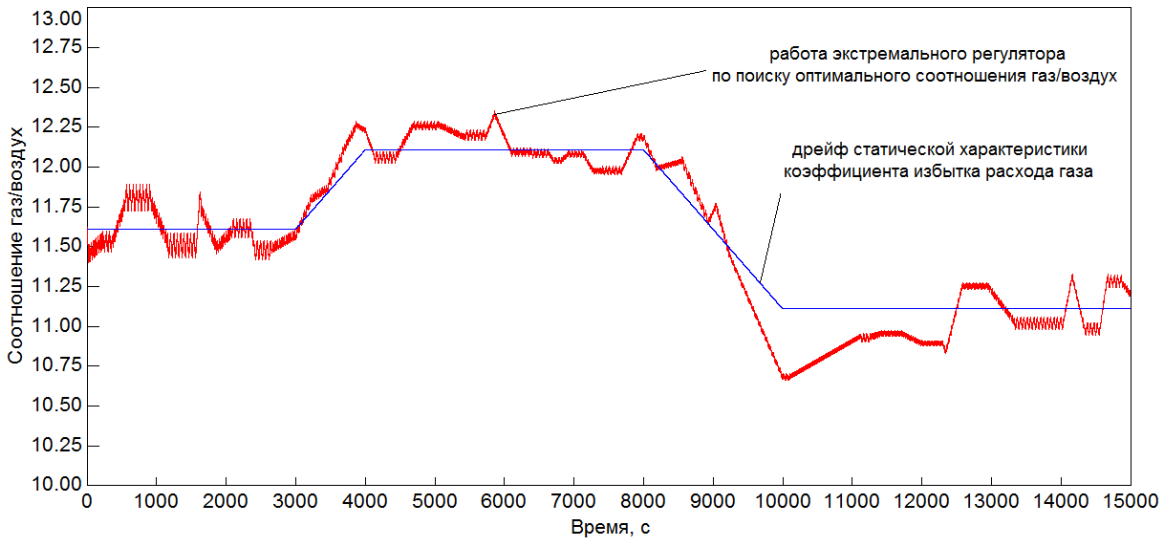


Рис. 6. Моделирование работы экстремальной поисковой системы в VisSim

Экономия топлива, достигаемая за счет использования экстремальной системы:

$$\frac{G_0 - G_1}{G_0} \cdot 100\% = \frac{347{,}1 - 339{,}7}{347{,}1} \cdot 100\% = 2{,}1\%.$$

Таким образом, по результатам моделирования системы экстремального регулирования температуры в среде VisSim можно сделать следующие выводы.

1. Работа экстремальной системы позволяет оптимизировать процесс горения в печи с шагающими балками и снизить расход природного газа на 2,1 %. Следует отметить, что такой результат достигается только за счет изменения алгоритма работы САР и не требует дополнительного технического оснащения.

2. Данную систему целесообразно использовать в небольшие промежутки времени в установившихся режимах работы печи для поиска оптимального значения соотношения газ/воздух. Это можно сделать путем усреднения полученных значений за время работы системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чураков, Е. П. Оптимальные и адаптивные системы : Учебное пособие для вузов / Е. П. Чураков. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.: ил.

2. Капля, Е. В. Моделирование процессов управления в интеллектуальных измерительных системах / Е. В. Капля, В. С. Кузеванов, В. П. Шевчук. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 512 с. – ISBN 978-5-9221-1131-7.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ПОДОГРЕВАТЕЛЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Тихомиров Е. В., Яхутль В. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Агринская С. А.*** – канд. техн. наук, доцент

Теплообменные аппараты паротурбинных установок – крупногабаритное дорогостоящее, науко- и металлоемкое оборудование, от нормального функционирования которого существенно зависят эффективность и надежность работы как самой турбоустановки, так и ТЭС и АЭС в целом.

Основными тепловыми электрическими станциями являются паротурбинные электростанции, которые делятся на конденсационные (КЭС), вырабатывающие только электрическую энергию, и теплофикационные (ТЭЦ), предназначенные для выработки электрической и тепловой энергии.

Паротурбинные электростанции выгодно отличаются возможностью сосредоточения огромной мощности в одном агрегате, относительно высокой экономичностью, наименьшими капитальными затратами на их сооружение и короткими сроками строительства. Основными тепловыми агрегатами паротурбинной ТЭС являются паровой котел и паровая турбина.

В качестве объекта исследования в данной работе выбран подогреватель низкого давления (рис. 1), который применяется в паротурбинной установке для подогрева основного конденсата, поступающего из главного конденсатора, перед подачей его в деаэратор турбоустановки.

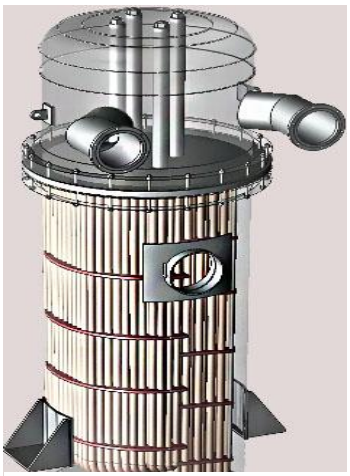


Рис. 1. Подогреватель низкого давления

Анализ входных и выходных параметров объекта управления показал, что наибольшее воздействие на качество процесса парообразования оказывает уровень воды в подогревателе низкого давления (ПНД), который не должен превышать допустимые пределы.

Поскольку регенеративный подогрев конденсата в тракте осуществляется за счет конденсации пара на стенках труб, при повышении уровня конденсата часть поверхности, залитая водой, не участвует в теплообмене, и исключается возможность подогрева воды до уровня, определяемого оптимальным разбиением подогрева по ступеням. Кроме того, уровень конденсата может подняться до места отвода газов, и вместе с газами будет удаляться часть конденсата. Чрезмерно высокий уровень может привести к попаданию воды в систему отсоса паровоздушной смеси или даже к ее вскипанию и забросу пароводяной смеси в проточную часть турбины и, как следствие, вызвать аварию.

Для повышения качества процесса парообразования предлагается каскадная система регулирования уровня жидкости в ПНД (рис. 2).

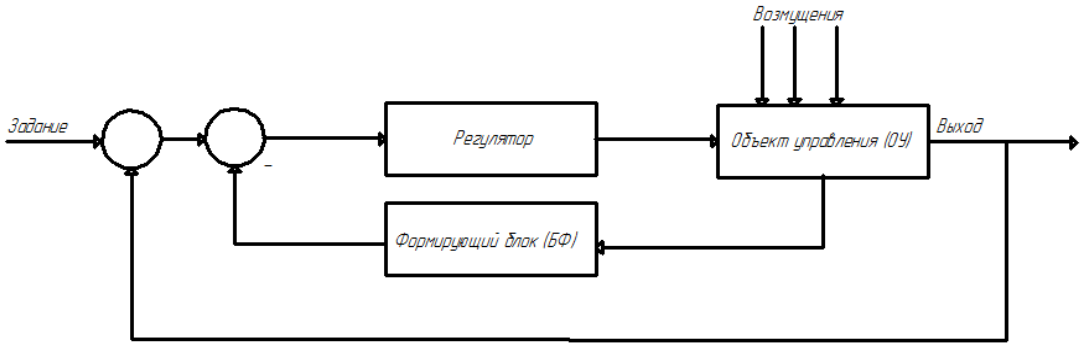


Рис. 2. Система регулирования уровня жидкости в ПНД

Регулирование осуществляется регулятором, на вход которого помимо отклонения основной регулируемой величины подается сигнал от изменения вспомогательной переменной состояния, предварительно надлежащим образом сформированный в формирующем блоке БФ.

Для реализации предложенной системы регулирования уровня жидкости в ПНД была разработана лабораторная установка, внешний вид которой представлен на рис. 3.

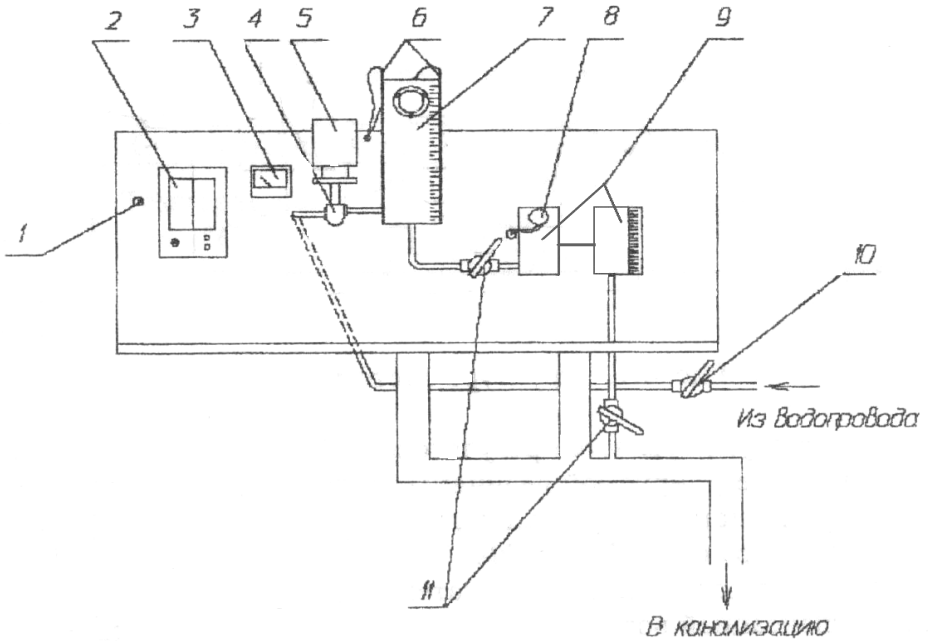


Рис. 3. Общий вид лабораторной установки

Вода через напорный кран 10 и регулирующий орган 4 поступает в резервуар 7. Из него вода поступает в резервуар 9, снабженный поплавковым датчиком уровня 8. На резервуарах имеются шкалы для визуального наблюдения за уровнем жидкости. Регулирующий орган 4 приводится в движение исполнительным механизмом 5, представляющим собой электродвигатель постоянной

скорости с редуктором. Автоматическое регулирование уровня жидкости в резервуаре 9 осуществляется при помощи регулятора 2, управляющего исполнительным механизмом на основе информации, поступающей от датчиков 6 и 8. Включение и отключение установки производится тумблером 1.

Применение такой системы регулирования уровня жидкости в ПНД позволит улучшить динамику переходного процесса и повысить точность регулирования, так как на изменение переменной состояния влияют не только возмущения, но и регулирующее воздействие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. – М. : Издательство МЭИ.

2. Бродов, Ю. М. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю. М. Бродов, К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков, М. А. Ниренштейн. – М. : Издательство МЭИ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ В ИНТЕРЕСАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Шахулов Н. Р. – студент Волжского политехнического техникума
Науч. рук. ***Ежевский В. О.*** – канд. техн. наук

Геоинформационная система – это информационная система для обработки, моделирования и анализа обстановки для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, экологической безопасности и обеспечения информацией лиц, принимающих решения (ЛПР). Основной задачей ГИС является предоставление ЛПР вариантов действий (сценариев) в условиях нестандартных ситуаций, чрезвычайных ситуаций и обоснованных управленческих решений об отдельных территориях [8].

В настоящий момент ГИС получили широкое распространение. Примерами ГИС являются Яндекс, GOOGL, НОКИА, геопортал Роскосмоса, сайт Администрации г. Волжского. На геопорталах представлена информация в интересах фирм разработчиков и их пользователей.

О необходимости внедрения космических технологий говорил Президент России В. В. Путин, который 14 января 2014 года подписал документ «Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года».

2 сентября 2014 года Волжский политехнический техникум (ВПТ) подписал Соглашение с ОАО «Научно-производственная корпорация «РЕКОД» № 67-У. Для реализации основ государственной политики в ВПТ 8 апреля 2016 года был открыт Инновационно-образовательный центр космических услуг (ИО ЦКУ).

На компьютерах ИО ЦКУ ВПТ установлено программное обеспечение (ПО) «Базовая геоинформационная платформа РЕКОД». ПО предназначено для визуализации пространственных данных, разработки пользовательских порталных приложений для поиска, отображения и публикации ГИС-ресурсов. ПО обеспечивает предоставление, организацию, накопление, хранение, поиск, доступ и использование геопространственных данных, формирование отчетов и ведение базы пространственных данных [2].

В связи с тем, что климат Волгоградской области резко континентальный, с холодной, малоснежной зимой и жарким, сухим летом (средняя температура января -8…12 °С, июля +22…24 °С, а осадков выпадает около 350 мм в год [7]), возникает необходимость прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с пожарами. Предлагается использовать математическую обработку статистических данных, связанных с пожарами, зафиксированными космическими аппаратами (КА) AQUA и TERRA (США).

Для прогноза следует использовать статистические данные Комитета обеспечения безопасности жизнедеятельности Волгоградской области и Комитета информационных технологий Администрации Волгоградской области. Статистические данные по зафиксированным пожарам на территории Волгоградской области расположены на Электронном атласе Волгоградской области [1].

Для корректности прогнозов следует использовать данные геопортала Роскосмоса [3] и сайта NASA (США) [6], которое разместило на своем сайте информацию о том, что снимки с КА TERRA, полученные прибором ASTER, находятся с 1 апреля 2016 года в открытом доступе для всех желающих с разрешением 10, 30 и 90 метров [4].

Признаком корректного прогноза является наличие нескольких атрибутов. Во-первых, должен быть указан срок, на который дается прогноз. Во-вторых, должен быть указан интервал неопределенности, в который значения индекса попадают с определенной вероятностью. В-третьих, должна быть указана вероятность попадания в этот интервал. При наличии всех трех составляющих прогноз можно считать корректным [9].

Для прогнозирования количества пожаров на территории Волгоградской области предлагается использовать распределение Стьюдента, которое появляется в задачах, связанных с оценкой математического ожидания нормально распределенных случайных величин с математическим ожиданием μ и дисперсией σ^2. Для вычисления интегральной функции вероятности распределения Стьюдента служит программа StudentTDistribution [5].

Также для помощи в создании прогнозов существует программа «РЕКОД» – Регистратор для Android и IOS. При помощи это программы любой желающий может поместить различную информацию о происшествиях, связанных с пожарами, загрязнениями окружающей среды и многое другое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Волгоградской области. http://maps.volganet.ru/.map/Atlas/
2. Геопортал Волжского политехнического техникума. http://volpt.rekod.ru/
3. Геопортал Роскосмоса. Сервис космических снимков. http://gptl.ru/
4. Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации. http://www.gisa.ru/
5. Распределение Стьюдента.
http://alglib.sources.ru/specialfunctions/distributions/student.php
6. Сайт NASA. https://www.nasa.gov/
7. Справочник о Волгограде. http://www.hotels-volgograd.ru/viewgloss.php?id=10
8. Что такое ГИС. http://gis.web.tstu.ru/chtogis2.htm
9. Что такое «корректный» прогноз. – Франклин&Грант.
http://www.franklin-grant.ru/ru/news2/data/news_04/2003_12/20031222_194306_pu.asp

СЕКЦИЯ № 4

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Председатель: ***Жилина В. И.*** – д-р экон. наук, профессор
Сопредседатель: ***Якимович Е. В.*** – д-р филол. наук, профессор
Секретарь: ***Лясина И. Ю.*** – канд. соц. наук, доцент

ПОНЯТИЕ «РЕКОНСТРУКЦИЯ» В АНГЛИЙСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕКСТАХ

Афанасьева А. А., Лобода А. А. – студенты
ВИСТеха (филиала) ВолгГАСУ, г. Волжский
Науч. рук. ***Якимович Е. В.*** – д-р филол. наук, профессор

В текстах на английском языке можно обнаружить разные варианты перевода русского строительного термина «реконструкция». Это зависит от контекста, в котором употребляется слово. Например, в иллюстративной части словарных статей предлагаются следующие примеры использования и перевода лексемы: реконструкция канала – channeled improvement, реконструкция программного обеспечения – software rejuvenation, цели реконструкции – redevelopment purposes, стоимость реконструкции – reconstruction cost, реконструкция пути – track improvement и track rehabilitation, а также track renewal. Во многих подобных случаях одному и тому же русскому термину «реконструкция» соответствуют разные англоязычные варианты.

Авторами была поставлена цель – выявить семантические основания эквивалентности русских и английских наименований понятия «реконструкция», то есть определить, какие признаки в значении терминов позволяют правильно выбрать то или иное слово при переводе. Достижение данной цели представляется актуальным, так как оно будет способствовать правильному пониманию профессиональных текстов по строительной тематике на иностранном языке.

Обозначенная цель достигалась путем поэтапного решения ряда задач, наиболее важными из которых выступили: сравнение аналогов понятия «реконструкция» в разных языках и поиск интернационализмов, выявление синонимов, составление словообразовательного ряда самых употребительных лексических единиц, сопоставление определений слов, предлагаемых толковыми словарями, контекстологический анализ.

В ходе работы выяснилось, что принадлежность термина reconstruction к категории слов-интернационализмов и наличие близких по звучанию и написанию вариантов во многих других языках, в том числе в русском и немецком (die Rekonstruktion), не упрощает задачу перевода, а, наоборот, усложняет ее. На это, в частности, указывают варианты обратного перевода, то есть перевода с

английского языка на русский: company reconstruction – восстановление компаний, climatic reconstruction – определение климата прошлых геологических эпох. Некоторые лингвисты даже относят слово к группе, именуемой «ложные друзья переводчика», и рекомендуют использовать только при обозначении ситуаций перестройки объектов или возобновления строительства (Климзо, 2006, с. 23). Это связано с тем, что в английском языке наряду с термином reconstruction широко используется целый ряд синонимов, передающих разные оттенки значения и уточняющих понятие «реконструкция». Проблема выбора подходящего слова решается по-разному применительно к конкретному контексту.

Обратный перевод русских глаголов совершенного и несовершенного вида на английский язык обнаруживает несколько групп вариативных соответствий: 1) rebuild, reconstruct; 2) refashion, redesign, reshape, reorganize; 3) regroup, reform. Данные глаголы уточняют и конкретизируют изменения, производимые с объектом. Авторам удалось выявить следующие лексемы, составляющие синонимический ряд «reconstruction» в английском языке: adjustment, alteration, changeover, extension, improvement, innovation, modernization, modification, modulation, overhaul, rebuilding, recondition, redevelopment, reestablishing, refurbishment, refinement, reformation, regeneration, reinstatement, rejuvenation, remaking, remodeling, renewal, renovation, reorganization, repair, replanning, resetting, restoration, retool, retrofit, revamption, turnaround, turnover, updating, upgrading. Использование элементов словообразовательного анализа позволяет еще более расширить список синонимов. Так, reconstruction образовано от глагола reconstruct со значением «перестроить, перестраивать», improvement от improve – со значением «улучшать, усовершенствовать».

Наиболее употребительным глаголом представленного синонимического ряда выступает rebuild, обладающий широким значением и применяемый к таким объектам, как природные объекты (Tree experts have begun an effort to rebuild forests near the home of America's first president, George Washington), строительные сооружения (They are trying to rebuild the centers of older industrial cities), государственное устройство (Yet Indian officials say it could take months or years to rebuild the state), жизнь человека (The agencies help people rebuild their lives after wars). В качестве существительного используется отглагольная форма – герундий: Rebuilding these unused spaces helps communities, private investors and the public.

Определение значения слова reconstruction толковыми словарями английского языка позволяет установить его семантику следующим образом. Во-первых, термин reconstruction используется для обозначения как процесса (the act of restoring something…), так и его результата (a thing that has been reconstructed or restored…). Во-вторых, целью происходящих изменений, как правило, выступает приведение объекта к какому-то состоянию, которое ранее уже имело место и создается повторно, на что указывает префикс «re-» (русский аналог «пере-») в морфологической структуре термина и ряда его синонимов (redesign, rebuilding, reestablish), а также описания семантики «…to an earlier state», «to construct again», «to assemble again» или «воссоздание по сохранившимся

описаниям». Объект, на который направлено действие реконструирования, не соответствует требованиям по каким-либо причинам и описывается как something that was damaged or destroyed.

Имеющиеся синонимичные обозначения позволяют акцентировать один из аспектов значения в зависимости от коммуникативной задачи и контекста употребления. Так, существительные modernization и revamption служат наименованиями реконструкций, приводящих к росту производительности и эффективности работы оборудования, однако первое имеет более широкое употребление, а использование второго ограничено областью нефтехимии. Extension функционирует в контекстах, описывающих расширение производства на какомлибо заводе, при котором увеличивается количество оборудования, в том числе и старого. Turnaround связывает модернизацию с капитальным ремонтом, его результатом выступает улучшение экономических показателей предприятия, при этом пришедшее в негодность имущество, как правило, выгодно продается. Recondition, refurbishment и reinstatement употребляются при описании восстановительных работ, при этом последние две лексемы употребляются, если речь идет о работах на трубопроводах. Значение частичной реконструкции, когда происходит замена отдельных узлов, заключено в слове retrofit. Overhaul, напротив, указывает на полную реконструкцию, обозначая капитальный ремонт оборудования. Modification и updating указывают на обновление и усовершенствование, при которых используются последние достижения техники. Conversion акцентирует внимание на изменениях, связанных с переходом на новую технологию или новую продукцию.

Общие семантические признаки позволяют построить модель значения термина reconstruction – это изменение неодушевленного объекта, как правило, среднего или большого размера, которое производит субъект (человек), обладающий определенными знаниями и/или навыками по предварительно разработанному плану в соответствии с поставленной целью, а именно: придание новой формы, возможность выполнять новые функции, изменение взаимосвязи элементов объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климзо, Б. Н. Ремесло технического переводчика. Об английском языке, переводе и переводчиках научно-технической литературы / Б. Н. Климзо. – М. : Р. Валент, 2006.

РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТА-ЭНЕРГЕТИКА

Безверхая О., Бондаренко А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Жилина В. И.*** – д-р экон. наук, профессор

Научно-технический прогресс, развитие производств и технологий, а также изменяющийся рынок труда требуют постоянного развития профессиональных навыков и компетенций работника. Квалификационные справочники, в свою очередь, постепенно устаревают: либо в них вообще нет новых профессий, либо их описание не соответствует действительности. Именно этим и обусловлена потребность изменения действующей системы квалификаций, а точнее, замена Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКС) системой профессиональных стандартов.

Профессиональный стандарт – характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности.

В соответствии с Российским законодательством с 01.07.2016 профессиональные стандарты могут стать обязательными для применения в случае, если ТК РФ, другими федеральными законами, иными нормативными правовыми актами РФ установлены требования к квалификации, необходимой работнику для выполнения определенной трудовой функции [1, ст. 195.3; 2 ст. 11, 73].

По заказу Общероссийского отраслевого объединения работодателей в электроэнергетике (Объединения РаЭл) Международная ассоциация корпоративного образования (МАКО) проводит разработку профессиональных стандартов по следующим направлениям профессиональной деятельности:

- Производство электрической энергии гидроэнергетическими установками;
- Производство электрической энергии тепловыми электростанциями;
- Передача и распределение электрической энергии;
- Сбыт электрической энергии потребителям.

Согласно действующему законодательству РФ, этапы разработки и утверждения профессиональных стандартов включают в себя проведение профессионально-общественного обсуждения. Проекты профессиональных стандартов в области гидроэнергетики разработаны по инициативе и при участии ПАО «РусГидро» [3], ПАО «Россети» [4], ПАО «РАО ЭС Востока» [5].

Среди потенциальных областей их применения – подбор кадров, планирование и нормирование труда, решение задач по развитию систем управления персоналом, сертификация персонала и оценка уровня квалификации работников. Это что касается производства, а со стороны системы образования перспектива применения профстандартов видится в разработке согласованных образовательных стандартов и программ обучения в соответствии с требованиями работодателей. Отразится их применение и на сфере профессиональной подготовки,

переподготовки и повышения квалификации персонала. Можно говорить о том, что перед профессиональной стандартизацией стоят задачи создания открытого профессионального саморазвивающегося сообщества, построения конкурентного и прозрачного рынка труда специалистов, решения проблем управления кадровыми ресурсами.

Формирование единых согласованных требований работодателей к образовательному сообществу необходимо сегодня в условиях модернизации ТЭК [6]. Это позволит определить перспективы развития отрасли с её профессионально-квалификационной стороны и сформулировать требования к профессиональным компетенциям для дальнейшей их интеграции в систему образования. Разработка профессиональных стандартов в энергетике ведётся в соответствии с приоритетными производственными процессами и видами трудовой деятельности с привязкой к Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности. Это даёт возможность в рамках конкретных бизнес-процессов (технологических или производственных) разрабатывать вертикально-интегрированные профессиональные стандарты с учётом всех квалификационных уровней.

Такой подход позволяет говорить о том, что профессиональный стандарт станет именно тем необходимым документом, который будет служить повышению эффективности подготовки кадров, профориентации, планирования карьеры и управления персоналом. Поэтому законодательная работа в этом направлении ориентирована на формирование основ отраслевой системы, содержащей информацию о прогнозах потребности предприятий и существующих квалификациях и компетенциях на рынке труда. Изучение этих документов необходимо в образовательных учреждениях для подготовки специалистов. Достижение нужного уровня качества специалистов напрямую связано с повышением производительности труда, ускорением внедрения новых технологий и сокращением связанных с этим издержек, то есть с эффективностью всего производства в целом.

Изучение профессиональных стандартов в области энергетики необходимо начинать сейчас. Авторы предлагают начинать изучать их именно в университете, чтобы потом быть готовыми ко всему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс РФ http://www.proftest.ru/
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».
3. ПАО «РусГидро» http://www.rushydro.ru/
4. ПАО «Россети» http://www.rosseti.ru/
5. ПАО «РАО ЭС Востока» http://www.rao-esv.ru/
6. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности.

ПУТИ И СРЕДСТВА УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ К ПРЕДСТОЯЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бодрова В. П. – студентка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Либин А. А.*** – старший преподаватель

Физическое воспитание в вузе должно способствовать формированию мировоззрения и характера будущего специалиста, воспитанию людей политически активных, готовых к защите своего Отечества, обладающих высокими гражданскими качествами, умеющих хорошо работать и любящих свою работу. Современное производство требует от молодых специалистов большого напряжения умственных, психических и физических сил, отличной координации движений, высокой концентрации внимания, быстроты и точности реакций. Чем лучше физическая подготовленность молодого специалиста, тем выше экономическая эффективность его профессиональной деятельности. Опыт работы показывает, что для успеха необходимо решение следующих задач: усилить требования к посещаемости занятий (в соответствии с правилами внутреннего распорядка студенты обязаны добросовестно осваивать образовательную программу, в том числе посещать предусмотренные учебным планом или индивидуальным учебным планом учебные занятия); в целях стимулирования занятий физическими упражнениями, особенно тех студентов, которые имеют недостаточно высокий уровень физического развития, предлагается система оценки физической подготовленности студентов, суть которой заключается в том, что оценка ставится не за сдачу контрольных нормативов, а за величину прироста спортивных результатов за определенный период времени; улучшать качество проведения занятий преподавателем, используя многообразие средств и методов для развития основных двигательных качеств; широко использовать игровые методы, подвижные и спортивные игры с целью повышения двигательной активности и эмоциональности, а в конечном результате – заинтересованности к занятиям по физическому воспитанию; приблизить учебные занятия по атлетике к учебно-тренировочным, широко используя переменный бег, интервальный бег, пробегание отрезков с конкретной установкой на результат (аналогичные требования и к скоростно-силовым упражнениям); самоподготовка студентов, контроль за выполнением самостоятельных заданий с учетом недельных двигательных режимов; регулярно проводить контроль по оценке функционального состояния; изучить квалификационные характеристики специальностей и разработать содержание ППФП студентов (профессиональная прикладная физическая подготовка), учитывая их индивидуальные способности. Такой подход к проблеме позволит более полно учесть особенности условий и характера труда будущей деятельности студентов, значительно повысить интерес к знаниям.

По данным статистики, здоровье населения ухудшается из года в год. Естественная убыль населения составляет около 900 тысяч человек в год.

Молодежь составляет около 41 % населения, из них доля детей и подростков – примерно 20 %. Специалистами доказано, что состояние здоровья человека лишь на 10 % зависит от медицины и на 90 % – от его физического состояния и здорового образа жизни. Здоровье населения – важнейший показатель благополучия нации. Здоровая молодежь – это стратегический ресурс страны.

СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМОЕ КАЧЕСТВО ЭНЕРГЕТИКА

Ванифатьев Р. В., Торгашин Д. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Лясина И. Ю.*** – канд. соц. наук, доцент

Профессия энергетика в современном мире считается одной из самых опасных, поскольку специалисты энергетической отрасли ежедневно сталкиваются с рисковыми опасными ситуациями, связанными с эксплуатацией сложных энергетических объектов. Потребление энергии в современном мире постоянно растет, что делает профессию энергетика весьма востребованной. В то же время современный мир становится все более технически организованным, что предъявляет к специалисту-энергетику, обслуживающему сложные энергетические объекты и системы, строгие требования.

Профессия энергетика подходит людям с техническим складом ума. Энергетик должен уметь принимать сложные решения и нести за них ответственность, быть дисциплинированным и организованным. Необходимы также внимание и умение концентрироваться на выполняемом процессе.

Поскольку в профессиональной деятельности энергетика могут проявляться такие стрессовые факторы, как интеллектуальные нагрузки, напряженность труда, необходимость мгновенного принятия решений, высокая интенсивность труда при ликвидации аварийных ситуаций, непредсказуемость труда при ремонтных работах, эмоциональное напряжение при вводе в эксплуатацию новых энергетических объектов и др., профессионально значимым качеством энергетика становится стрессоустойчивость. Стрессоустойчивость представляет собой совокупность личностных качеств, позволяющих человеку переносить значительные интеллектуальные, волевые, эмоциональные и психофизические перегрузки, создаваемые особенностями профессиональной деятельности, без существенных вредных последствий для деятельности и здоровья.

На взгляд авторов, важно выявить уровень стрессоустойчивости индивида до начала его профессиональной деятельности, чтобы его профессиональный старт был успешным, учитывая индивидуальные особенности личности будущего специалиста. С целью определения уровня стрессоустойчивости будущих энергетиков, авторами было проведено психологическое исследование по тестовой методике, предложенной В. Альперовичем [1]. В исследовании приняли участие 48 студентов 2 и 3 курсов филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском. Участие

в опросе было анонимным, полученные результаты анализировались в обобщенном виде. В результате исследования выяснилось, что 50 % обследованных студентов имеют высокий уровень стрессоустойчивости, 44 % средне стрессоустойчивы. При этом только 2 % не имеют устойчивости к стрессу, а 4 % крайне неустойчивы к нему.

Исследование выявило и гендерные различия. Так, женщины оказались более стрессоустойчивы, чем мужчины. Среди женщин 70 % оказались стрессоустойчивы, в то время как у мужчин этот показатель продемонстрировали только 45 %. Однако средний уровень стрессоустойчивости выше у мужчин – 50 против 20 % у женщин. При этом среди обследованных женщин 10 % оказались к стрессу неустойчивы, а среди мужчин таковых не оказалось. Примечательно также и то, что среди обследованных женщин не оказалось крайне неустойчивых к стрессу, а у мужчин эта группа составила 5 %.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Большинство будущих энергетиков имеют достаточно высокий уровень стрессоустойчивости, что может быть одним из условий успеха в профессиональной деятельности.

2. Женщины в силу особенностей организма, приспособленного к стрессу для выполнения детородной функции, более приспособлены к стрессу, чем мужчины.

Обследованные студенты также получили важную информацию о своем уровне стрессоустойчивости, что поможет им определиться с профессиональной деятельностью в рамках энергетической отрасли. Те студенты, у кого уровень стрессоустойчивости высокий и средний, способны работать в сложных стрессовых ситуациях, будут адекватно реагировать при ликвидации аварий и проведении сложных пуско-наладочных и ремонтных работ. Однако и те студенты, чей уровень стрессоустойчивости невысокий, могут найти свое применение в сфере энергетики. Специалисты с такими качествами могут заниматься проектной деятельностью, разработкой модернизации оборудования, проводить работы по повышению производительности оборудования, заниматься закупкой оборудования для монтажа энергосетей или научно-исследовательской работой.

Конечно, стрессоустойчивость – не единственное качество, значимое для будущего энергетика, однако именно благодаря ему молодой профессионал сможет преодолевать стрессовые ситуации в своей будущей деятельности, в том числе связанные с ее началом (адаптация к новым условиям труда, знакомство с трудовым коллективом, освоение своих служебных обязанностей и пр.).

Таким образом, стресс в современной деятельности профессионала-энергетика является неотъемлемым фактором труда. Однако осознание важности и полезности своего труда дает личности удовлетворение потребности в самореализации и саморазвитии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альперович, В. Социальная геронтология. Серия «Учебники и учебные пособия» / В. Альперович. – Ростов н/Д : Феникс, 1997. – 576 с.

ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В ПОДГОТОВКЕ ЭНЕРГЕТИКА

Воробьев И. В., Габидулин Р. М. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Жилина В. И.*** – д-р экон. наук, профессор

В XX веке менеджеры практически в совершенстве научились эффективно руководить физическим трудом. В XXI веке важной задачей менеджера является необходимость овладеть искусством результативного управления умственным и творческим трудом сотрудников организации, используя при этом различные инструменты, одним из которых является тайм-менеджмент. Осуществляя основные управленческие функции, менеджер опирается на вполне определенные ресурсы: людей, финансы, сырье. В его распоряжении есть еще один уникальнейший ресурс – время.

Время – основной ресурс нашей жизни, который можно «конвертировать»: тратить, расходовать, вкладывать, превращая его в другие ценности.

Важно понять наиболее эффективный способ использования времени на постоянной основе. Ведь последовательность и характер выполняемых ежедневно действий имеют значительное влияние на результативность выполняемой работы и на уровень удовлетворенности ею.

В настоящее время каждый менеджер должен стремиться организовать свое время и время работников организации таким образом, чтобы в кратчайшие сроки и с наименьшими затратами и приложенными усилиями достичь поставленных целей. Эти вопросы являются основными задачами тайм-менеджмента.

Тайм-менеджмент – технология организации времени и повышения эффективности его использования. Потребность в тайм-менеджменте в настоящее время обусловлена такими факторами, как быстрые темпы изменений внешней среды; нестабильность мировой экономики; постоянная потребность в изменениях и инновациях, которые уже становятся нормой. Все они приводят к конкретным действиям в отношении сотрудников организации, а именно, требуют делегирования работникам больших полномочий, постоянного увеличения количества решаемых задач, предоставления возможности принятия самостоятельных решений и планирования своей работы. При этом важно организовать деятельность персонала так, чтобы сотрудники четко осознавали свою цель и задачи, стоящие перед ними, грамотно расставляли приоритеты и могли осуществлять гибкое планирование своего времени.

Тайм-менеджмент как система управления временем включает в себя ряд элементов, которые, использованные в совокупности, позволяют сократить время, необходимое для осуществления разных производственных процессов:

• анализ используемого рабочего времени, позволяющий выявить нерациональное использование времени, его причины и выявить из них основные, которые не позволяют рационально использовать время;

• формирование стратегии по итогам проведенного анализа;

• постановка цели, которую планирует достичь начальник при использовании технологии управления временем;

• планирование рабочего времени и постановка приоритетов. Из практики известно, что при затрате 10 минут на планирование рабочего времени можно ежедневно сэкономить до двух часов;

• реализация действия, соответствующего намеченному плану;

• создание методов борьбы с причинами нерационального использования времени;

• контроль достижения цели, выполнения планов, подведение итогов по результатам.

Невзирая на то, что тайм-менеджмент имеет достаточно строгую систему, нельзя воспринимать его как аксиому, так как каждый человек уникален, и в каждом конкретном случае можно решить проблему рационально. Тайм-менеджмент – творческий процесс, и предполагается, что человек будет творчески подходить к работе с ним. Поэтому самый эффективный способ – личный тайм-менеджмент, индивидуальный в каждом отдельном случае.

Управление потоками в рамках тайм-менеджмента уже выработало несколько методологических схем, применимых в большинстве управленческих ситуаций на практике. Среди них можно выделить следующие:

• метод расстановки временных приоритетов, основанный на ранжировании всех текущих и перспективных дел по степени их важности и актуальности для работника и для организации в целом;

• метод Парето, представляющий собой универсальный инструмент, основанный на пропорциональном распределении любой совокупности явлений. В рамках пропорции выделяются 80 % совокупности, несущие 20 % некоего качества и 20 % совокупности, сосредотачивающие в себе 80 % альтернативного качества. 80 : 20 отражает соотношение времени, уделяемого важным и менее важным делам и актуальным вопросам;

• диаграмма Ганта – «один из наиболее удобных и популярных способов графического представления времени выполнения задач. Каждая линия в диаграмме представляет один процесс, наложенный на шкалу времени. Задачи и подзадачи, составляющие план, размещаются по вертикали, по горизонтали задаётся временная шкала. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи. В результате для управления временем появляется простой и очень наглядный инструмент, в чём-то ставший даже символом тайм-менеджмента»;

• хронометраж – метод изучения временных затрат с помощью регулярно производимых и сопоставляемых замеров продолжительности выполняемых действий, позволяющий провести аудит и «инвентаризацию» времени, выявить так называемых «поглотителей времени» и направить усилия на их устранение либо погашение их воздействия;

• методы стратегического и текущего временного планирования и составления временных рабочих графиков;

• матрица Эйзенхауэра – один из популярных инструментов, подразделяющих все текущие дела на 4 категории в соответствии с двумя группами критериев: важностью и степенью срочности выполнения;

• ABC-анализ, предполагающий разделение всех актуальных дел на три категории по степени их текущей важности, с дальнейшим перераспределением функций сотрудников, непосредственно занятых в их реализации (наиболее важные дела, попадающие в категорию «А», выполняются непосредственно ответственным менеджером, дела средней важности, попадающие в категорию «В», подлежат возможному перераспределению, наименее важные 20 % дел, попадающие в категорию «С», перераспределяются другим работникам в обязательном порядке;

• метод «Помидора» – техника управления временем, предложенная Франческо Чирилло в конце 1980-х гг. Техника предполагает разбиение задач на 25-минутные периоды, называемые «помидоры», сопровождаемые короткими перерывами;

• метод проглатывания «лягушек». «Лягушками» в тайм-менеджменте называются несрочные дела и задачи, выполнение которых не отнимает много времени, зато является весьма неприятным. Метод состоит в том, что необходимо составить список из всех накопившихся «лягушек» и проглатывать каждое утро по одной. Делать это стоит именно утром, чтобы целый день ходить в приподнятом настроении, потому что самое неприятное дело дня уже сделано;

• метод борьбы со «слонами». «Слоны», по тайм-менеджменту, – это объемные задачи, которые на первый взгляд кажутся очень сложными и трудоемкими. Проглотить сразу целого «слона» невозможно, зато можно разбить его на «бифштексы» и проглатывать каждый из них по отдельности. Однако при реализации этого метода существует две важные детали: каждый день съедать по бифштексу и дробить слона на бифштексы таким образом, чтобы каждый из них являлся существенным, приближал к поставленной цели и в то же время являлся просто реализуем в течение дня.

Таким образом, для успешного функционирования организации и достижения эффективных результатов менеджер должен уметь грамотно осуществлять тайм-менеджмент, учитывая характер выполняемых работ и особенно стратегию управления персоналом, реализуемую в данный период времени в организации. Важно осознавать необходимость применения тайм-менеджмента и влияние его технологий на поведение сотрудников, которые, в свою очередь, могут превратиться в активных деятелей благодаря правильному применению технологий тайм-менеджмента. Реализуя тайм-менеджмент в организации, менеджер сможет скорректировать цели организации и цели работника, тем самым направить его в нужном направлении и получить при этом нелинейное улучшение процесса функционирования организации, повысить ее адаптивность, конкурентоспособность и скорость реакции на изменения. Грамотный и регулярный тайм-

менеджмент также дает сотрудникам осознание того, что неэффективное использование своего рабочего времени – это потери не только главы организации, но и их собственные, которые могут привести к существенному сокращению эффективности деятельности организации и, как следствие этого, к уменьшению личной прибыли каждого отдельного работника, причем не только ее материальной стороны. Реализация тайм-менеджмента и применение его технологий повышает эффективность управления персоналом организации, сокращает потери времени и способствует достижению желаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский, Г. А. Тайм-менеджмент как инструмент развития фирмы [Электронный ресурс] / Г. А. Архангельский. – Режим доступа: http://www.b-seminar.ru/article/show/65.htm. – Загл. с экрана.

2. Горбачев, А. Тайм-менеджмент в два счета / А. Горбачев. – СПб. : Питер, 2009. – 256 с.

3. Ладанов, И. Д. Управление временем менеджера [Электронный ресурс] / И. Д. Ладанов // Практический менеджмент. – Режим доступа: http://psyera.ru/upravlenie-vremenem-menedzhera-1820.htm. – Загл. с экрана.

4. Гамидуллаев, Б. Н. Экономия времени и показатели ее оценки в процессах управления предприятием / Б. Н. Гамидуллаев. – Пенза, 1997.

5. Зайверт, Л. Ваше время в Ваших руках: советы деловым людям, как эффективно использовать рабочее время [Текст]: учебное пособие / Л. Зайверт. – М. : Интерэксперт, 1995.

6. Сладкевич, В. П. Современный менеджмент (в схемах): опорный конспект лекций. / В. П. Сладкевич, А. Д. Чернявский. – 3-е изд.

ПРОГРАММА «АНТИПЛАГИАТ» В СОЗНАНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Гомазков Д. С., Кирносов М. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Опара А. А.*** – канд. филол. наук, доцент

В настоящее время, в связи с постоянным увеличением количества исследовательских и научных работ, повышение уникальности собственной работы является актуальной задачей не только для ученых, исследователей, но и для студентов. Цель данной работы заключалась в составлении рекомендаций студентам по повышению уникальности своих текстов. Для выполнения указанной цели были поставлены следующие задачи: 1) произвести обзор принципа работы антиплагиат-сервисов; 2) дать оценку качества проверки текста на уникальность выбранными для исследования сервисами; 3) составить рекомендации студентам в соответствии с полученными результатами.

Существуют две версии происхождения слова «плагиат». Согласно одной из них, данное понятие происходит от латинского «plagio», что в переводе – «похищать», «красть». По другой версии, оно образовано от слова «plagium», что в римском праве означало буквально «похищение», «преступная продажа

в рабство свободного человека». Исследуемое же понятие «антиплагиат» образовано при помощи отрицательной приставки «anti».

В целях борьбы с плагиатом в 2005 году был создан российский интернет-проект «Антиплагиат», представляющий собой программно-аппаратный комплекс для проверки текстовых документов на наличие заимствований из различных открытых источников, включая источники в сети Интернет. Данная система работает по следующему принципу: проверяемый текст загружается на сайт антиплагиат-сервиса или в антиплагиат-программу, установленную на компьютере. После этого система приступает к анализу текста на уникальность. В результате проверки программа выводит на экран информацию о том, какой процент заимствований содержится в работе.

Однако программа не всегда дает точные результаты, так как система относит к заимствованиям названия книг или использованной в работе литературы (при наличии их в сети Интернет), названия и тексты законов и иных нормативных актов, определения, статистические данные (при использовании в работе статистической таблицы без внесенных в нее изменений). По этой причине пострадали авторы многих научных работ, так как при данных критериях проверки достичь оригинальности текста выше 60 % весьма трудно.

Для оценки качества проверки текста на уникальность с помощью того или иного антиплагиат-сервиса был выбран сайт www.antiplagiat.ru, а также две антиплагиат-программы, Advego Plagiatus и Etxt Antiplagiat, являющиеся его наиболее популярными аналогами. Работа выбранных сервисов оценивалась на основе результатов проверки текста данной работы.

Для проверки научной работы на уникальность на сайте www.antiplagiat.ru необходимо пройти процедуру регистрации, после этого ввести текст либо непосредственно в специальное окно, либо загрузить его в виде файла. В результате проверки выдается отчет, в котором содержится информация о проценте заимствований в работе и ссылки на источники, из которых эта информация была взята. Стоит отметить, что проверка занимает достаточно много времени, это существенно усложняет проверку нескольких работ. В зависимости от типа учетной записи изменяется количество документов (работ), проверяемых за определенное время (при бесплатной учетной записи можно проверить один документ один раз в шесть минут), а также объем итогового отчета.

Advego Plagiatus – одна из лучших программ для поиска частичных или полных копий текстовых документов. В отчете, предоставляемом данной программой, указывается степень уникальности работы, адреса источников и процент совпадения проверенного текста с найденными ресурсами. Программа находит не только точные копии, но и измененные, переписанные тексты, что позволяет эффективно находить источники «рерайта».

Etxt Antiplagiat также является одной из лучших программ в области антиплагиата, так как она достаточно проста в использовании, обладает способностью к самообновлению, а кроме того, имеет онлайн-версию. Достоинства ее состоят в том, что анализу можно подвергать сразу пакет файлов или данные с сайта.

По результатам проверки данной работы сайт www.antiplagiat.ru показал процент уникальности 97 %. Данный результат был сочтен как правдоподобный, так как в работе присутствует некоторая заимствованная информация из открытых источников.

Сервис Etxt Antiplagiat выводит результат в 90 % уникальности. При этом, согласно полученному отчету программы, фраза «филиала МЭИ в г. Волжском» считается заимствованной с сайта www.20.vfmei.ru. Также данная программа относит к заимствованиям отдельные предлоги и словосочетания. Из таких мелочей и складывается более низкая уникальность, чем на сайте www.antiplagiat.ru. При высоком проценте заимствований необходимо повысить степень уникальности текста. Для этого авторы рекомендуют несколько действенных способов. Первый – глубокая переработка текста: нетронутыми остаются только цитаты или определения, остальные же материалы перерабатываются. Предложения следует перефразировать, чужие мысли изложить собственными словами. Избирательный подход необходим к компиляции (выборочно использовать материалы из книг и статей). Второй способ подразумевает использование методов анализа и синтеза, а также использование таких методов повышения уникальности текста, как: использование вводных конструкций, эпитетов; подбор синонимов; перестановка слов, фраз; перестановка абзацев и предложений, изменение структуры текста. Третий способ заключается в использовании большего количества собственных мыслей (заимствованный текст используется только для подтверждения собственной позиции, для примеров, а также в качестве основы для дискуссий); больше выводов, размышлений, анализа. Четвертый способ подразумевает написание формул или статистических данных в формате рисунков, которые программы антиплагиата не распознают.

Согласно данным рекомендациям, работа авторов была проверена на сервисе Advego Plagiatus. Результат оригинальности – 83 %. Таким образом, результаты на разных сервисах сильно отличаются друг от друга в связи с различием алгоритмов проверки текстов.

Итак, несмотря на то, что все вышеперечисленные сервисы и программы помогают студентам, преподавателям, различным издательствам, метод проверки текста является очень субъективным, так как даже самостоятельно написанный автором текст может оказаться недостаточно уникальным, согласно отчету, предоставленному программой.

ПРИЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ТОТАЛИТАРНЫХ СЕКТАХ

Гурин Р. В., Поминов А. П. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Лясина И. Ю.*** – канд. соц. наук, доцент

В быстро меняющемся информационном обществе происходят процессы трансформации существующей системы ценностей и отношений между людьми, сопровождающиеся кризисом традиционных социальных институтов, ломкой устоявшихся норм и традиций.

Для представителей молодого поколения в процессе идентификации и определения своего места в обществе приоритетными становятся вопросы смысла жизни, ответственности, вины, смерти, духовных поисков и др. В условиях, когда общество не готово предложить личности единую систему ценностей и норм, активизируются нетрадиционные культы и секты, стремящиеся заполнить ценностный и смысловой вакуум. Процессы глобализации и интенсивного формирования информационного общества во многом облегчили возможность проникновения различных идей со всех концов света в любые точки земли, обеспечив при этом организаторов сектантских движений самыми современными технологиями манипулирования сознанием.

Секта – это группа лиц, замкнутая в своих узких интересах, не совпадающих с интересам общества и противопоставленных им. Тоталитарные (деструктивные) секты, отличительным признаком которых является нарушение прав членов секты путем использования методов психологического воздействия, на взгляд авторов, представляют наибольшую опасность для современного общества.

А. Л. Дворкин дает следующее определение: «Тоталитарными сектами, или деструктивными культами, называются секты, нарушающие права своих членов и наносящие им вред путем использования определенной методологии, называющейся "контролирование сознания"» [1, с. 18].

Основными причинами возникновения и распространения сект можно назвать:

1) мировоззренческий вакуум в сознании граждан, вызванный резкими изменениями в культуре и обществе в целом и ведущий к отчуждению личности;

2) кризисные ситуации в деятельности традиционных институтов (семьи, государства);

3) невозможность контролировать растущие потоки различной информации, потребляемой личностью.

Успешная деятельность сект во многом обусловлена наличием в обществе лиц, готовых стать потенциальными адептами сект. Специалисты выделяют следующие группы лиц, чаще всего попадающих в секты:

1) лица с особенностями психического развития (впечатлительные, легко внушаемые, доверчивые, склонные к неврастеническим проявлениям);

2) слабохарактерные, нерешительные личности, несамостоятельные и зависимые от влияний, нуждающиеся в наставнике, легко попадающие под влияние и в зависимость;

3) лица, оказавшиеся в сложной жизненной ситуации, переживающие личностные кризисы, неудачи и потери, нуждающиеся в поддержке и понимании. Такие люди бегут в секты от душевной боли, которую им причинил внешний мир, и предпочитают те формы поддержки, которые обеспечивают внутреннее равновесие и самоуважение. Наиболее уязвимы в этой группе подростки и молодежь до 20 лет;

4) полноценные и духовно развитые люди, чьи идеализированные моральные и этические ценности и идеалы оказываются невостребованными в обществе. Им свойственно чувство одиночества от невозможности донести до других то, что для них важно, оттого, что никто не разделяет их мыслей и мнений. Большинство в этой группе составляет ищущая молодежь.

Таким образом, в каждой группе у человека обнаруживается некий существенный дефицит, который и восполняет секта.

Чаще всего секты используют различные приемы психологического воздействия, основанные на манипулировании сознанием и поведением.

Самый распространенный прием – внушение, которое производится намеренно со стороны, чаще всего – лидера секты, происходит незаметно для внушаемого лица или даже с его ведома и согласия.

Внушение – это процесс воздействия на психику человека, связанный со снижением сознательности и критичности при восприятии внушаемого содержания, не требующий ни развернутого логического анализа, ни оценки. Внушение осуществляется с целью создания определенных состояний или побуждений к определенным действиям. Суть внушения состоит в воздействии на чувства человека, а через них – на его разум и волю, а сила воздействия во многом зависит от наглядности, доступности, образности и лаконичности информации.

Не менее эффективный прием – убеждение. Убеждение – это процесс логического обоснования с целью добиться результата. В ходе убеждения приводятся факты, аргументы, разъяснения. Убеждение предполагает активное участие будущего участника секты, поскольку ему предлагается ряд доводов, которые он осмысливает и принимает на веру.

Метод заражения возникает как следствие некритического усвоения образцов чужого поведения или мнения и усиливается за счет эмоционального взаимодействия массового характера. В массовых ритуалах, молитвах, песнопениях, танцах и т. д. люди заражают друг друга эмоциональным состоянием, что способствует их единению и сплочению, а значит, усиливает секту.

Многие секты для вербовки новых членов используют нейролингвистическое программирование (НЛП). С помощью НЛП-технологий осуществляется прямое воздействие на подсознание человека, сопровождающееся отключением сознательного контроля с его стороны.

Специальными «ключевыми словами» индивид вводится в состояние транса, позволяющего осуществлять стандартизированные формулы внушения. Так возникает эффект «расширенного сознания», когда будущий сектант воспринимает лидера секты в нужном свете.

Секты, используя НЛП, манипулируют словами и видеорядом, выстраивая их в определенном порядке, задавая определенный ритм изложения, дозируя информацию в определенных пределах. Таким образом, они добиваются того, что мозг начинает реагировать на нужные стимулы и ориентироваться на них, создавая, по сути, послушного раба.

В инструментарии современных тоталитарных сект немало методов и приемов социального влияния, психологического воздействия и манипулирования, позволяющих постоянно пополнять ряды новыми членами.

Главной преградой на пути распространения влияния тоталитарных сект на сознание населения, на взгляд авторов, является образование и информирование всех групп и слоев общества об истинных целях сектантских организаций.

Также существенной преградой на пути распространения сектантства могло бы стать принятие проекта Федерального закона «О свободе убеждений, свободе вероисповедания и миссионерской деятельности» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Секты против Церкви (Процесс Дворкина) / Составитель А. Л. Дворкин. – М. : Издательство Московской Патриархии, 2000. – 736 с.

2. Проект Федерального закона «О свободе убеждений, свободе вероисповедания и миссионерской деятельности» [Электронный ресурс]: Сайт русского культурного центра: http://ркцентр.рф/2015/10/07/федеральный-закон-о-свободе-убежден/ (дата обращения – 15.05.2016).

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕРМИНЫ В ЗАГОЛОВКАХ СТАТЕЙ, ОТРАЖАЮЩИХ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Дягилева Е. В., Жильцов Е. В. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Опара А. А.*** – канд. филол. наук, доцент

В период обучения студенты технических вузов сталкиваются с проблемой выбора исследовательской темы по своей специальности. Различные периодические издания научного характера содержат информацию, отражающую основные направления в энергетической сфере, помогая обучающимся принять правильное решение. Объектом проведенного исследования выступила терминология, раскрывающая содержание современной энергетики. Целью данной работы является представление ориентиров в быстром поиске актуальных тем для научно-исследовательской работы бакалавра. Поставленная цель предполагает решение следующих задач: 1) подбор и просмотр специализированных

журналов; 2) поиск частотных терминов в заголовках статей, отражающих основные направления в энергетике.

Первым бумажным научным журналом считается французский «Журналь де саван», то есть «журнал ученых», старейший журнал Европы, который начал издаваться в Париже в 1665 году. В настоящее время научные работы публикуются в следующих изданиях: научных, научно-технических и научно-популярных, образуя понятийное поле с ядерной лексемой *наука.* Научно-технические издания, Известия РАН, Известия вузов, Вестники различных университетов России печатают наиболее значимые результаты теоретических и экспериментальных данных, фундаментальных и прикладных исследований, совместных разработок, выполненных учеными в ведущих вузах России.

Публикации делятся на четыре категории: 1) научные рецензируемые; 2) научно-методические, содержащие оригинальные результаты исследований по следующим разделам: педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания; по предметным областям; комплексное изучение человека; психология; социальные проблемы медицины и экологии человека; философия; социология; политология; правоведение; науковедение; экономика; филология; искусствоведение; культурология; 3) научно-популярные, предназначенные для широкого круга читателей, содержащие литературные произведения о науке, научных достижениях и об учёных, колонку интересных фактов и фоторепортажи; 4) научно-познавательные.

Авторы, просмотрев специализированную литературу в библиотеке филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, обнаружили двадцать два журнала по теме «Энергетика». Содержание изданий освещает несколько аспектов: 1) энергосбережение; 2) электрооборудование; 3) электрические станции; 3) электрические сети и системы; 4) теплоэнергетика; 5) промышленная энергетика; 6) газотурбинные технологии; 7) атомная энергетика за рубежом; 8) альтернативная энергетика и экология; 9) водоподготовка.

Ценностные характеристики направлений описаны в таких журналах, как: 1) специализированный информационно-аналитический; 2) научно-технический и производственный; 3) научно-популярный и общественно-политический иллюстративный; 4) производственно-массовый; 5) научно-практический; 6) производственно-технический; 7) теоретический и научно-практический. По объему содержания научное изложение может быть кратким (реферат) и полным (статья). Информация в статьях передается посредством терминов, специализированных, ограниченных своим значением, характеризующихся однозначностью, систематичностью, стилистической нейтральностью и международностью. В отличие от слов общей лексики, которые, как правило, многозначны и несут эмоциональную окраску, термины однозначны и лишены экспрессии.

Изучив 50 % статей по теме «Энергетика», авторы определили семантические группы ключевых терминов в следующих сферах:

1) альтернативная энергетика (экологические преимущества, пеллеты из биомассы тростника, теплотворная способность, распределённая генерация, экономические и социальные предпосылки);

2) проблемы повышения манёвренности ТЭЦ (аккумулирование тепла, мониторинг стабильности горения факела);

3) обеспечение надежности работы высоковольтных выключателей (система энергосбережения, выключатели, надежность, перспектива);

4) мультиресурсные системы энергоснабжения (новая парадигма, интеллектуальные технологические решения и технологии, энергоэффективность, энергоресурсы, мультиресурсные системы, энергоснабжение);

5) атомные электростанции (безопасность, культура безопасности, национальная культура, принципы культуры безопасности, принятие решений, объект использования атомной энергии, тяжелая авария);

6) тепловые испытания газотурбинных установок (газотурбинная установка, тепловые испытания, параметры, показатели, измерения, давления, температуры, погрешности, характеристики);

7) энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии (возобновляемые источники энергии, твердые коммунальные отходы, энергетическая утилизация, наилучшая доступная технология, энергоэффективность);

8) экономия энергетических ресурсов (энергосбережение, энергоэффективность, энергоемкость экономики, энергетические ресурсы);

9) актуальные вопросы энергосбережения при эксплуатации энергетических сетей (энергосервисный контракт, теплоизоляция, тепловой луч, тепловые потери).

Изучив содержание ключевых технических терминов энергетической сферы, авторы считают, что они помогут бакалаврам быстро и правильно ориентироваться в выборе исследовательских тем.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Жадаева О. П., Приходько А. С. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Жилина В. И.*** – д-р экон. наук, профессор

В условиях постоянно растущих цен на топливно-энергетические ресурсы, дефицита средств в федеральном, областном и муниципальном бюджетах особую актуальность приобретает энергетический менеджмент – управление и оптимизация энергопотребления и затрат на энергоносители.

Специализированная система энергетического менеджмента представляет собой комплексный инструмент для энергетического планирования и анализа, контроля показателей эффективности использования энергии, непрерывной оценки потенциала повышения энергетической эффективности и разработки

соответствующих мероприятий. Система позволяет руководству принимать оперативные управленческие решения, направленные на потребление минимально необходимого количество топливно-энергетических ресурсов.

Фундаментом для системы энергоменеджмента являются технические аспекты, данные энергетического обследования (энергоаудита) и комплексная система управления организацией. Ключевыми шагами внедрения системы энергоменеджмента должны являться:

• наличие стратегии, предусматривающей выполнение необходимых измерений, управленческих действий и ведение документации для непрерывного улучшения энергоэффективности;

• наличие отдела или подразделения, глава которого отчитывается непосредственно руководству и несет ответственность за выполнение стратегического плана;

• наличие методик, регламентов, требований относительно покупки и потребления энергоресурсов;

• наличие проектов, способных продемонстрировать непрерывное улучшение энергоэффективности;

• периодичная отчетность о прогрессе, основанном на этих индикаторах и показателях.

• идентификация ключевых индикаторов эффективности (целевых показателей), изменение которых позволит следить за процессом повышения энергетической эффективности.

Внедрение энергоменеджмента – это инновационное решение, связанное с модернизацией существующего производства и управления, на основе использования наилучшей мировой практики в области энергосбережения [3].

Практика современного технологического развития показала, что снижение энергоёмкости продукции основано на внедрении современных технологий и стандартов энергоменеджмента.

В связи с этим, одним из самых перспективных путей в сфере энергоэффективности является метод энергетического менеджмента, изложенный в Международном стандарте ИСО 50001, с помощью которого можно существенно уменьшить энергоемкость продукции и ВВП России.

Практика развития промышленности на европейском и американском рынках определила факторы необходимости внедрения на предприятиях России ИСО 50001:2011. К ним можно отнести следующие:

• рост стоимости топливно-энергетических ресурсов;

• рост потребления энергии;

• рост выбросов парниковых газов;

• рост стоимости энергии;

• требования энергетической безопасности;

• истощение запасов ископаемого топлива;

• политическая нестабильность стран-поставщиков;

• снижение энергоемкости продукции и ВВП [1].

Признание важности энергии как ресурса, который требует такого же менеджмента, как любой дорогостоящий продукт, является первым шагом к улучшению энергетической и экологической эффективности [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5448
2. http://www.etr-spektr.com.ua/category/iso-50001
3. http://www/scenef.com/services/energy_managment/

СРЕДСТВА ВЫРАЖЕНИЯ ПОНЯТИЯ «ENERGIEWENDE» В НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

Железняков В. А., Калинова Д. А. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Якимович Е. В.*** – д-р филол. наук, профессор

В современной российской прессе большое внимание уделяется проблемам развития энергетической отрасли в России и за рубежом. При чтении русских текстов на Интернет-сайтах интерес вызвал тот факт, что немецкий термин «Energiewende» может быть использован без перевода, сопровождаться словами «так называемый» или переводиться при помощи разных словосочетаний, например: энергетический поворот, энергетический переворот, энергетическая реформа или революция в энергетике. Это свидетельствует об отсутствии русскоязычных аналогов и наличии целого комплекса смыслов, соотносимых с немецким словом, а также определяет актуальность выбранной темы изучения. Выявление понятийной составляющей немецкого лингвокультурного концепта «Energiewende» и языковых средств, используемых при его описании, было определено как основная цель данной научно-исследовательской работы.

Словообразовательный анализ показал, что ключевое наименование является сложным существительным, состоящим из двух корней. Определяющая часть Energie представляет собой интернационализм и не вызывает затруднений при передаче на другие языки. Основное слово die Wende имеет значение «поворот, перемена, разворот, оборот, рубеж, порог», оно образовано от глагола wenden, который переводится как «переворачивать, перевернуть, поворачивать, повернуть, разворачивать, развернуть». В составе других сложных существительных для лексемы Wende предлагаются такие эквиваленты, как: переломный, поворотный, поворачивающийся, реверсивный, кульминационный, кризисный. Сопоставление семантики составных частей позволяет построить общую модель значения термина «Energiewende» как «коренное изменение по отношению к энергии». Анализ функционирования термина в социокультурном контексте выявляет дополнительные смыслы.

Термин «Energiewende» впервые был использован в 1980 г. в публикации немецкого экологического института (das Institut der angewandten Ökologie) под

названием «Энергетический поворот. Рост и благосостояние без нефти и урана» («Energiewende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran»). В данной работе доказывалась возможность экономического роста и устойчивого энергоснабжения без использования атомной энергии – за счёт потенциала возобновляемой энергетики и повышения энергоэффективности. Директор мозгового центра Agora в Берлине доктор Патрик Грайхен выразил основную идею ключевого термина следующим образом: «Энергетическим поворотом мы называем перестройку германского энергообеспечения, отказ от нефти, угля, газа и атома и переход к возобновляемым источникам энергии». Energiewende включает применительно к Германии две четкие цели. К 2050 г. 80 % всего потребляемого в Германии электричества и 60 % всей потребляемой энергии должны производиться из возобновляемых источников, а общий выброс парниковых газов должен уменьшиться не менее чем на 80 % по сравнению с 1990 г. Кроме того, с 2022 г. в Германии перестают работать все атомные электростанции.

Представленная трактовка соответствует описанию значения слова Energiewende в толковом словаре немецкого зыка: Ersatz der Nutzung von fossilen und atomaren Energiequellen durch eine ökologische, nachhaltige Energieversorgung. Далее обратимся к средствам языкового выражения рассматриваемого смыслового комплекса. В качестве синонимов, при помощи которых поясняется термин «Energiewende», выступают: die Idee, das Projekt, der Plan, das Konzept, das System. Данные общие наименования конкретизируются существительными с семантикой изменения состояния или направления движения: der Übergang, der Umbau, die Substitution, der Strukturwandel, die Umsetzung, die Umstellung, die Änderung. При этом первоначальная ситуация, которую требуется изменить, характеризуется таким образом: die nicht-nachhaltige Nutzung der fossilen und Kernbrennstoffen. Конечные задачи, которые достигаются в процессе воздействия, описываются как: die nachhaltige Energieversorgung, eine umweltschonende Energieversorgung, eine intelligente Verknüpfung der Bereiche Strom, Wärme und Verkehr. Во многих случаях начальное и конечное состояния показываются в одном предложении, например: von fossilen Energieträgern und Atomkraft hin zu erneuerbaren Energien; Weg von der Atomenergie, hin zur Ökoenergie; weg von Öl, Kohle, Gas und Atomkraft hin zu Erneuerbaren Energien. Средства достижения представлены словосочетаниями: der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Steigerung der Energieeffizienz, die Realisierung von Energieeinsparmaßnahmen, die Elektrifizierung des Wärmesektors, die Verringerung des Energieverbrauchs, eine sparsame und effiziente Nutzung der Energie, Reduktion der Treibhausgasemissionen, alle Atomkraftwerke abschalten. Новые виды энергии обозначены сложными существительными: Windenergie, Sonnenenergie (Solarthermie, Photovoltaik), Meeresenergie, Bioenergie, Wasserkraft, Erdwärme.

Следует отметить, что в немецком социуме представлено не только позитивное отношение к происходящим в энергетической отрасли изменениям, как, например, это выражено в лозунге: Die Energiewende ist unser Weg in eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Негативную оценку

вызывает удорожание энергии, сокращение рабочих мест, нерешенность проблемы утилизации нового оборудования, воздействие на экологию ветроустановок.

Перспективы данного исследования и его практическую значимость авторы видят в сопоставлении ценностного отношения к энергетическим реформам в российском и германском социумах и составлении переводного словаря-минимума терминов по теме «Energiewende».

ОРГАНИЗАЦИОННО-КУЛЬТУРНОЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Купоносова В. С. – магистрантка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Прибытков Ю. Б. – старший менеджер ООО «ВЗРТИ»
Науч. рук. ***Шелекета В. О.*** – д-р филос. наук, профессор

Местное сообщество является частью целого гражданского общества в масштабах муниципального образования. В свою очередь, гражданское общество – это стратегическое направление развития современного общества.

Формирование и развитие местных сообществ занимало умы философов ещё с античных времен. Философы античности понимали гражданское общество как синонимы понятий «политическое общество» и «государство». В Античности и в Средние века понятием «политическое» обозначали все важнейшие сферы жизни общества [1, с. 20].

В Новое время упоминание о гражданском обществе можно найти в трудах Т. Гоббса, Дж. Локка, Ш.-Л. Монтескье, Т. Пейна, Г. Гегеля, Ж.-Ж. Руссо и других просветителей. Одни исследователи считали, что гражданское общество – это союз граждан, созданный ими для обретения высших человеческих качеств; другие выделяли гражданское общество как конфликтующих между собой людей. Но всегда исследователи выделяли дихотомию гражданского общества и государства. Томас Гоббс считал превалирующей роль государства, Шарль Монтескье заметил зарождение государства из факта конфликта внутри общности. Томас Пейн считал, что чем совершеннее гражданское общество, тем менее необходимо государство [1, с. 24].

До начала XX века определенной чертой было влияние одного отдельного индивида на ход исторического процесса и развития общества, когда люди жили в малочисленных местных сообществах. Характерной чертой нашей эпохи стало исчезновение индивидуальной деятельности и выставление вперед толпы, что ярко показывают количество и масштаб военных действий и революций [2, с. 35].

Изменить ситуацию возможно с развитием городского пространства, применяя инструментарий системного подхода.

Ключевые направления развития, предложенные ООН в целях устойчивого развития [3, с. 148]:

– социальный прогресс города;

– экономическое развитие территории;

– ответственность городских жителей за окружающую среду.

Социальный прогресс в рамках городского пространства заключается в развитии органов местного самоуправления, местных сообществ, их кооперации и активном взаимодействии в решении стратегических и тактических задач.

Большинство исследователей рассматривают развитие городского пространства только как экономическое развитие территории, считая жителей города ресурсом и придатком для производственной сферы. Город должен стать живым пространством для развития человека, семьи, микрорайона, города и т. д. Экономика – правила обмена труда человека на необходимые для его развития блага [4, с. 102]. Развитие городской инфраструктуры требует проактивного соучастия местных сообществ, а не реакционных актов органов власти на чрезвычайные ситуации [5, с. 94].

Развитие городского пространства и охрана окружающей среды рассматривается только в связи с утилизацией отходов. Город превратился в существо, которое загрязняет окружающую среду и борется с этим. Для развития необходимо ввести принцип «нуль отходов» в жизнедеятельность города [6, с. 5].

Во всех направлениях необходимо задействовать потенциал молодежи к построению нового городского пространства. Молодежь необходимо включать в систему общественного управления и самоуправления как через территориальное общественное самоуправление и различные некоммерческие организации, так и через коммерческие организации [7, с. 6]. Возможные перспективные профессии в сфере территориального развития:

1) работа с городским пространством: аналитик городского пространства, психолог-конфликтолог городского пространства, стратег развития городского пространства, генератор идей устойчивого развития, архитектурный куратор городского пространства, ресторатор городского пространства, эколог городского пространства, композитор городского пространства, аудитор городского пространства;

2) работа с общественным пространством: генератор событий, проектировщик общественных пространств, социолог общественных пространств, создатель местных сообществ, устроитель общественных пространств.

Экономическое развитие любой территории всегда сопровождается созданием локальной экономики. Что такое локальная экономика?

Локальная экономика – горизонтально организованная система городского пространства с многоукладной диверсифицированной экономикой, создаваемая местными жителями для обеспечения устойчивого развития. Локальная экономика состоит из множества субъектов малого и среднего предпринимательства, потребительских обществ, которые взаимосвязаны и взаимозависимы друг от друга. Уходит зависимость городского пространства от крупных предприятий, от которых зависят малые и средние города России.

В отличие от России, где почти не говорят о локальной экономике, такой подход к развитию территорий активно используется во всём мире. Развитие

локальных экономик обеспечил экономический подъем новых крупных экономик мира, например, в Китае и Индии. Локальной экономикой занимаются сотни и сотни тысяч организаций в разных странах мира. К примеру, в США до 80 % ВВП создают малые производства в провинции.

Основой любой локальной экономики является воссоздание кооперации на данной территории. Это требует изменения духовно-нравственной парадигмы местного сообщества. В истории России были следующие формы кооперации: община и артель. Община существовала на данной территории как форма территориального общественного самоуправления, а артель – как форма трудовой кооперации людей для производства товаров и услуг.

Можно выделить следующие характерные черты артели [8, с. 642-645]:

1) участие исключительно на добровольной основе;

2) индивидуальный труд каждого участника является основой артели;

3) согласованность и синхронистичность действий;

4) самоуправление в виде общего собрания участников, избираемость руководителя и иных органов управления, всесторонний контроль над ходом исполнения решений и реализации принципов артели;

5) принцип круговой поруки; каждый отвечает за результативность другого участника артели;

6) наличие устава или коллективного договора;

7) элементы общего быта и стола, специальных артельных ритуалов и обрядов;

8) пропорциональность распределения доходов по личному вкладу каждого участника в достижение результата;

9) сочетание хозяйственно-экономических целей деятельности с целями нравственно-этическими.

Вариант взаимодействия и развития местного самоуправления с общественным самоуправлением на территории г. Волжского с помощью возрождения традиционных форм общины и артели представлен на рис. 1, 2.

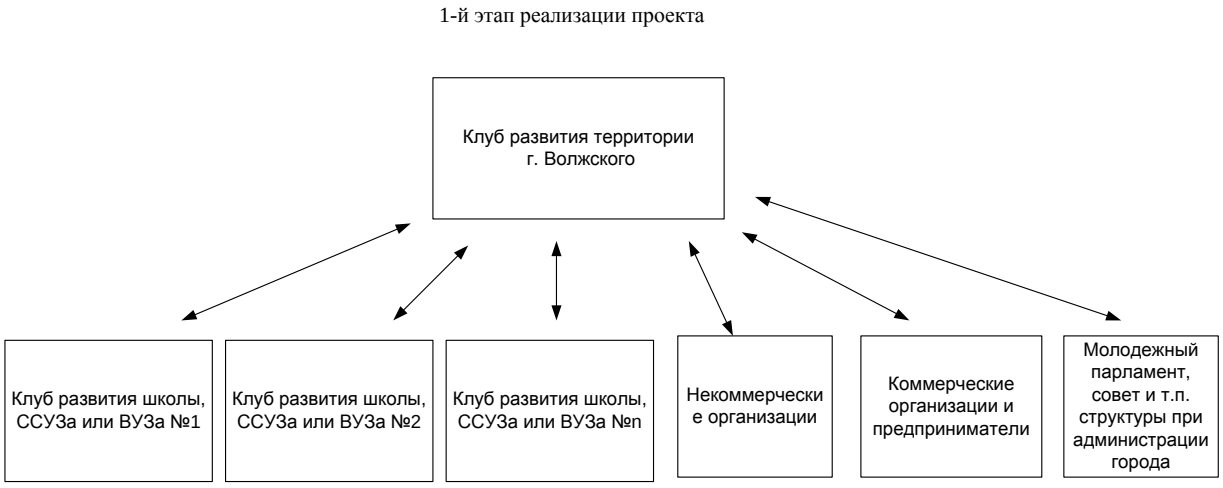


Рис. 1. Клуб развития территории

1. Создание внеструктурной организации социальных и технических инноваторов «Клуб развития территории г. Волжского» (рис. 1):

1.1) создание клуба развития территории, в который будут входить все активные граждане муниципального образования;

1.2) объединение научных потенциалов муниципалитета на основе клуба развития территорий, такие как: кафедры архитектуры, политологии и социологии, менеджмента, управления и финансов, образования и юриспруденции местных ВУЗов, технические и гуманитарные научно-исследовательские центры.

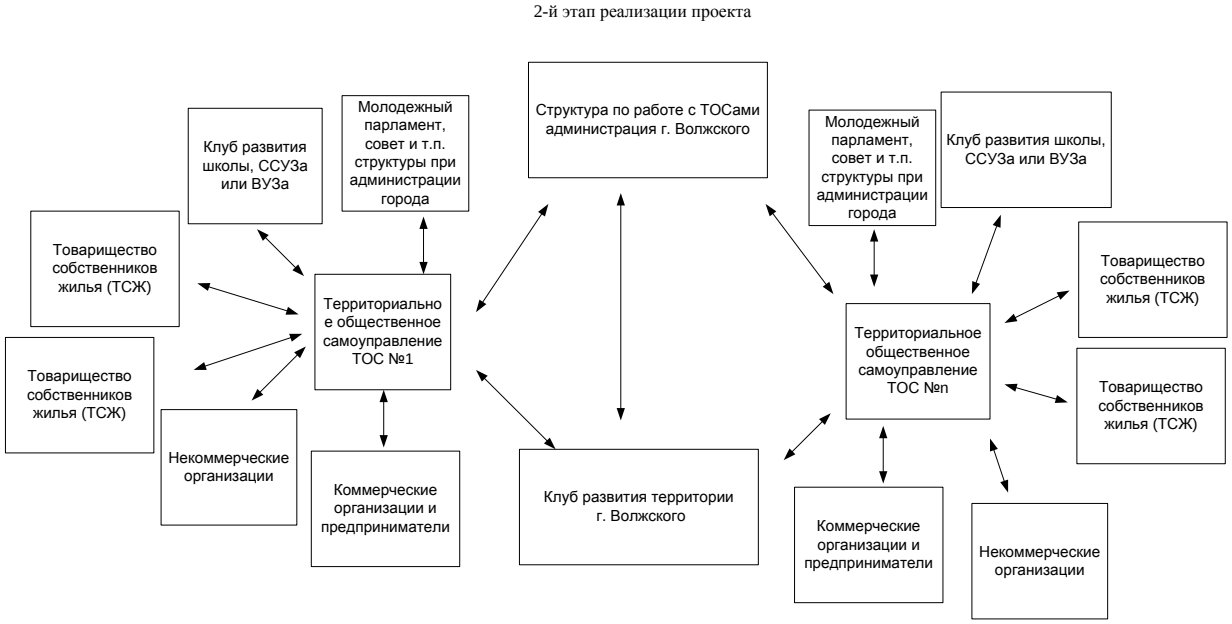


Рис. 2. Структурная модель социальной инфраструктуры

2. Создание социальной и технологической инфраструктуры в масштабах города в течение 10 лет (рис. 2):

2.1) создание системы территориальных общественных самоуправлений (ТОС). На территории каждого микрорайона, квартала и посёлка создать ТОС, на территории города – союз или ассоциацию ТОСов. В ТОСах создаются отделы: благоустройства и ЖКХ, работы с молодежью, социальной взаимопомощи, помощи в правоохранительной деятельности, потребительской кооперации, взаимодействия с коммерческими и некоммерческими организациями;

2.2) в дальнейшем на базе ТОСов из отдела благоустройства и ЖКХ создаётся товарищество собственников жилья [9, с. 25], а из отдела потребительской кооперации – потребительское общество;

2.3) если необходимо, то создание коммерческих и некоммерческих организаций.

Открытие «Клуба развития территории» позволит местному сообществу строить своё будущее, которое они себе создадут. Будут применяться различные технологии создания образа будущего и проекты. Образуются коллективы по определённым направлениям и будут активно взаимодействовать через механизм

ТОС, ТСЖ, НКО, КО, ПО и органов управления. Уйдёт патерналистский подход, и местное сообщество возьмёт на себя ответственность за свою жизнь, местное сообщество и природу.

Создание ТОС позволит сплотить жителей конкретного района и даст им возможность начать постепенно участвовать в решении задач. Создание на базе ТОСов товариществ собственников жилья позволит объединить ресурсы и эффективнее решать задачи ЖКХ, такие как модернизация инфраструктуры и благоустройства территории, при этом уберёт вопросы, связанные с махинациями управляющих компаний. В процессе развития ТОСов могут возникнуть потребности у местных жителей, домов и ТОС, которые помогут удовлетворить коммерческие и некоммерческие организации.

Данный вариант также возможно применить и в муниципальных районах. Таким образом, существует возможность трансформировать муниципальные образования и достичь устойчивого развития. Включение в эти процессы всего местного сообщества и органов местного самоуправления позволит эффективнее решать старые задачи и ставить новые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданское общество: истоки и современность / И. И. Кальной, Г. В. Овчинникова, И. Н. Лопушанский и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб., 2006. – 490 с.

2. Лебон, Г. Психология народов и масс / Г. Лебон; Пер. с фр. – 3-е изд. – М. : Академический Проект, 2014. – 239 с. – (Психологические технологии).

3. Бобылев, С. Вызовы кризиса: как измерить устойчивость развития? / С. Бобылев, Н. Зубаревич, С. Соловьева // Вопросы экономики. – 2015. – № 1. – С. 147-160.

4. Гезелль, С. Естественный экономический порядок / С. Гезелль. – М. : Концептуал, 2015. – 432 с.

5. Санофф, Г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов / Генри Санофф; пер. с англ.; [ред.: Н. Снигирева, Д. Смирнов]. – Вологда : Проектная группа 8, 2015. – 170 с.: ил.

6. Мюррей, Р. Цель – Zero Waste / Р. Мюррей; Перев. с англ. – М. : ОМННО «Совет Гринпис», 2004. – 232 с.

7. Хартия «Города Европы на пути к устойчивому развитию» (Ольборгская хартия), одобрена участниками Европейской конференции по устойчивому развитию больших и малых городов Европы, Ольборг (Дания), 27 мая 1994 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://old.rgo.ru/wp-content/uploads/2010/09/7.-Хартия-Города-Европы-на-пути-к-устойчивому-развитию.pdf

8. Артель и артельный человек / Сост., введение В. В. Аверьянова; Отв. ред. О. А. Платонов. – М. : Институт русской цивилизации, 2014. – 688 с.

9. Азбука потребителя услуг ЖКХ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fondgkh.ru/data/2015/08/06/1234486816/книга%20ЖКХ% 2028.07.2015.pdf

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРИНЯТИЮ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ МНЕНИЙ

Милитонян Ш. М. – магистрантка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Щербинин В. С. – студент филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Жилина В. И.*** – д-р экон. наук, профессор

Рассматривая процесс принятия решений, важно учитывать два момента: во-первых, принимать решение относительно легко, но трудно принять хорошее и верное решение; во-вторых, принятие решений – это психологический процесс, который в ряде случаев бывает нелогичным, иногда основываемым на чувствах. Исходя из этого, важно определить следующую позицию в процессе принятия решений: для того чтобы принять правильное решение, необходимо четко определить подход и придерживаться конкретных требований. Существует несколько подходов к принятию решений, а именно – подход на основе интуиции (интуитивные решения), подход на основе опыта и здравого смысла (ситуационный подход), рациональное решение проблем (системный подход). Рассмотрим каждый теоретический подход к принятию управленческих решений в условиях различных мнений, проанализируем их достоинства и недостатки.

Подход на основе интуиции характеризуется тем, что руководитель осуществляет решение проблемы только на основе ощущения им того, что какое-либо решение в данном случае является верным, при этом не занимается сознательным взвешиванием «за» и «против» каждого альтернативного варианта решения проблемы и не нуждается даже в понимании ситуации. В силу слабой обоснованности решений, принимаемых на основе данного подхода, его использование при решении проблем достаточно ограничено и может применяться в тех случаях, когда другие подходы не дают результатов. В условиях различных мнений данный метод является спорным и не всегда эффективен. Это обуславливается тем, что в условиях различных мнений руководитель может склониться к неверному решению, прислушавшись к мнению большинства.

Подход на основе опыта (ситуационный подход) базируется на зафиксированных в памяти руководителя знаниях о способах разрешения тех или иных проблемных ситуаций, с которыми ему приходилось сталкиваться в прошлом. Лидер организации использует сведения о том, что случалось в сходных ситуациях ранее, чтобы спрогнозировать результат альтернативных вариантов выбора в существующей ситуации. Подход на основе опыта во многих случаях может выступать в качестве хорошей основы для решения проблем, которые имеют тенденцию к частому повторению. Для эффективного решения проблем на основе данного подхода необходимо располагать возможностями для получения опыта, а также способностями по анализу, обобщению и накоплению фактической информации. В данном подходе условия различных мнений играют положительную роль при принятии решения, если советы поступают от стороны,

имеющей опыт больший или равный по отношению к стороне, принимающей решение.

Рациональное решение проблем (системный подход). Наибольший удельный вес среди проблемных ситуаций, с которыми приходится сталкиваться в настоящий момент руководителям предприятий, составляют такие, которые можно отнести к классу слабоструктурированных, характеризующихся непредсказуемостью, сложностью, отсутствием строгих алгоритмов решений и требующих при своем решении активного участия человека. Для решения задач данного класса лицо, принимающее решение (ЛПР), использует методы и подходы, отличные от тех, которые применяются при решении хорошо структурированных задач. Данный подход для решения проблем, характеризующихся сложностью и уникальностью, наибольшее распространение получил в силу своей универсальности. В условиях различных мнений данный метод может как нанести большой ущерб, так и принести большой успех при принятии решения, а так как рациональное решение описывается с помощью объективного аналитического процесса, этапы которого более подробно будут рассмотрены на следующем этапе исследований, то исход решения проблемы не всегда предсказуем.

Проанализировав все плюсы и минусы данных подходов в условиях различных мнений, можно сделать вывод, что наиболее эффективным и универсальным в качестве решения поставленных задач является системный подход.

СЕМАНТИКА И СТРУКТУРА ТЕРМИНА «AERIAL» В ЯЗЫКОВОМ СОЗНАНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Мочалов Д. А., Трудников А. Р. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Опара А. А.*** – канд. филол. наук, доцент

В условиях научно-технического прогресса язык постоянно изменяется под влиянием возникновения новых технологий, многие из которых требуют собственных названий. Терминология как особый пласт лексической системы помогает организовывать и описывать технический язык, который связан с определенной сферой, например, военная терминология. Целью данного исследования является определение структурно-семантического состава английского термина «aerial». Ее реализация предполагает решение ряда частных задач: 1) выделить морфолого-синтаксические способы образования термина; 2) выявить его различные значения и распределить их по семантическим группам. Материалом исследования послужил корпус терминов общим объемом 134 единицы, составленный путем сплошной выборки из англоязычных и двуязычных терминологических электронных и печатных толковых словарей. Существует множество подходов к пониманию термина.

Термин будет существовать как термин только в определенной сфере, например, в радиотехнике, машиностроении, строительстве, в отличие от слов

общей лексики естественного языка, которые зачастую многозначны и несут эмоциональную окраску. Выделенные значения термина «aerial» можно разделить на две группы: 1) только термин – «антенна» (устройство, предназначенное для излучения или приёма радиоволн); 2) термин и другие терминологии – «воздушный», «надземный» (о линиях электропередачи), «авиационный» (о самолетах), «газообразный», «эфирный» (о веществах).

Для более подробного изучения значений исследуемого термина авторы выделили пять семантических подгрупп в первой группе «только термины», включающей 134 терминологические единицы, из них: 1) положение предмета, например: aerial − «воздушный»; 2) техника, например: aerial ropeway − «кабельный кран», aerial network − «воздушная сеть»; 3) медицина (химия), например: aerial sickness − «воздушная болезнь»; 4) коммуникации, например: aerial system – «радиосеть»; 5) механизм, например: aerial apparatus – «автомеханическая лестница».

Структурный анализ образования терминологических единиц от термина «aerial» показывает, что по форме они бывают: простые (состоящие из одного слова), например: aerial − «антенна»; сложные (состоящие из двух и более простых слов), например: aerial ambulance − «санитарный самолет», aerial mapping − «топографическая аэрофотосъемка»; aerial reconnaissance – «воздушная разведка»; aerial skiing – «лыжная акробатика»; составные (состоящие из нескольких основ), например: aerial-camera aiming sight – «аэрофотовизир». Аббревиатуры для данного термина отсутствуют.

Основным способом словообразования терминологических единиц от термина «aerial» является словосочетание, например: aerial jeep – «вертолет», aerial DC power transmission line − «наземная линия электропередачи постоянного тока».

Термины, образованные словосочетанием, могут состоять из двух, трех или четырех единиц, например: aerial camera − «аэро-, фотокамера», aerial breakdown cable – «перекидка кабельная»; конверсией (переходом из одной части речи в другую), например: aerial − «газообразный», aerial – «антенна». Данный способ позволяет образовывать слова с новым лексическим значением, такие как существительные, например: aerial shooting − «съёмка с воздуха» и другие. Одна из особенностей данного термина – это отсутствие производных от него глаголов. Итак, структура и семантика английского термина «aerial» демонстрирует его содержательность в плане развития и обогащения терминологической системы английского языка.

ЛОЗУНГИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ В РУССКОЙ ЛИНГВОКУЛЬТУРЕ

Сазонов М. Е., Сало Н. Ю. – студенты
филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Якимович Е. В.*** – д-р филол. наук, профессор

Цель данной исследовательской работы заключалась в лингвокультурной характеристике лозунгов энергетической тематики, функционировавших в культурно-языковом пространстве России в период 1917-1990 гг. В основу описания была положена историческая классификация, согласно которой выделено три группы лозунгов: лозунги довоенного периода, лозунги военного времени и лозунги послевоенного периода.

Анализ дефиниций понятия «лозунг» показал, что он представляет собой особую единицу языка, которой присущ ряд особенностей. Во-первых, краткость формы лозунга сочетается с глубиной и емкостью его смыслового содержания (идея, ведущий принцип, задачи и требования, ключевые ценности социума). Во-вторых, лозунг может рассматриваться и как единица языка, например, как используемый в готовой форме прецедентный текст, и как коммуникативная единица, связанная с определенными ситуациями общения, в частности, с политическим и рекламным общением. Данные качества достигаются путем выбора языковых средств, отличающихся, с одной стороны, образностью и экспрессивностью, а с другой стороны, клишированностью и упрощением синтаксической структуры. Лозунги могут существовать в устной и письменной форме. Письменные лозунги, представленные на плакатах, стали объектом изучения. Они привлекли внимание авторов в связи с интересными зрительными образами, используемыми для усиления воздействия текста лозунгов.

Основным призывом лозунгов довоенного периода выступал призыв к массовому использованию электричества, например: «Шире используйте электричество!» Лозунги были адресованы предприятиям и заводам и нацеливали на экономию электроэнергии в пользу народа. Каждый процент сэкономленной электроэнергии на заводе шел в квартиры обычных граждан. Примером этого является лозунг: «Экономьте электроэнергию!» Один процент сэкономленной на заводе энергии равен потреблению 2000 квартир. Одной из важнейших задач, которая прослеживалась в лозунгах этого времени, была выработка новых миллионов киловатт. Этому способствовал план ГОЭЛРО – план государственной электрификации России. Выступая на 8-м Всероссийском съезде Советов, В. И. Ленин назвал план ГОЭЛРО второй программой партии, выдвинув известный политический лозунг: «Коммунизм – это есть Советская власть плюс электрификация всей страны». Многие авторы плакатов повторяли данный призыв или интерпретировали его, как, например, А. Самохвалов: «Советы и электрификация – есть основа нового мира».

В годы войны энергетическая отрасль оказалась в прямой зависимости от потребностей предприятий, работавших на нужды обороны. Перед энергетиками стояла задача оперативного возмещения мощностей. Это демонстрируют следующие лозунги: 1) «Помни, что из полутора килограммов угля можно выработать 1 киловатт электроэнергии. Все экономьте Электричество»; 2) «Гражданин, имей в виду! Я днем и ночью счет веду». Во время Великой Отечественной войны энергетические лозунги были адресованы народу и призывали к экономии электроэнергии в пользу фронта: «Экономя киловатты – ты даешь на фронт гранаты». Примером этого может также служить лозунг Е. Ефимова: «Свет разумно экономя, должен каждый помнить в доме, что лимит – войны закон: помогает фронту он».

Лозунги послевоенного периода были адресованы народу и призывали к восстановлению энергетики страны, например: «Для блага советского народа построим новые электростанции». Ярким примером индустриальных лозунгов могут служить лозунги В. Корецкого («Колхозам. Совхозам. МТС – Электроэнергию!») и А. Кокорекина («Родине новые миллионы киловатт!»). Актуальными оставались и лозунги, призывающие к экономии электроэнергии: «Выключи свет – горят народные деньги!» Кроме того, в данный период появились лозунги, пропагандирующие новый вид энергии: «Атомная энергия – делу мира!» Появились призывы к досрочному выполнению намеченных планов, которые относились к энергетической сфере: «Семилетний план электрификации СССР выполним досрочно!» Среди лозунгов послевоенного периода обнаруживаются первые рекламные тексты, пропагандирующие журналы по вопросам энергетики и энергетической промышленности: «Чтобы пополнить в теории знания, в практике чтобы успеха добиться, по энергетике эти издания вам, безусловно, должны пригодиться!»

В заключение необходимо отметить, что лозунги энергетической тематики демонстрируют тесную связь с актуальными задачами развития нашей страны на всех исторических этапах. Актуальными призывами для всех периодов являются увеличение объемов производства энергии и ее экономия при потреблении, что указывает на осознание высокой ценности энергии в социуме.

ДЕМОТИВАТОРЫ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ НЕМЕЦКОМУ ЯЗЫКУ

Слюсарева А. Е. – студентка филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Науч. рук. ***Якимович Е. В.*** – д-р филол. наук, профессор

Поиск эффективного средства изучения иностранного языка всегда был актуален. Современные люди не изменяют традиции, они хотят его выучить, прилагая минимум усилий и затратив минимум времени. Одной из популярных методик, использующей простую и увлекательную технику изучения, в последние годы становится обучение по демотиваторам. Следует отметить, что демотиватор

представляет собой картинку, на которой зрительный образ (рисунок или фотография) сопровождается кратким текстом в форме слова, словосочетания или предложения. Обращение к демотиваторам основано на том, что большая часть информации (80 %) усваивается человеком через зрительные контакты, и усвоение информации опирается на принцип ассоциативного ряда.

Материалом исследования послужили интернет-ресурсы на тему: «Демотиваторы на немецком языке». Цель работы заключалась в установлении преимуществ и недостатков использования демотиваторов при обучении немецкому языку.

В качестве плюсов применения демотиваторов большинством авторов отмечается тот факт, что в результате обучения развивается воображение, кроме того, сам процесс протекает просто и интересно. Минусы связываются с ограниченным запасом лексики и ограниченностью тем, при этом указывается, что примерно 70 % информации без повторения забывается через четыре дня. Отрицательным моментом выступает и недостаточность информации о грамматическом и фонетическом аспектах языка.

Вышеназванные характеристики были выделены преподавателями английского языка. В своей работе авторы предположили, что применительно к немецкому языку, при обучении которому демотиваторы используются менее широко, достоинства и недостатки будут также иметь место. Методом сплошной выборки было отобрано более 50 демотиваторов, которые можно классифицировать по содержательным и языковым критериям. В частности, по тематике наиболее многочисленной оказалась группа, которую авторы предложили именовать как «Философия». В нее включены демотиваторы, демонстрирующие позитивное отношение к разным ситуациям и жизни в целом: Jeder Tag, an dem du nicht lächelst, ist ein verlorener Tag. Чуть менее распространенной оказалась тематическая группа «Юмор», которую можно разделить на подгруппы в зависимости от его вида (легкая ирония, черный юмор или сарказм) и объекта насмешек. Так, наибольшей популярностью пользуются насмешки над людьми с лишним весом: Ab Montag bin ich wieder an Diät! Кроме того, юмористическое отношение связывается с нежеланием работать (Herr, gib mir nicht die Kraft, lass mich einfach nur schlafen!), неумением правильно воспринимать реальность (Optimismus heißt Du bist unzureichend informiert!) и многие другие слабые стороны характера человека. В большинстве случаев имеет место легкая ирония, демонстрирующая понимание и снисходительное отношение к недостаткам. Достаточно редко демонстрируется сарказм: Sarkasmus … weil Idioten illegal töten ist.

Анализ языковых средств, используемых в демотиваторах, показал широкое разнообразие употребляемых лексических средств, большинство из которых составляют активный словарный запас. Наиболее часто используются наименования дней недели (Freitag: Ich will schlafen), глаголы, обозначающие повседневные действия (schlafen, arbeiten, gehen, essen, kaufen), модальные глаголы (wollen, müssen, mögen), наименования лиц и их категорий (der Freund, die Frau, der Mann, die Jugend, ledig, verheiratet, geschieden), вопросительные слова (wie, wozu, was), имена важнейших ценностей (die Zeit, das Geld, die Freude, das

Schicksal, die Macht, die Freiheit), оценочные прилагательные (falsch, richtig, illegal, langweilig), наречия времени и места (heute, morgen, später). Наряду с простыми синтаксическими конструкциями встречаются также инфинитивные обороты (um vorzubereiten, um sein Ziel zu erreichen), устойчивые сочетания (in Erfüllung gehen), сравнительные конструкции (d ist so frei wie ein freier Vogel), сложноподчиненные конструкции (Wenn man ein Problem mit Geld lösen kann, dann ist ei kein Problem, dann sind es Kosten). Подобное многообразие позволяет использовать демотиваторы в качестве обучающего средства для развития навыков общения применительно к повседневным ситуациям.

Итак, использование демотиваторов в качестве средства обучения немецкому языку способствует повышению мотивации, однако должно рассматриваться как дополнительное средство. Оно имеет ограниченную целевую аудиторию и не подходит для изучения терминологии и профессиональной коммуникации. Для тех, кто более глубоко хочет познать мир «немецкого языка», придется расширить свои методы и кругозор.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1

Тепловая и нетрадиционная энергетика. Системы и агрегаты, процессы и модели

Анисимов Е. В., Терентьев Г. Ф. Оптимизация работы основного и вспомогательного оборудования ВТЭЦ на основе оценки показателей работы станции посредством метода случайного баланса……..... 3

Бетуганова Е. А., Иваницкий М. С. Очистка пылегазовоздушных потоков от твердых частиц в установке электрофильтрации……. 6

Бунин Д. С., Пруцков А. А., Семенова Е. В., Одоевцева М. В. Комплексный подход к повышению ресурсо- и энергоэффективности котельной…… 7

Бунин Д. С., Пруцков А. А., Семенова Е. В., Одоевцева М. В. Модернизация водоподготовительной установки промышленной котельной…… 9

Гончаров М. А., Дорофеев Ю. Н., Попов И. А., Шимоняк А. А., Одоевцева М. В. Исследование качества природных водных источников юга России…….. 11

Гурин Р. В., Гончарова Л. К. О коррозионной активности подпиточной воды и мерах борьбы с ней…….. 13

Дорофеев Ю. Н., Макаренко Е. А., Шимоняк А. А., Одоевцева М. В. Разработка метода целевого применения засоленных стоков в схемах подготовки воды…… 16

Емельянов В. А., Иваненко Ю. П., Гончарова Л. К. Особенности водоподготовки для тепловых сетей на Камышинской ТЭЦ…….. 17

Емельянов В. А., Иваненко Ю. П., Гончарова Л. К. Сравнительная характеристика эксплуатации установки обессоливания Камышинской ТЭЦ на коагулированной и умягченной водах…… 20

Константинов А. А. Перевод пароэжекторной установки на водоструйные технологии…….. 23

Левинцов Р. А., Закожурникова Г. С. Совершенствование процесса производства сжатого воздуха путем замены поршневого компрессора на винтовой компрессор……... 27

Makarenko E. A., Shimonyak A. A., Odoyevtseva M. V. Applied experience of the experimental training installation of membrane desalination at the Volzhsky branch of MPEI……. 29

Махмудов Д. К., Султанов М. М. Оценка эффективности эксплуатации фильтров оросительных систем…….. 32

Нахлебников Д. И. Исследование природоохранных систем для перспективных угольных энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара…….. 33

Рига И. Л., Гусева Ю. В. Технико-экономическое обоснование внедрения технологии подготовки горячей воды с применением солнечных коллекторов…… 35
Ромашов В. В., Ерохин Ф. А. Технико-экономическая оценка возможности и целесообразности использования ветроэнергетических установок полигона филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском для выработки тепла……. 37
Спасёнова С. А., Иваницкий М. С. Анализ потребления электрической энергии в системе оборотного охлаждения конденсатора турбины с вентиляторными градирнями……..... 39

Секция № 2

Инновации в электроэнергетике, энергообеспечении и гидроэнергетике. Проблемы и решения

Алимова А. Г., Воробьев И. В., Матвеев П. А., Стрижиченко А. В. Оценка эффективности современных методов диагностики оборудования подстанций… 41
Алыбин А. С., Паначевный В. М., Стрижиченко А. В. Влияние несимметрии токов и напряжений на дополнительные потери мощности в системах электроснабжения……..... 45
Алыбин А. С., Паначевный В. М., Стрижиченко А. В. Влияние несинусоидальности токов и напряжений на потери мощности в линиях электропередачи и в трансформаторах……... 47
Анисимов Е. В., Грушевский Ю. А., Курьянов В. Н. Энергетическая эффективность тригенерации…….. 50
Анохин С. С., Терентьев Г. Ф. Методы оценки профессиональной пригодности по результатам работы на тренажерах в электроэнергетике….. 55
Борисов А. С., Уранбаев М. А., Дорошенко Е. В., Трохимчук М. В. Исследование характера подземных вод с круговым контуром питания в зоне крупных строительных объектов…… 59
Волкова В. А., Голев А. А., Трохимчук М. В. Исследование оптимальных работ инженерных канализационных систем…… 60
Воробьев И. В., Габидулин Р. М., Матвеев П. А. Зенина Е. Г. Оценка эффективности режимов заземления нейтрали……. 62
Воробьев И. В., Милько М. А., Грига А. Д. Отсасывающие трубы. Кавитация…. 64
Гаврилов М. А., Летуновский А. С., Максимова А. А., Трохимчук М. В. Исследование влияния подземных вод на инженерные сооружения……... 67
Глухова Н. А., Дорошенко Е. В., Трохимчук М. В. Оценка энергетической эффективности тепловых насосов в системах индивидуального теплоснабжения по годовому расходу условного топлива…….. 68
Глухова Н. А., Дорошенко Е. В., Трохимчук М. В. Особенности прогнозирования эффективности работы теплового насоса…… 70

Глухова Н. А., Дорошенко Е. В., Трохимчук М. В. Использование геотермального тепла с применением теплового насоса на животноводческой ферме…… 74
Гончарук В. О., Янина Д. С., Зенина Е. Г. Развитие системы диагностики трансформаторов…….. 76
Гончарук А. О., Гончарук В. О., Трохимчук М. В. Исследование работы гидротехнических сооружений малых форм……. 79
Гурин Р. В., Грига А. Д. Организация процесса в камерах сгорания газотурбинных двигателей…….. 81
Гусев И. М., Смирнова А. В., Азаров В. Н. О математической модели расчета пылевыделения…… 83
Догадова В. А., Молчанов М. В., Сысоева Ю. В., Грига А. Д. Универсальная характеристика насоса. Характеристика сети. Рабочая точка. Построение характеристик насосов, работающих последовательно или параллельно на общий трубопровод……. 85
Донец Т. А., Курьянов В. Н. Замена проводников на участке ВЛ 110 кВ Развилка-2…….. 87
Зеленский А. В., Грига А. Д. Разработка прямоточного гидроагрегата……. 90
Карпов Г. А., Нерезов А. С., Трохимчук М. В. Исследование систем отделения мелких фракций взвешенных частиц…….. 92
Куклин С. О., Степаненко Г. В., Трохимчук М. В. Использование гидротехнических сооружений для эффективной работы мелиоративных систем……. 95
Купоносова В. С., Лепилкин М. С., Опара А. А., Трохимчук М. В. Исследование пропускной способности водовода гидроэлектростанции в процессе эксплуатации…….. 97
Курилов В. В., Попов К. А., Фролов М. В., Зенина Е. Г. Выявление аварий на полимерных изоляторах. Методы обнаружения и индикаторы……. 100
Лясина Ю. С., Рига И. Л., Султанов М. М. Выбор оптимального режима нагрузки гидроагрегата станционного № 20 на основе данных натурных энергетических испытаний…….. 103
Мазин А. С., Рябов А. Ю., Зенина Е. Г. Анализ причин возникновения заиления гидротехнических сооружений на примере деривационных ГЭС и предложения по уменьшению зоны заиления……. 106
Мазин А. С., Рябов А. Ю., Зенина Е. Г. Оценка влияния заиления гидротехнических сооружений на надежность работы оборудования на примере деривационных ГЭС……. 109
Милитонян Ш. М., Самкова А. А., Трощило Д. Л., Трохимчук М. В. Исследование процесса очистки сточных вод природного происхождения… 112
Милько М. А., Хлынов Д. С., Васильева И. Л. Оценка мирового опыта эксплуатации и проведения кабелей из сшитого полиэтилена……. 114

Миронов Д. И., Грига А. Д. Влияние КПД компрессора и турбины на параметры газотурбинной установки…… 118
Мирошников В. В., Грига А. Д. Исследование влияния отборов воздуха на охлаждение горячих частей двигателя газотурбинной установки ГТЭ-180... 119
Молчанов М. В., Ярда Н. А., Зенина Е. Г. Анализ методов защиты от перенапряжений воздушных линий…… 121
Надюк К. Ю., Грига А. Д. Поворотно-лопастные турбины……. 123
Поминов А. П., Щербинин В. С., Трохимчук М. В. Определение оптимального варианта системы контроля сточной воды…… 125
Потупалов А. Д., Сейкин А. А., Семернин Ф. А., Кулькова В. В. Аморфные металлические стёкла: структура, свойства и перспективы применения….. 127
Савич С. С., Грига А. Д. Исследование влияния охлаждения, КПД турбины и компрессора на параметры газотурбинной установки Alstom GT 26……. 131
Швец Е. С., Курьянов В. Н. О перспективах развития инновационных проводов для линий электропередачи……. 133

Секция № 3

Автоматика и робототехника. Информационно-измерительные системы, управляющие системы и программное обеспечение

Богданов Н. С., Часовских Е. В., Ежевский В. О. Геоинформационные комплексы как средство обеспечения экологической безопасности……... 136
Губанов Л. С., Мокичева Ю. В. Идентификатор динамических характеристик объектов управления в робастных алгоритмах управления… 139
Губанов Л. С., Мокичева Ю. В. Схема выделения методической динамической погрешности идентификатора……. 141
Ермаков Н. А., Шелухо М. В., Ежевский В. О. ГИС-технологии ВПТ. Применение ГИС-технологий в экологических целях…….. 142
Иванов А. Е., Лясин Д. Н. Исследование методов геотаргетинга для создания мобильных приложений дополненной реальности……. 144
Инкин А. Н., Лясин Д. Н. Анализ и применение методов повышения производительности высоконагруженных Web-систем…… 146
Рекаев Б. А., Смирнов А. А., Болдырев И. А. Измерение метеопараметров в подсистеме системы управления процессом производства тепловой энергии Полигона альтернативных источников энергии филиала «НИУ «МЭИ» в г. Волжском…… 148
Рымарчук А. В., Ежевский В. О. Практическое использование геоинформационной системы для мониторинга радиационной безопасности Волгоградской области……. 149
Студеникин Г. Е., Шамигулов П. В. Система экстремального регулирования температуры в печи с шагающими балками…….. 152
Тихомиров Е. В., Яхутль В. В., Агринская С. А. Исследование многоконтурной системы регулирования уровня жидкости в подогревателе низкого давления…….. 156

Шахулов Н. Р., Ежевский В. О. Использование геоинформационных систем и космических снимков в интересах экологической безопасности населения Волгоградской области…….. 158

Секция № 4

Тенденции развития социально-экономических и образовательных процессов

Афанасьева А. А., Лобода А. А., Якимович Е. В. Понятие «реконструкция» в английских строительных текстах…… 161
Безверхая О., Бондаренко А., Жилина В. И. Роль профессиональных стандартов как фактор формирования специалиста энергетика…….. 164
Бодрова В. П., Либин А. А. Пути и средства улучшения физической подготовленности студентов к предстоящей профессиональной деятельности… 166
Ванифатьев Р. В., Торгашин Д. С., Лясина И. Ю. Стрессоустойчивость как профессионально значимое качество энергетика…… 167
Воробьев И. В, Габидулин Р. М., Жилина В. И. Тайм-менджмент – важный инструмент в подготовке энергетика…….. 169
Гомазков Д. С., Кирносов М. С., Опара А. А. Программа «Антиплагиат» в сознании студентов технических вузов…… 172
Гурин Р. В., Поминов А. П., Лясина И. Ю. Приемы психологического воздействия в тоталитарных сектах……..... 175
Дягилева Е. В., Жильцов Е. В., Опара А. А. Ключевые термины в заголовках статей, отражающих основные направления в энергетике…… 177
Жадаева О. П., Приходько А. С., Жилина В. И. Теоретические основы формирования системы энергетического менеджмента……... 179
Железняков В. А., Калинова Д. А., Якимович Е. В. Средства выражения понятия «Energiewende» в немецком языке…… 181
Купоносова В. С., Прибытков Ю. Б., Шелекета В. О. Организационно-культурное и социально-экономическое развитие местных сообществ в городской среде……..... 183
Милитонян Ш. М., Щербинин В. С., Жилина В. И. Теоретические подходы к принятию управленческих решений в условиях различных мнений……..... 188
Мочалов Д. А., Трудников А. Р., Опара А. А. Семантика и структура термина «Aerial» в языковом сознании студентов технического вуза…… 189
Сазонов М. Е., Сало Н. Ю., Якимович Е. В. Лозунги энергетической тематики в русской лингвокультуре…… 191
Слюсарева А. Е., Якимович Е. В. Демотиваторы как средство обучения немецкому языку…….. 192

ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
23-25 мая 2016 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Редактор *Юрина В. В.*
Корректоры: *Сильникова Е. Г.*, *Щенина Т. А.*

Подписано в печать 05.08. 2016. Формат $60\times90_{1/16}$.
Печать ризографическая. Усл. печ. л. 12,5.
Тираж 60 экз. Заказ № 515.

Издатель Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Отпечатано Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69