

рування. При збільшенні кількості збурюючих сигналів, синтезований адаптивний регулятор втрачає свою ефективність.

Напрямок подальших досліджень є розвиток систем автоматичного керування гідроциклоном з використанням адаптивних регуляторів з алгоритмами які є більш стійкими до збільшення кількості збурюючих факторів та систем нечіткої логіки для синтезу оптимальних законів керування гідроциклоном в умовах зміни гранулометричного складу залізородної сировини.

Список літератури

1. Sbarbaro D. Advanced control and supervision of mineral processing plants / D. Sbarbaro, R. del Villar., 2010. – 311 p.
2. Поваров А. И. Гидроциклоны на обогатительных фабриках [Текст]. – М. : Недра, 1978. – 232 с. : ил. + Список лит.: 197-201 (166 назв.).
3. Миколенко А.В. Аналіз систем автоматичного керування гідроциклоном на збагачувальній фабриці [Текст] // Миколенко А.В. // Гірничий вісник. – 2016. – № 101. – С. 137–143.
4. Гольдин Е. М. О гидродинамической картине потока и вычисления крупности разделения в гидроциклоне [Текст] / Гольдин Е. М., Поваров А. И. –// «Труды ин-та Механобр», – 1971. – Вып. 136. – С. 56–72.
5. Гринман И.Г. Контроль и регулирование гранулометрического состава продуктов измельчения [Текст] / Гринман И.Г., Блях Г. И – Алма-Ата: «Наука», 1967. 115с, с ил.
6. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник [Текст] / Попович М.Г., Ковальчук О.В., – К.: Либідь, 1997р., – 533 с.
7. Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.4: Теория оптимизации систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 742 с.
8. Воронов А.А., Рутковский В.Ю. Современное состояние и перспективы развития адаптивных систем // Вопросы кибернетики: Проблемы теории и практики адаптивного управления. М.: Научный совет по кибернетике АН СССР, 1985. – С. 5–48
9. Фрадков А.П. Адаптивное управление в сложных системах. [Текст] / Фрадков А.П – М.: Наука, 1990. – 292 с.
10. Моркун В.С. Адаптивные системы оптимального управления технологическими процессами [Текст] / Моркун В.С., Цокуренько А.А., Луценко И.А. – Кривой Рог: Минерал, 2005. – 261 с.

Рукопис подано до редакції 21.03.16

УДК 658.38: 621.1

О.Г. МОВЧАН, канд. хим. наук, доц., К.В. ЛОСЬЕВ, ассистент
Криворожский национальный университет

УСТАНОВЛЕНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО РЕМОНТА ПО ЗАМЕНЕ АВАРИЙНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТРАВМООПАСНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Цель. Целью данной работы является разработка способов повышения безопасности труда при эксплуатации и ремонтах теплотрасс. Также необходимо выявить наиболее травмоопасные специальности работников предприятий теплоснабжения, уменьшив аварийную производственную нагрузку на них. Уменьшение аварийных работ может быть достигнуто путем проведения профилактических работ на теплотрассах, сокращая при этом образом количество опасных работ а так же трудовые и материальные затраты связанные с их выполнением.

Методы исследования. Исследования проводились с использованием математико-статистического метода экспертных оценок. Данный метод позволяет оперативно выявить наиболее проблемные и затратные работы предприятий теплоснабжения возникающие как в процессе эксплуатации оборудования и теплотрасс так и с внезапными аварийными ситуациями. Таким образом можно определить перечень профилактических работ которые должны быть выполнены в первую очередь.

Научная новизна. Исследования с использованием математико-статистического метода экспертных оценок позволяют быстро определить проблемы при организации профилактических ремонтов на предприятиях теплоснабжения.

Практическая значимость. Полученные выводы по результатам исследований позволят разработать рекомендации по уменьшению количества аварийных работ на теплотрассах. Определив наиболее травмоопасные специальности предприятий теплоснабжения необходимо уменьшить производственную нагрузку связанную с аварийными работами через проведение профилактических работ на наиболее потенциально опасных аварийных участках.

Разработанные рекомендации на основе математико-статистического метода экспертных оценок позволят улучшить производство организационных работ по ликвидации аварийных участков теплотрасс и снизить количество аварийных работ, что в свою очередь, уменьшит заболеваемость работников предприятий теплоснабжения и

повысит безопасность труда особенно в осенне-зимний период года, а также сократит экономические потери от ликвидации аварийных ситуаций и лечения заболевших работников теплогенерирующих предприятий.

Результаты. Как показал анализ проведенных исследований наиболее значимыми в определении очередности проведения работ на предприятиях, являются прогнозирование аварийных участков теплотрасс и совершенствование организационных ремонтных работ на теплотрассах. На основании профилактических графиков ремонтных работ можно составить первоочередность замены труб аварийных участков, что намного облегчит планирование ремонтных работ по замене аварийных участков трубопроводов. Наиболее травмоопасными специальностями являются газосварщик и электросварщик. Условия их работы эксперты определяют как опасные и вредные.

Ключевые слова: экспертная оценка, математико-статистический метод экспертных оценок, баллы оценки.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одним из методов сокращения количества ремонтных работ является профилактика эксплуатации, заблаговременное выявление аварийных участков теплотрасс.

Профилактические работы определяют объемы и количество подлежащих замене аварийных трубопроводов. На величину объемов существенно влияет время и условия нахождения трубопроводов под землей, а также их параметры (диаметр, толщина стенок трубопроводов, протяженность аварийных участков).

Эти условия могут вызывать возрастание материальных и трудовых затрат, особенно это сказывается в осенне-зимний период (работа в холодную и сырую погоду с мерзлым грунтом).

К организационным работам можно отнести: составление графиков ремонтов, организация землеройной техники, ремонтных бригад, а также вывоз демонтированных труб с мест ремонта, доставка и монтаж новых, время демонтажа. Согласование и утверждение этих графиков с вышестоящими структурными подразделениями предприятия, выполнение гидравлических испытаний трубопроводов перед сдачей их в эксплуатацию. Важным фактором в организации ремонтных работ являются разработка и согласование параметров теплоносителя при транспортировании его по замененным и незаменным трубам. Если нагрузки будут не согласованы, то это может привести к серьезным последствиям.

Постановка задачи. В связи с вышеизложенным проведено анкетирование работников теплогенерирующих предприятий Кривого Рога, таких как «Криворожтеплосеть» и «Криворожская ТЦ» по вопросу установления очередности профилактических работ по замене аварийных трубопроводов.

В анкетировании приняли участие работники всех структурных подразделений тепловых предприятий. Вопросы, на которые отвечали работники и тепловых предприятий КП «Криворожтеплосеть», и «Криворожская теплоцентраль» следующие: (при этом каждому фактору по степени важности эксперты присваивали определенный балл оценки):

Ф а к т о р ы

1. Проведение ремонтных работ только в весенне-летний период.
2. Своевременное выявление возможных порывов на теплотрассах.
3. Составление профилактических графиков, связанных с возможными порывами труб на теплотрассах.
4. Разработка и внедрение методики по определению нахождения участков труб с минимальной толщиной стенки.
5. Разработка и внедрение автоматизированного определения аварийных участков труб.
6. Усовершенствование графика схемы, характеризующей время закладки труб теплотрассы.
7. Увязка параметра теплоносителя с физической характеристикой уложенных труб со временем нахождения их в эксплуатации.
8. Установление взаимосвязи между скоростью коррозии труб и временем нахождения их в эксплуатации.
9. Совершенствование организации ремонтных работ на теплотрассах:
 - соблюдение выполнения графика ремонтных работ;
 - своевременное контролирование параметров теплоносителя в районах производимых ремонтных работ;
 - сведение работ по ремонту до минимума в осенне-зимний период.
10. Прогнозирование аварийных участков теплотрасс: (время их эксплуатации, толщина стенок труб, время транспортирования теплоносителя, условия нахождения труб теплотрасс в лотках (сырость, наличие воды, тепловой изоляции и др. условия).

Примечание	Должность	Ф.И.О	Дата	Подпись

Изложение материала и результаты. Обработка результатов анкетирования была осуществлена с помощью математико-статистического метода экспертных оценок [1]. Сущность его состоит в расположении факторов влияния в определенной возрастающей последовательности

и определяемой методом ранжирования. При ранжировании факторы располагают в наиболее рациональном порядке и приписывают каждому из них в порядке возрастания числа натурального ряда - ранги. При этом ранг 1 (один) получает наиболее предпочтительный фактор, а ранг N - наименее предпочтительный. Если все n оценок различны, то соответствующие числа натурального ряда есть ранги оценок i -го эксперта.

Если среди оценок i -го эксперта одинаковые данные, то им назначается одинаковый ранг, равный среднему арифметическому соответствующих чисел натурального ряда. После ранжирования определяют сумму рангов, назначенных экспертами каждому фактору [1].

Наиболее важным считается фактор, получивший наименьшее значение суммы рангов оценок. Важность каждого фактора определяется по среднестатистической величине

$$\bar{x}_n = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \quad (1)$$

где X_i - вариант ответа; n - количество экспертов.

Стандартное отклонение рассчитывается согласно формуле

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_A)^2}{n - 1}. \quad (2)$$

Степень соответствия мнений экспертов определяется коэффициентом вариации [1]

$$W_A = S / \bar{x}_A, \quad (3)$$

где S - среднеквадратическое отклонение; x_A - средняя статистическая величина.

Результаты экспертной обработки представлены в табл. 2.

Таблица 1

Факторы	Среднестатистическая оценка \bar{x}_A	Сумма рангов оценок S	Коэффициент вариации W_A
1. Проведение ремонтных работ только в весенне-летний период	10,8	68	96
2. Своевременное выявление возможных порывов на теплотрассах	14,3	59	72,8
3. Составление профилактических графиков, связанных с возможными порывами труб на теплотрассах	7,5	82	90,5
4. Разработка и внедрение методики по определению нахождения участков труб с минимальной толщиной стенки	11	63	77,9
5. Разработка и внедрение автоматизированного определения аварийных участков труб	8,7	74	85,4
6. Усовершенствование графика схемы, характеризующий время закладки труб теплотрассы	6,2	76	71,6
7. Увязка параметров теплоносителя с физической характеристикой уложенных труб с временем нахождения их в эксплуатации	10,5	68	97
8. Установка взаимосвязи между скоростью коррозии труб с временем их нахождения в эксплуатации	6,85	67	74,9
9. Совершенствование организации ремонтных работ на теплотрассах: соблюдение выполнения графика ремонтных работ; своевременное контролирование параметров теплоносителя в районах производимых ремонтных работ; сведение работы по ремонту до минимума в осенне-зимний период	17,7	58	93
10. Прогнозирование аварийных участков теплотрасс: (время их эксплуатации, толщина стенок труб, время транспортировки теплоносителя, условия нахождения труб теплотрасс в лотках (сырость, наличие воды, тепловой изоляции и др. условия)	12,7	64	94,9

Как показывают результаты обработки статистических данных по порывам и заменешедших в негодность труб на новые, частота их порывов зависит от диаметра труб - чем больше диаметр трубы, тем меньше количество замененных труб (рис. 1)

На рис. 2 приведены кривые, характеризующие количество замененных труб при порывах в зависимости от диаметра и времени года их ремонта. Кроме того, из рисунка следует, что замена аварийных труб осуществлена в течение всего эксплуатационного периода, что подтверждается результатами исследований (рис. 2).

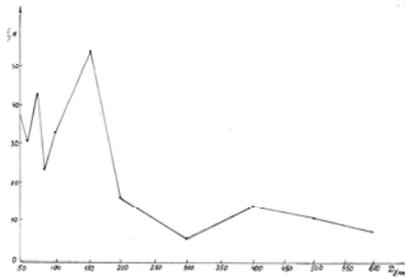


Рис. 1. Зависимость количества замененных участков теплопроводов от диаметра труб за период 2003-2005 гг.

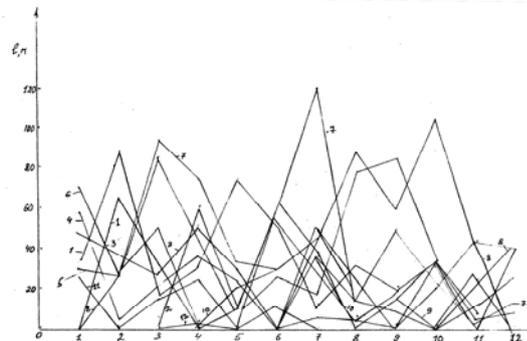


Рис. 2. Зависимость количества замененных труб на участках от диаметра труб и времени года за период 2003-2005 гг.: 1 - $d = 50$ мм; 2 - $d = 60$ мм; 3 - $d = 70$ мм; 4 - $d = 80$ мм; 5 - $d = 100$ мм; 6 - $d = 150$ мм; 7 - $d = 200$ мм; 8 - $d = 250$ мм; 9 - $d = 300$ мм; 10 - $d = 400$ мм; 11 - $d = 500$ мм; 12 - $d = 600$ мм

Максимальное количество порывов и замененных труб соответствует следующим периодам и месяцам года: осенне-зимний период (октябрь-февраль) и весенний период (март-апрель). Это можно объяснить тем, что в эти периоды года значительно увеличивается тепловая нагрузка на теплопроводы. Ремонтные работы, проводимые по восстановлению теплопроводов, в осенне-зимний период связаны с холодными метеорологическими условиями, а следовательно, и временем нахождения рабочих на ремонтных работах.

Обслуживающий персонал по ремонту труб находится на открытом пространстве и подвергается воздействию метеоусловий. Согласно Украинскому центру радиологии и контроля загрязнения природной среды БРис Укр. ЦРКЗПС и СНИП [2] средняя температура в холодный период составляет $-8,5$ °С. В этот период преобладают ветры северного и северо-восточного направлений, скорость которых достигает 15-22 м/с [5]. Рабочие, находящиеся на открытых площадках по ликвидации порывов и замене труб, переохлаждаются и подвергаются различного рода заболеваниям. Количество заболевших трудящихся предприятий «Криворожская теплоцентраль» и КП «Криворожтеплосеть» по месяцам года за период 2003-2005 гг. приведены в таблице 2.

Таблица 2

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2003	122	147	178	115	111	72	148	77	131	142	102	121
2004	84	101	53	71	31	31	31	22	72	49	76	98
2005	51	84	147	76	55	53	56	57	65	81	67	130

Максимальное количество заболеваний приходится на периоды года, которые совпадают со временем ликвидации порывов и заменой труб (см. рис. 2, табл. 2).

Анализ результатов обработки показывает, что такие факторы как своевременное выполнение профилактических работ и внедрение методик по определению интенсивности коррозии стенок трубопроводов, позволяет установить объемы аварийных работ и протяженность трубопроводов подлежащих замене.

Составление графика ремонтных работ дает возможность прогнозировать дальнейшее время эксплуатации труб. По данным Министерства ЖКХ Украины 15 % от общего количества проложенных теплотрасс в настоящее время находятся в аварийном состоянии и требуют замены. В связи с приведенным профилактический ремонт приобретает важное значение.

Аварийное состояние трубопроводов приводит к нарушению технологии эксплуатации, а также под влиянием временного фактора к сбоям теплоснабжения потребителей. При устранении аварийных ситуаций, возникают непредвиденные обстоятельства приводящие к травмам

или ухудшению состояния здоровья рабочих, так как аварийные работы могут осуществляться в различные временные периоды года, т.е. в различных метеорологических условиях.

С целью выявления основных травмоопасных профессий при производстве ремонтных работ и эксплуатации технологического оборудования на предприятиях КП «Криворожтеплосеть», «Криворожская теплоцентральный» было проведено анкетирование среди работников занятых на ликвидации аварий. В этом анкетировании приняли участие также ИТР, работники отдела ТБ, газосварщики, электросварщики, слесаря по ремонту теплотехнического оборудования др. Особое внимание было уделено рабочим профессиям: газосварщикам, электросварщикам, слесарям по ремонту теплотехнического оборудования которые несут основную нагрузку при устранении аварий. Вопросы на которые отвечали анкетированные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Специальность	Условия работы (сложные, опасные, вредные)	Количество баллов	
		вид работ	
		ремонт	эксплуатация
Газосварщик			
Электросварщик			
Слесарь по ремонту теплового оборудования			
Слесарь-трассовик			
Работник КИП			
Электрик			
Инженер-наладчик			
Оператор котельной			

Примечание	Должность	Ф.И.О	Дата	Подпись

Обработка результатов анкетирования осуществлена методом экспертных оценок [1].

Результаты анализа полученных данных приведены в табл. 4.

Таблица 4

Оценка наиболее травмоопасных специальностей предприятий теплоснабжения

Виды работ	Среднестатистическая оценка \bar{X}_A	Сумма рангов оценок S	Коэффициент вариации W_A
Газосварщик	20,0	57	76,0
Электросварщик	17,0	63	71,0
Слесарь по ремонту теплового оборудования	14,8	98	95,0
Электрик	14,2	106	97
Слесарь по ремонту теплотрасс	13,6	105	89,2
Оператор котельной	9,53	139	83,3
Инженер-наладчик	7,6	142	97,8
Работник КИП	7,0	121	74,0

Анализ данных таблицы показывает, что наиболее травмоопасными профессиями являются: газосварщики, электросварщики, слесаря по ремонту теплового оборудования, слесаря по ремонту теплотрасс, электрики [3]. Наиболее травмоопасные профессии (газосварщики, электросварщики) подтверждаются данными табл. 4: среднестатистической оценкой (\bar{x}_A) соответственно 20 и 17, суммой рангов оценок (S) 57 и 63 и коэффициентами вариации (W_A) – 76 и 71.

В связи с этим указанным профессиям при выполнении ремонтных и эксплуатационных работ необходимо уделять основное внимание. А такие профессии как: работники КИП, инженеры-наладчики, операторы котельных установок характеризуются низкими величинами среднестатистической оценки и высокой суммой рангов оценок можно отнести к менее травмоопасным профессиям. Из практики работы этих специалистов занятых на ремонтных работах известно, что они работают в неограниченном пространстве в закрытых помещениях которые противостоят влиянию метеоусловий (понижение температуры, скорости ветра, выпадение осадков), что благоприятно сказывается на состоянии здоровья работников.

Персонал (операторы котельных, инженеры КИП) подвергаются травмоопасным условиям при розжиге котлов, регулировке аппаратуры связанной с поддержанием необходимых параметров теплоносителя. Эта травмоопасность особенно проявляется при работе данных работников в ночное время, поэтому плановыми работами для уменьшения травмоопасности необходимо исключить эти работы в ночное время. Работа газосварщиков, электросварщиков часто осуществляется в закрытых помещениях в ограниченном пространстве (тепловые камеры, топki котлов) где концентрация вредных выбросов (CO_2 , угарный газ, сажа) превышают нормативы и также практически отсутствует хорошая вентиляция, поэтому ликвидация аварий осуществляется в сложных технологических условиях. Часто газосварщики, электросварщики выполняют аварийные работы совмещая их с плановыми а это приводит к тому, что работники этих профессий выполняют работы с дополнительной физической нагрузкой, что приводит к возникновению травмоопасных условий. Кроме того работники этой профессии по технологическим условиям выполняют работы на высоте, что дополнительно связано с метеоусловиями и в совокупности воздействие вышеуказанных факторов может привести к ухудшению состояния их здоровья. Таким образом, учитывая вышеприведенное, профессии газосварщика и электросварщика относят к наиболее травмоопасным а условия их работы считаются вредными.

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании профилактических графиков можно составить первоочередность замены труб аварийных участков, что намного облегчит планирование ремонтных работ по замене аварийных участков трубопроводов. Данные табл. 1 показывают, что все способы по ремонту теплотрасс актуальны [4]. Однако первоочередными необходимыми работами эксперты считают пункты: П1, П2, П4, П7, П8, П10. Выполнение этих пунктов позволит улучшить производство организационных работ по ликвидации аварийных участков теплотрасс и снизит количество аварийных работ, что, в свою очередь, уменьшит заболеваемость работников и повысит безопасность труда особенно в осенне-зимний период.

Список литературы

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - 2-е изд перераб и доп. - М.: Статистика, 1980.
2. Вчерашний Р.П., Елгаренко Е.А., Давыденко А.А. Использование экспертных методов в информационных исследованиях, М. Информ. 1983.
3. Голышев А.М., Лосев К. В. Определение степени травмоопасности основных видов ремонтных и эксплуатационных работ на предприятиях теплоснабжения, Вестник Криворожского технического университета, 2007
4. Лосев К. В. Установление очередности профилактического ремонта по замене аварийных участков трубопроводов и теплотрасс и влияние их количества на безопасность труда, Вісник КТУ, збірник наукових праць- 2008. Вип № 21. с 183-186
5. СНиП 2.01.01.82 Строительная климатология и геофизика.

Рукопис поступила в редакцию 16.03.16

УДК 622.788.36

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ И ЗАГРУЗКИ МАТЕРИАЛА “ПОСТЕЛИ” НА КОЛОСНИКОВУЮ РЕШЕТКУ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Исследованы причины неэффективной работы технологических схем по обеспечению агломерационных машин материалом постели в процессе их эксплуатации. Предложен новый подход к выделению материала постели и его загрузки на колосниковую решетку с использованием системы автоматического регулирования.

Главной частью агломерационной машины является комплект спекательных тележек, снабженных колосниковой решеткой. Тележки движутся по замкнутым направляющим, включающим прямолинейные верхний и нижний участки и криволинейные участки в головной и хвостовой (разгрузочной) частях машины. Слой постели предназначен для защиты колосников от перегрева, следовательно, увеличения их долговечности, исключает приплавление