

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.021

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

И. А. АЛМАКАЕВ

ilshalmakaev@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. В данной статье описывается способ определения наиболее предпочтительного метода обнаружения утечек с помощью метода анализа иерархий в связи с тем, что определение утечки в нефтепроводе является актуальной проблемой на настоящий момент. Определено несколько причин нарушения герметичности нефтепровода, а также выявлено множество факторов проявления утечки в трубе. Поэтому для определения предпочтительного метода обнаружения утечек нефтепровода был выбран метод анализа иерархий. Примененный метод позволил попарно сравнить каждый метод по всем представленным в статье критериям, а также расставить критерии по степени важности.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод; утечка; метод обнаружения утечек; критерий; метод анализа иерархий; матрица; приоритет.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных компонентов цепочки энергоснабжения являются нефтепроводы. Ведь основная задача отрасли в том, чтобы обеспечить мониторинг их состояния. Нефтепровод может прокладываться на достаточно большие расстояния, поэтому важно учесть безопасность их использования по назначению, так как могут возникнуть неблагоприятные ситуации, например, в связи со сложными условиями окружающей среды в виде оползня, наводнения, либо вследствие возникновения дефектов в трубах, либо третьи лица могут получить несанкционированный доступ. Визуальное обследование, измерение расхода жидкости и давления в трубе не всегда дают правильное представление о последствиях эксплуатации нефтепровода. Даже небольшое негативное влияние на трубопровод, которое обнаружится слишком поздно, может привести к тяжелым последствиям [1].

В основном, причина негерметичности нефтепровода, т. е. возникновения утечки,

состоит в применении устаревшего оборудования для перекачки продуктов, так как приблизительно 70 % нефтепроводов больше 20 лет находятся в эксплуатации [2]. Кроме того, утечку могут вызвать:

- механические повреждения вследствие проведения работ рядом с нефтепроводом;
- изгибы труб из-за влияния температуры грунта;
- ненадлежащая защита от коррозии;
- нарушения правил эксплуатации нефтепровода и т.д.

Утечка в трубе проявляется несколькими факторами. Среди них возникновение акустического шума, отклонение расхода, температуры, скорости потока нефтепродукта, внутритрубного давления от установленных значений. Также утечка сопровождается изменением электропроводности грунта на выходе из нефтепровода, загазованностью над поверхностью линий [3]. В связи с этим, существуют и используются различные методы обнаружения утечек нефтепродуктов в магистральном нефтепроводе.

Методы обнаружения утечек содержат в себе хотя бы один или два критерия, например, режим работы нефтепровода, принцип действия, параметры диагностирования и т.д. Они могут подразделяться по различным параметрам, поэтому для них имеется своя классификация. Кроме того, для методов обнаружения утечек нефтепродуктов предъявляются важные требования, чтобы впоследствии осуществить выбор одного из методов для дальнейшей работы. К ним относятся:

- точность определения места утечки;
- высокая чувствительность;
- высокая степень надежности и автоматизации;
- достоверность информации;
- отсутствие помех, оказывающих влияние на режим перекачки;
- безопасность при эксплуатации;
- обеспечение контроля состояния нефтепроводов большой протяженности;
- экономичность;

– работоспособность при плохих климатических и погодных условиях [4].

РЕШЕНИЕ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Чтобы определить, какой из методов обнаружения утечек будет оптимальным по всем приведенным критериям, в данной статье приводится способ решения данной задачи методом анализа иерархий (МАИ).

Вначале была составлена матрица попарных сравнений критериев (табл. 1), которая отражает степень важности одного критерия над другим.

Далее по каждому требованию были составлены матрицы попарных сравнений представленных методов обнаружения утечек.

После выполнения всех необходимых вычислений была составлена табл. 2, в которой представлены приоритеты всех методов по каждому критерию. По МАИ были вычислены главные итоговые показатели методов обнаружения утечек – глобальные приоритеты.

Таблица 1

Матрица попарных сравнений критериев

Критерии	Точность	Чувствительность	Надежность и автоматизация	Достоверность информации	Помехоустойчивость	Безопасность в эксплуатации	Протяженность участка трубы	Экономичность	Влияние климатических условий
Точность	1	2	1	0,5	3	0,33	5	3	2
Чувствительность	0,5	1	0,5	0,33	1	0,25	4	2	1
Надежность и автоматизация	1	2	1	0,5	4	0,5	5	3	2
Достоверность информации	2	3	2	1	4	2	2	2	0,5
Помехоустойчивость	0,33	1	0,25	0,25	1	2	0,33	0,5	1
Безопасность в эксплуатации	3	4	2	0,5	0,5	1	2	2	4
Протяженность участка трубы	0,2	0,25	0,2	0,5	3	0,5	1	3	3
Экономичность	0,33	0,5	0,33	0,5	2	0,5	0,33	1	0,5
Влияние климатических условий	0,5	1	0,5	2	1	0,25	0,33	2	1

Определение глобальных приоритетов методов

Методы	Критерии									Глобальные приоритеты
	Точность	Чувствительность	Надежность и автоматизация	Достоверность информации	Помехоустойчивость	Безопасность в эксплуатации	Протяженность участка трубы	Экономичность	Влияние климатических условий	
Метод сравнения расходов	0,03	0,09	0,12	0,04	0,09	0,10	0,05	0,18	0,13	0,08
Метод понижения давления с фиксированной или скользящей установкой	0,07	0,06	0,13	0,05	0,09	0,09	0,09	0,16	0,06	0,09
Метод сравнения изменения скорости расходов	0,04	0,10	0,13	0,04	0,10	0,10	0,03	0,25	0,12	0,09
Корреляционный метод	0,18	0,06	0,06	0,05	0,34	0,20	0,26	0,03	0,05	0,13
Метод акустической эмиссии	0,23	0,36	0,12	0,28	0,05	0,07	0,11	0,03	0,06	0,16
Метод линейного баланса	0,05	0,07	0,13	0,16	0,07	0,11	0,18	0,05	0,19	0,11
Метод ударных волн Жуковского	0,13	0,10	0,07	0,16	0,11	0,05	0,09	0,11	0,12	0,10
Метод отрицательных ударных волн	0,26	0,12	0,07	0,20	0,09	0,10	0,12	0,16	0,15	0,15
Метод гидравлической локации утечки	0,11	0,07	0,06	0,13	0,07	0,10	0,08	0,11	0,06	0,09

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итоговым результатам по методу анализа иерархий наибольший показатель глобального приоритета имеет метод акустической эмиссии, следовательно, можно считать данный метод как наиболее предпочтительный среди других методов обнаружения утечек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Omnisens SA** Мониторинг целостности трубопровода с помощью системы Omnisens AIM [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/26526161-Monitoring-celostnosti-truboprov-oda-s-pomoshchyu-sistemy-omnisens-aim-obnaruzhenie-utechek-podvizhek-grunta-nesankcionirovannogo-dostupa.html> (дата обращения 20.09.2019). [Omnisens SA (2019, Sep. 20). *Pipeline Integrity Monitoring with Omnisens AIM* [Online]. Available: <https://docplayer.ru/26526161-Monitoring-celostnosti-truboprov-oda-s-pomoshchyu-sistemy-omnisens-aim-obnaruzhenie-utechek-podvizhek-grunta-nesankcionirovannogo-dostupa.html>]

2. Правда о российских нефтепроводах [Электронный ресурс]. URL: http://news-mining.ru/analitika/year2011/month08/day12/Pravda_o_rossiyskikh_nefteprovodakh/ (дата обращения 20.09.2019). [(2019, Sep. 20). *The truth about Russian oil pipelines* [Online]. Available: http://news-mining.ru/analitika/year2011/month08/day12/Pravda_o_rossiyskikh_nefteprovodakh/]

3. **Смолдырев А. Е.** Трубопроводный транспорт: – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Е. Смолдырев. – М.: «Недра», 1970. – 272 с. [А. Е. Smoldyrev, *Pipeline transport: – 2nd edition, revised and supplemented by A. E. Smoldyrev (in Russian)*. Moscow: “Nedra”, 1970.]

4. **Мамонова Т. Е.** Методы диагностики линейной части нефтепроводов для обнаружения утечек [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-diagnostiki-lineynoy-chasti-nefteprovodov-dlya-obnaruzheniya-utechek> (дата обращения 20.09.2019). [Т. Е. Mamonova (2019, Sep. 20). *Diagnostic methods for the linear part of oil pipelines for leak detection* [Online]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-diagnostiki-lineynoy-chasti-nefteprovodov-dlya-obnaruzheniya-utechek>]

ОБ АВТОРЕ

АЛМАКАЕВ Ильшат Альбертович, магистрант 2-го курса факультета информатики и робототехники УГАТУ.

METADATA

Title: Determination of a preferred method of leaks detection by the analytic hierarchy process

Author: I. A. Almakayev

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹ ilshalmakayev@yandex.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (22), pp. 6-9, 2020. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: This article describes a method for determining the most preferred method for detecting leaks using the hierarchy analysis method due to the fact that determining the leak in an oil pipeline is an urgent problem at the moment. Several reasons for the violation of the tightness of the oil pipeline were identified, and many factors of the manifestation of leakage in the pipe were identified. Therefore, to determine the preferred method for detecting oil pipeline leaks, a hierarchy analysis method was chosen. The applied method made it possible to compare each method in pairs according to all the criteria presented in the article, as well as to rank the criteria by degree of importance.

Key words: main oil pipeline; leak; method of leaks criterion; analytic hierarchy process, matrix, priority.

About author:

АЛМАКАЕВ, Ilshat Albertovich, the 2nd year undergraduate of the Faculty of Informatics and Robotics in USATU.