

**РАЗВЕДОЧНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ОБ ОТКАЗАХ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»**

Д.П. Кармачев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Аксенов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: karmachevd@mail.ru**EXPLORATORY FAILURE STATISTICS DATA ANALYSIS OF ROSNEFT PJSC PIPELINES**

D.P. Karmachev

Scientific Supervisor: assist. Prof., Candidate of Technical Sciences S.V. Aksenov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: karmachevd@mail.ru

Abstract. *The paper presents an exploratory analysis of statistical data on failures. In the process of analysis, the author considers the initial sample and describes the steps to reduce this sample. The result of the work is the final prepared data table for use in problems of predicting pipeline failures for internal corrosion reasons.*

Введение. В процессах первичной подготовки нефти и газа дочерние общества ПАО «НК «Роснефть» применяют различные по конструктивным характеристикам промышленные трубопроводы (ПТ), которые эксплуатируются под воздействием различных внутренних и внешних факторов. При этом для отказов ПТ характерны высокие материально-экономические потери, а также негативное влияние на экологическую обстановку. В связи с этим, дочерними обществами регулярно выполняются работы по созданию новых и модернизации действующих систем поддержки принятия решения (СППР) при эксплуатации промышленных трубопроводов. Для подсистемы прогнозирования (в составе СППР) исходными данными являются не только динамические модели, но и статистические данные об отказах промышленных трубопроводов [1]. Перед применением накопленной исторической информации в прогнозных моделях важным шагом является проведение фильтрации исходной выборки и разведочного анализа данных. Целью данной работы является проведение разведочного анализа статистических данных об отказах промышленных трубопроводов определенной группы месторождений ПАО «НК «Роснефть».

Анализ исходной выборки. Исходная выборка данных была получена путём выгрузки необходимых данных из информационной системы OisPipe, охватывающей определенную группу нефтяных месторождений. В исходную выборку были занесены признаки, приведенные в таблице 1. Общая размерность исходной выборки составляет 15143 строки.

Первым этапом анализа является сравнительная оценка количества отказов произошедших по различным причинам. К основным причинам отказов ПТ относятся: внутренняя коррозия, дефект сварки, заводской брак, механические повреждения, внешняя коррозия, повышение давления, нарушение правил эксплуатации, конструктивный недостаток, строительный брак и другие. В исходной выборке среди других признаков в подавляющем случае обладает информация касательно характеристик участка ПТ (длина, диаметр, толщина стенки), а также информация касательно параметров перекачки и

характеристик перекачиваемых сред. Также важно отметить, что около 70% всей выборки (10634 строки) – это отказы, произошедшие по причине внутренней коррозии. Обобщая всю данную информацию, в рамках данного предварительного анализа было принято решение сократить исходную выборку и продолжить работу только с информацией об отказах, произошедших по причине внутренней коррозии.

Таблица 1

Перечень признаков исходной выборки данных об отказах

Наименование	Тип признака
Наименование месторождения	Категориальный
Наименование цеха и площадки	Категориальный
Назначение участка	Категориальный
Длина, м	Непрерывный
Диаметр, мм	Непрерывный
Толщина стенки, мм	Непрерывный
Материал трубы	Категориальный
Тип внутренней изоляции	Категориальный
Тип внешней изоляции	Категориальный
Завод изготовитель	Категориальный
Рабочее давление, МПа	Непрерывный
Давление в момент отказа, МПа	Непрерывный
Расход жидкости, м ³ /сутки	Непрерывный
Расход нефти, т/сутки	Непрерывный
Газовый фактор, м ³	Непрерывный
Обводненность (процентное содержание воды в среде), %	Непрерывный
Скорость потока, м/с	Непрерывный
Температура потока, С°	Непрерывный
Причина отказа	Категориальный
Дата ввода в эксплуатацию	-
Дата обнаружения отказа	-

На следующем этапе предварительной обработки были исключены строки данных, описывающие отказы нетипичных участков ПТ по габаритным характеристикам (толщина стенки, диаметр) и по материалам, из которых данные участки изготовлены. Исключены участки, имеющие следующие значения диаметра – 57 мм, 60 мм, 70 мм, 80 мм, 102 мм, 105 мм, 1020 мм, 1400 мм; и следующие значения толщины стенки – 3 мм, 3.5 мм. Также из анализа исключены участки, изготовленные из стали 3 серии, а также из специфических полимеров.

На третьем этапе анализа были рассмотрены основные непрерывные признаки – параметры перекачки и свойства перекачиваемых сред. Для всех пропущенных значений по обводненности, но относительно водоводов высокого и низкого давления, были восстановлены значения в 100%, условно означающие абсолютное содержание воды [2]. Для водоводов были восстановлены пропущенные значения газового фактора равного в среднем 1 м³. Данное значение обусловлено тем, что содержание газа в воде стремится к нулю, что обусловлено спецификой процессов сепарации [2].

Из начальной выборки были исключены строки с пропущенными значениями относительно скорости потока, в связи с тем, что совокупность других параметров перекачки, а также информация о параметрах участка ПТ связаны со скоростью потока среды, а также косвенно с типами структур газожидкостных потоков [3].

Известно, что повышение температуры ускоряет анодные и катодные процессы за счет увеличения скорости движения ионов, что напрямую влияет на образование коррозий, но в дальнейших

исследованиях данным признаком пришлось пренебречь, в связи с тем, что по данному признаку пропущено более 80% значений [3].

Анализ статистической информации проводится с целью выявления зависимостей в прогнозировании отказов по причинам коррозий, которые являются результатом продолжительных процессов транспортировки определенных сред в рамках усредненных параметров перекачки, поэтому признак «давление в момент отказа» не рассматривается в рамках дальнейших исследований.

Результаты анализа. Итоговая выборка статистических данных об отказах по результатам проведенного разведочного анализа представлена в таблице 2.

Таблица 2

Итоговая выборка данных об отказах по результатам анализа

Наименование	Диапазон / Количество	Тип признака
Наименование месторождения	13	Категориальный
Наименование цеха и площадки	187	Категориальный
Длина, м	0.6 – 13600	Непрерывный
Диаметр, мм	73 - 1420	Непрерывный
Толщина стенки, мм	4 – 16	Непрерывный
Материал трубы	15	Категориальный
Тип внутренней изоляции	14	Категориальный
Рабочее давление, МПа	0.01 – 19	Непрерывный
Расход жидкости, м ³ /сутки	0.01 – 60000	Непрерывный
Расход нефти, т/сутки	0.03 – 19853	Непрерывный
Газовый фактор, м3	0.01 - 110	Непрерывный
Обводненность, %	0 – 100	Непрерывный
Время наработки на отказ, дней	3563 - 28774	Непрерывный

Общая размерность подготовленной выборки составляет 5587 строк. В рамках разведочного анализа не выявлены явные зависимости между временем наработки на отказ и непрерывными признаками. В исходной выборке отсутствовала информация о физико-химических свойствах перекачиваемых сред, которые оказывают существенное влияние на образование коррозий. Косвенно данные зависимости будут прослеживаться за счет наличие информации о месторождениях и площадках, физико-химические свойства сред на которых приблизительно равны в рамках одного объекта [2].

Заключение. По результатам проведенного разведочного анализа получена выборка об отказах промысловых трубопроводов определенной группы месторождений. Полученная информация будет использована в математических моделях в рамках прогнозирования отказов ПТ, произошедших по причинам внутренних коррозий, с применением методов машинного обучения. Исключенные строки данных будут накапливаться для дальнейшего использования в аналогичных задачах по прогнозированию отказов ПТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Аржиловский, А.В. Алферов, Р.И. Валиахметов. Концепция системы мониторинг надежности и эксплуатации промысловых трубопроводов // Нефтяное хозяйство – сентябрь 2018, С. 128-132.
2. А.И. Владимирова, В.Я. Кершенбаума. Промышленная безопасность и надежность магистральных трубопроводов: учебник для вузов – М.: Изд-во Национального институт нефти и газа, 2009. – 696 с.
3. А.В. Рудаченко, С.С. Байкин. Эксплуатационная надежность трубопроводных систем: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008 – 119 с.