



Рис. Ми-8 на площадке из ПДПУ [3]

Собранная из плит конструкция реализует «принцип веника» – ее элементы работают как сами по себе, так и совместно. В результате приложенная к ней нагрузка в зависимости от ее величины распределяется на большую или меньшую площадь. Система в целом обеспечивает давление на грунт, не превышающее допустимого, вовлекая в работу более прочные глубинные слои грунта. При этом ее деформации носят упругий характер. Благодаря собранному из ПДПУ настилу несущая способность слабого болотного грунта повышается до 6 т/м^2 , в то время как для лежневого настила она составляет всего $2,5 \text{ т/м}^2$. Но при этом единичная нагрузка определяется всей площадью конструкции.

В данной работе рассмотрены конструкции дорожного полотна (переходы через малые водотоки, лежневые дороги на участках с грунтом низкой несущей способности, конструкции сборно-разборных дорожных полотен (СРДП-1, СРРП-2, СРНП-1, СРНП-3, ПСРП-1), снежно-ледяные полотна и земляные покровы на вечной мерзлоте) для строительства и ремонта магистральных трубопроводов. Освещены методы и способы прокладки временных дорог в условиях водонасыщенных грунтов и заболоченной местности. В результате отмечено, что конструкции дорожного полотна для подъезда техники в труднодоступных местах имеют широкое применение в нефтегазовой и военных областях, требуют новых конструктивных и технических решений.

Литература

1. ВСН 2-105-78 «Инструкции по строительству временных дорог для трубопроводного строительства в сложных условиях (на обводненной и заболоченной местности).
2. Бармин В.И. «Технологическое проектирование строительства магистральных трубопроводов», 1992, с.288
3. http://www.os1.ru/article/road_equipment/2003_03_A_2005_02_02-17_34_45/

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТА ГАЗА НА ГАЗОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ ШУХАРТА

А.Г. Зарубин, И.С. Сивцев

Научный руководитель доцент, А.Г. Зарубин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

Основной задачей газотранспортного предприятия является обеспечение бесперебойной и устойчивой поставки природного газа потребителям, а также надежной эксплуатации газопроводов и газопроводов-отводов.

При диагностике и мониторинге состояния технологического процесса обращаются к статистическим методам с целью выявления случаев выхода за границы системной вариабельности [1, 2]. Задачей статистического управления процесса транспорта газа является обеспечение и поддержание его на стабильном уровне, при этом гарантируя соответствие установленным требованиям. При использовании статистических методов особое внимание уделяется вопросам снижения ложных тревог и повышения достоверности оценки контролируемых показателей процессов.

В качестве основного статистического инструмента удобно использовать контрольные карты, наглядно представляющие системную вариабельность технологических процессов. С помощью контрольных карт по количественному признаку можно объяснить поведение процесса, как по разбросу, так и по расположению уровня процесса. Контрольная карта – это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления производственными процессами была впервые показана У. Шухартом в 1924 году [3, 4], они отражают реальные перемены в процессе, которые могут быть следствием воздействия на процесс несистемных факторов. Эти несистемные факторы могут рассматриваться как «неслучайные» или «особые» причины изменения состояния процесса транспорта газа. К таким причинам можно отнести неисправности оборудования, нарушение однородности транспортируемой газовой среды и т.д. Так при техническом мониторинге состояния оборудования авторы работы [5] с успехом использовали карты Шухарта. С целью снижения вероятности ложных тревог и повышения событийной достоверности мониторинга в настоящей работе предложена формализованная методология мониторинга состояния многопараметрового процесса транспорта газа с использованием контрольных карт Шухарта.

Цель данной работы – рассмотреть возможность осуществления технологического контроля при мониторинге многопараметрового процесса перекачки газа на узле учета газа с использованием одной информационной карты.

В соответствии с поставленной целью выдвинуты следующие задачи:
 использовать метод автошкалирования для приведения данных различных диапазонов в один, с параметрами среднее значение результатов измерений равно нулю, а их стандартное отклонение равно единице;
 построить карту Шухарта для многопараметрового процесса в новых координатах;
 интерпретировать информацию о состоянии процесса транспорта газа представленную на карте Шухарта.

Таблица

| Время, мин | Перепад давления, кПа | Абсолютное давление, кПа | Температура, °С | Коэффициент IMV/BMV | Коэффициент HWPF | Расход газа, м ³ /ч |
|------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|------------------|--------------------------------|
| 60 | 10,1109 | 790,9971 | -11,5698 | 104,2059 | 502,1049 | 52,3229 |
| 120 | 10,3487 | 787,8655 | -11,6888 | 104,2021 | 507,1354 | 52,8447 |
| 180 | 10,3730 | 788,3046 | -11,6842 | 104,2016 | 507,8704 | 52,9207 |
| 240 | 10,4094 | 789,8360 | -11,7209 | 104,2014 | 509,3049 | 53,0704 |
| 300 | 10,4283 | 785,1156 | -11,5619 | 104,2005 | 507,9625 | 52,9293 |
| 360 | 8,5587 | 783,7004 | -10,8247 | 104,2139 | 485,2000 | 50,5646 |
| 420 | 9,2889 | 779,4465 | -10,4682 | 104,2180 | 476,5717 | 49,6668 |
| 480 | 9,0323 | 771,7603 | -10,6751 | 104,2200 | 467,5717 | 48,7547 |
| 540 | 8,8534 | 771,7604 | -10,6285 | 104,2241 | 467,8059 | 48,4567 |
| 600 | 8,6499 | 771,7605 | -10,4505 | 104,2291 | 465,5751 | 48,2217 |
| 660 | 8,6209 | 771,7606 | -10,4080 | 104,2296 | 467,2956 | 48,1476 |
| 720 | 8,5741 | 771,7607 | -10,2762 | 104,2302 | 461,9380 | 47,8817 |
| 780 | 8,7456 | 771,7608 | -10,3484 | 104,2285 | 460,0254 | 48,5934 |
| 840 | 9,2001 | 771,7609 | -10,5223 | 104,2215 | 466,5174 | 49,7922 |
| 900 | 9,9661 | 771,7610 | -11,1542 | 104,2097 | 478,4171 | 52,1719 |
| 960 | 10,1914 | 771,7611 | -11,2897 | 104,2053 | 500,6375 | 52,4860 |
| 1020 | 10,3324 | 771,7612 | -11,3442 | 104,2018 | 503,6793 | 52,6310 |
| 1080 | 10,2736 | 771,7613 | -11,3536 | 104,2038 | 505,0862 | 52,6655 |
| 1140 | 10,4106 | 771,7614 | -11,4875 | 104,2036 | 505,4130 | 53,4046 |
| 1200 | 10,6579 | 771,7615 | -11,6637 | 104,1991 | 512,4999 | 53,8641 |
| 1260 | 10,7660 | 771,7616 | -11,6155 | 104,1968 | 517,6526 | 54,0312 |
| 1320 | 10,7264 | 771,7617 | -11,5075 | 104,1969 | 518,5498 | 53,8029 |
| 1380 | 10,5769 | 771,7618 | -11,3155 | 104,2000 | 518,3593 | 52,4117 |
| 1440 | 10,6669 | 771,7619 | -11,6664 | 104,1995 | 513,3983 | 54,0157 |
| 1500 | 10,9812 | 771,7620 | -12,3620 | 104,1938 | 518,3874 | 54,9321 |
| 1560 | 11,2897 | 771,7621 | -12,4332 | 104,1880 | 527,2067 | 55,4646 |
| 1620 | 11,2530 | 771,7622 | -12,5141 | 104,1867 | 532,3495 | 55,1517 |
| 1680 | 10,6267 | 771,7623 | -12,1027 | 104,1961 | 529,3598 | 53,3977 |
| 1740 | 9,7631 | 771,7624 | -11,6440 | 104,2092 | 512,4819 | 51,1610 |
| 1800 | 9,2042 | 771,7625 | -11,3478 | 104,2171 | 490,9446 | 49,4587 |
| 1860 | 8,4177 | 771,7626 | -10,6912 | 104,2295 | 474,8522 | 47,1594 |
| 1920 | 8,1572 | 777,0103 | -10,4511 | 104,2343 | 452,4632 | 46,4791 |
| 1980 | 8,1892 | 775,8843 | -10,4117 | 104,2338 | 445,9107 | 46,5315 |
| 2040 | 8,2852 | 771,1619 | -10,3299 | 104,2318 | 446,4148 | 46,6483 |
| 2100 | 8,1045 | 776,7564 | -10,4659 | 104,2345 | 447,5435 | 46,3189 |
| 2160 | 8,6637 | 793,6648 | -10,8302 | 104,2287 | 444,3735 | 48,4417 |
| 2220 | 9,1599 | 786,5922 | -10,7902 | 104,2206 | 464,7558 | 49,5916 |
| 2280 | 9,0860 | 781,3770 | -10,8560 | 104,2205 | 475,8319 | 49,2299 |
| 2340 | 8,9885 | 782,9031 | -10,9718 | 104,2218 | 472,3625 | 49,0257 |
| 2400 | 9,3760 | 795,3497 | -11,2694 | 104,2177 | 470,3993 | 50,4860 |
| 2460 | 10,2856 | 795,8812 | -11,8345 | 104,2036 | 484,4191 | 52,9732 |
| 2520 | 10,3118 | 793,4260 | -11,9782 | 104,2027 | 508,3712 | 52,9742 |
| 2580 | 10,3444 | 789,8829 | -11,9081 | 104,2017 | 508,3664 | 52,9732 |
| 2640 | 10,4073 | 786,5652 | -12,1636 | 104,1996 | 507,9246 | 52,9265 |
| 2700 | 10,5955 | 781,4687 | -12,0082 | 104,1967 | 508,6367 | 52,9970 |
| 2760 | 10,0467 | 771,8304 | -11,8342 | 104,2029 | 511,3372 | 53,2797 |
| 2820 | 9,7212 | 777,5965 | -11,8400 | 104,2086 | 494,5265 | 51,5303 |
| 2880 | 9,6475 | 783,5266 | -11,8217 | 104,2106 | 486,4695 | 50,8355 |

Примечание – Коэффициент IMV/BMV – отношение значения интегрального коэффициента к значению базового коэффициента, ед., коэффициент HWPF – коэффициент расширения давления, ед.

Характеристика метода

Для построения контрольной карты Шухарта многопараметрового процесса проводили центрирование и нормировку параметров состояния технологических процессов. Комбинация центрирования и нормирования по столбцам называется автошкалированием [6]. Автошкалирование данных применяли, для совместной обработки различных по шкале блоков данных. Из результатов измерений каждого контролируемого показателя формировали однородный блок данных, который содержал выборку измеренных параметров мониторинга

процесса транспорта газа (табл.), x_j . Для каждой выборки вычисляли выборочное среднее, m , и стандартное отклонение выборки параметров мониторинга, d . Затем проводили расчет автошкалированных значений параметров мониторинга, x'_j , по формуле:

$$x'_j = (x_j - m) / d,$$

которые наносили на карту (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

Из данных карты (рис.) видно, что две точки (в 2460 мин и 2520 мин) по абсолютному давлению вышли за предел 2σ (σ – стандартное отклонение) и согласно правилам статистического контроля на них необходимо обратить внимание. Остальные параметры находятся в статически управляемом состоянии.

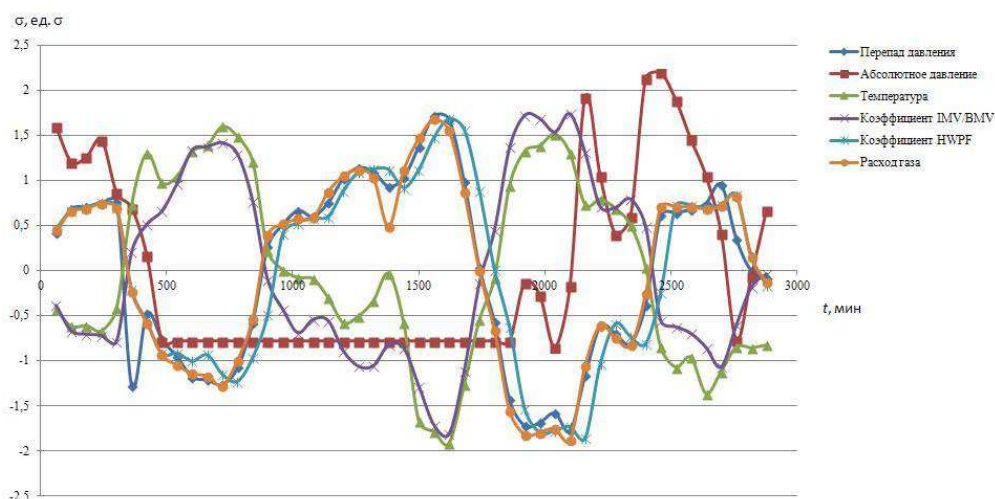


Рис. Контрольная карта Шухарта

Выводы

Таким образом, в работе установлено, что при помощи автошкалирования данных возможно приведение нескольких показателей к одной шкале и осуществление мониторинга разнопараметрового технологического процесса на одной карте Шухарта.

Литература

1. Bakshi B. Multiscale PCA with application to multivariate statistical process monitoring // AIChE Journal. – 1998. – 44. – P. 1596-1610.
2. Harrou F. Statistical fault detection using PCA-based GLR hypothesis testing / F. Harrou, M.N. Nounou, H.N. Nounou, M. Madakyaru // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2013. – 26. – P. 129-139.
3. ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: – Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.
4. ГОСТ Р 51814.3-2001. Методы статистического управления процессами. [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: – Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.
5. Громаков Е.И. Техническое обслуживание и ремонт по состоянию оборудования с использованием карт Шухарта / Е.И. Громаков, Т.В. Александрова, А.В. Рудаченко, А.М. Малышенко // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – № 5, Т. 317. – С. 112-117.
6. Родионова О.Е. Интервальный метод обработки результатов многоканальных экспериментов: дисс. докт. физ.-мат. наук. – Москва, 2008. – 272 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА УЧАСТКЕ НЕФТЕПРОВОДА

А.Г. Зарубин, Л.Х. Тюлькин

Научный руководитель доцент, А.Г. Зарубин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема определения оперативного и достоверного изменения гидравлического режима в нефтепроводе в настоящее время становится все более актуальной [1]. В настоящей работе рассматривается новый статистический критерий, который позволяет определить изменение гидравлического режима на участке нефтепровода. Отличие предлагаемого критерия от существующих состоит в том, что он пригоден как для стационарных, так и для нестационарных режимов работы нефтепровода. Данный критерий относится к статистическим и функционирует на основе использования данных о параметрах работы нефтепровода, поступающих в систему диспетчерского контроля, в совокупности с модифицированными алгоритмами