

дис. доктора экономических наук: 08.00.05 / В.В. Лукинский. – С.-Петербург. гос. инженер.-эконом. ун-т, 2008. – 38 с.

5. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. / Таха, А. Хемди – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
6. Ларіонов Ю.І. Дослідження операцій. Частина II : навчальний посібник / Ю.І. Ларіонов, Л.С. Марченко, М.А. Хажмурадov. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 288 с.
7. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе : учебник / В.И. Сергеев. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 608 с.
8. Гаджинский А.М. Логистика : учебник / А.М. Гаджинский. – 20-е изд. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2012. – 484 с.

Bibliography:

1. Gubenko V.K. Logistika : manual / V.K. Gubenko. – Mariupol, 1996. – 242 p. (Rus.)
2. Nerush Yu.M. Logistika : textbook / Yu.M. Nerush. – M. : Shopping Mall Velbi, Publishing house Prospectus, 2008. – 520 p. (Rus.)
3. Kirkin A.P. Management of transport processes of delivery of freights in city conditions with addition of criteria of logistics / A.P. Kirkin, V.I. Kirkina // Vestnik of East-Ukrainian national University: Scientific journal. – Luhansk, 2013. – № 5 (194) part 2 – P. 61-67. (Rus.)
4. Lukinsky, V.V. The theory and stockpile management methodology in chains of deliveries: abstract yew. Doctors of Economics: 08.00.05 / V.V. Lukinsky. – St.-Peterb. the state. engineer.-the house-keeper. un-t, 2008. – 38 p. (Rus.)
5. Taha, Hemdi A. Introduction in research of operations, the 7th edition. : The lane with English / Taha, A. Hemdi – M. : Williams publishing house, 2005. – 912 p. (Rus.)
6. Larionov U.I. Operations research. Part II : the manual / U.I. Larionov, P.S. Marchenko, M.A. Khazhmuradov. – Kharkiv : VD «INJEK», 2005. – 288 p. (Ukr.)
7. Sergeev V.I. Logistika in business : textbook / V.I. Sergeev. – M. : INFRA-M, 2001.– 608 p. (Rus.)
8. Gadzhinsky A.M. Logistika : textbook / A.M. Gadzhinsky. – 20th prod. – M. : Publishing and trade corporation «Dashkov and K⁰», 2012. – 484 p. (Rus.)

Рецензент: В.К. Губенко
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛПТУ»

Статья поступила 13.06.2014

УДК 629.423

© Воропай В.С.*

**МЕТОДИКА ПО ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ВАГОНОВ-ЦИСТЕРН ПАРКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В статье предложена методика по оценке технического состояния вагонов-цистерн, которые эксплуатируются химическими промышленными предприятиями. Разработан алгоритм выполнения работ по оценке технического состояния вагонов-цистерн, который позволяет на основе диагностики и анализа текущего технического состояния обосновать дальнейший срок эксплуатации.

Ключевые слова: *безопасность, промышленные предприятия, вагоны-цистерны, остаточный ресурс, показатели использования, механические напряжения, обечайка котла, сжиженный газ.*

Воропай В.С. Методика за оцінкою технічного стану вагонів-цистерн парку промислових підприємств. У статті запропонована методика за оцінкою техніч-

* канд. техн. наук, ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, voropay86@mail.ru

ного стану вагонів-цистерн, які експлуатуються хімічними промисловими підприємствами. Розроблений алгоритм виконання робіт за оцінкою технічного стану вагонів-цистерн, який дозволяє на підставі діагностики і аналізу поточного технічного стану обґрунтувати подальший термін експлуатації.

Ключові слова: безпека, промислові підприємства, вагони-цистерни, залишковий ресурс, показники використання, механічні напруження, обичайка котла, зріджений газ.

V.S. Voropaj. The methodic of an estimate of the technical condition of tank wagons of a park of industrial enterprises. The article proposed a method to evaluate the technical condition of tank wagons that are operated chemical industry. An algorithm for performing work on the evaluation of the technical condition of tank wagons was developed, which allows on the basis of diagnosis and analysis of current condition to justify a further period of operation. The complex of works on testing of the tanks and mathematical models for the implementation of calculations on the strength and reliability of the design were proposed. The article is devoted to solving the problem of the effective exploitation of the working fleet of tank wagons industries by detecting the presence of residual life and life extension. Opportunities for further exploitation of cars the complex of works on the assessment of technical conditions and the calculation of the stock of the resource in article are proposed. Operational research of the park chemical industries has reduced the shortage of rolling stock for transportation of ammonia. The analysis of the many faults of the chassis and the main elements of the support structure of tank wagons after 20 years of operation was made. The algorithm of determining the residual life of the specialized tank wagons operated in an industrial plant is proposed. Scientific novelty defined algorithm and the results obtained is the main justification of operational parameters for tank wagons carrying liquid ammonia, in accordance with the test load. The methodic for resource conservation of tank wagons carrying cargo under high pressure was proposed at first. In this article performance improved procedure for identifying residual life, this has both theoretical and practical importance.

Keywords: a safety, industrial plants, tank wagons, the residual resource, utilization rates, mechanical stresses, a shell of the boiler, a liquefied gas.

Постановка проблеми. В комплексе масштабных и сложных задач, решаемых на железнодорожном транспорте, главным направлением остается обеспечение безопасности движения грузовых поездов. Парк грузовых вагонов, эксплуатирующийся на многих химических промышленных предприятиях стран СНГ, в большинстве своем состоит из вагонов-цистерн (далее – цистерн) для перевозки сжиженных газов и другой продукции. Эксплуатация этого вида подвижного состава требует высокого уровня безопасности, так как в случае аварии возникают опасные последствия для жизнедеятельности человека.

Парк цистерн, на примере одного из предприятий химической промышленности, постепенно сокращается (рис. 1). Для обеспечения функционирования предприятия на высоком уровне необходимо, чтобы заданное количество цистерн обеспечивало перевозочный процесс. Как видно на графике, такое количество начинает снижаться. Это происходит по причине расхода технического ресурса цистерн. Определенное количество цистерн путем проведения плановых ремонтно-восстановительных воздействий продолжает выполнять свои функции, имея при этом запас ресурса. А дефицит цистерн возникает вследствие того, что некоторые цистерны израсходовали ресурс и их дальнейшая эксплуатация невозможна. Вторая причина дефицита – ограниченное финансирование обновления эксплуатационного парка предприятия.

В соответствии с экономическими исследованиями известно [1], что среднестатистический капитально-обновительный ремонт обходится собственнику примерно в 5 раз дешевле, чем приобретение новой единицы подвижного состава. В частности, после проведения технического диагностирования и капитального ремонта с продлением срока полезного использования, срок эксплуатации вагонов увеличивается на 5-15 лет.

Поэтому, в условиях действия рыночных механизмов большое значение приобретает продление срока службы цистерн рабочего парка за счет выявления и обоснования их остаточного ресурса.

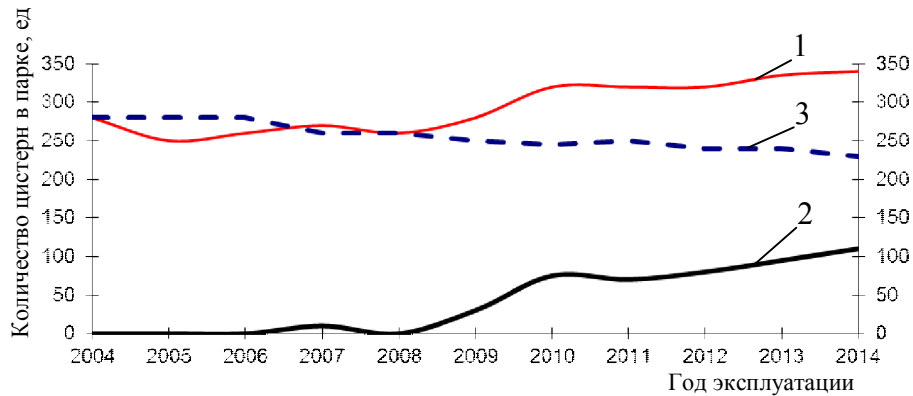


Рис. 1 – Суммарный баланс парка собственных вагонов-цистерн для перевозки химических грузов на период с 2004 по 2014 гг. (на примере промышленного предприятия): 1 – потребный парк; 2 – дефицит вагонов; 3 – цистерны, обеспечивающие перевозку, с наличием остаточного ресурса

Исследования условий и режимов работы цистерн в транспортно-технологическом цикле промышленного предприятия позволили выделить группы цистерн, которые эксплуатируются в менее напряженном режиме, на менее напряженных маршрутах [2]. Данные исследования были проведены на таких промышленных предприятиях как «Азот» (г. Черкассы) и Дзержинский фенольный завод (г. Дзержинск). Стало известно, что цистерны, доставляющие азот с химического промышленного предприятия грузополучателю, возвращаются в обратном направлении порожними, то есть, эксплуатируются по времени меньше, чем цистерны для перевозки, например, затвердевающих грузов. Это может быть обусловлено специализацией цистерн для перевозки сжиженных газов, в то время, как цистерны для перевозки затвердевающих грузов могут перевозить любой другой сходный по свойствам груз. Кроме того, цистерны для перевозки такого рода груза как пек эксплуатируются в высокотемпературном режиме (пек перевозится в жидком состоянии около 5 суток при температуре 180 °С), что свидетельствует о напряженном режиме их эксплуатации.

Для того, чтобы определить как режим работы и условия эксплуатации исследуемых парков цистерн влияют на расход ресурса, были проведены соответствующие расчеты на основании имеющихся данных о плановом времени работы за год цистерны, расчетной среднестатистической производительности, среднестатистической массы перевозимого груза, среднего количества дней эксплуатации цистерны за год и по ряду других значений, и определены классы использования и режимы работы цистерн (таблица 1, 2).

Согласно принятой классификации [3] классы использования цистерн с учетом окружающей среды регламентируются пятью режимами работы: ВЛ – весьма легкий, Л – легкий, С – средний, Т – тяжелый, ВТ – весьма тяжелый (таблица 1).

Также, в результате исследований, была проведена оценка комплексных показателей надежности с использованием вероятностных методов (таблица 3). Для интерпретации численных значений вероятностей потребовался немалый объем выборки из статистических данных по поведению конструкции цистерны в ретроспективном периоде (была использована база данных о выполненных ремонтно-восстановительных воздействиях). Такая оценка подтвердила гипотезу о наличии ресурса цистерн к окончанию назначенного срока службы. Периодичность проведения ремонтов и сроки службы указаны в [4].

Предприятия вагоностроения, выпуская новую продукцию, согласно утвержденной технической документации, проводят предварительные испытания цистерн, по результатам которых устанавливается и отражается в технических условиях на эксплуатацию ресурс их работы. Вместе с этим при разработке и создании цистерн закладывается определенный резерв ресурса, предусматривающий возможные действия ненормируемых нагрузок на цистерну в эксплуатации.

При этом одним из основополагающих вопросов для решения задачи по возможной эксплуатации цистерн в условиях окончания назначенного срока службы становится разработка комплексной методики по определению остаточного ресурса работы цистерн.

Таблица 1

Эксплуатация цистерн в зависимости от режимов работы

		По времени	По производительности $K_{п}$	По грузоподъемности $K_{г}$	По температуре $K_{т}$	По коэффициенту холодных дней в году $K_{х}$	По годовой сумме осадков $K_{о}$	По рабочему давлению $K_{д}$
Классы использования								
аммиак	1 группа	B_1	B_L	C	-	X_4	C_3	D_4
	2 группа	B_2	L	L	-	X_4	C_3	D_4
пек	1 группа	B_2	C	C	T_3	X_4	C_3	D_3
	2 группа	B_3	T	T	T_3	X_4	C_3	D_3

Таблица 2

Результаты расчетов коэффициентов эксплуатации цистерн

группа	$K_{в}$	$K_{г}$	$K_{х}$	$K_{о}$	$K_{д}$	$K_{п}$	$K_{т}$
1 А	0,63	0,84	0,34	0,18	0,84	0,69	-
2 А	0,8	0,79	0,34	0,18	0,84	0,79	-
1 П	0,7	0,85	0,34	0,18	0,2	0,8	180 °С
2 П	0,81	1	0,34	0,18	0,2	0,89	180 °С

Условные обозначения к таблице 2: А – аммиак; П – пек.

Таблица 3

Оценки комплексных показателей надежности

Коэффициент технического использования			Коэффициент готовности			Коэффициент оперативной готовности		
Оценка после 2-го КР	Оценка после 3-го КР	Интервал, год	Оценка после 2-го КР	Оценка после 3-го КР	Интервал, год	Оценка после 2-го КР	Оценка после 3-го КР	Интервал, год
0,919	0,912	1	0,92	0,92	1	0,712	0,630	1
0,917	0,911	2	0,92	0,92	2	0,711	0,621	2
0,915	0,911	3	0,9	0,92	3	0,619	0,621	3
0,911	0,910	4	0,9	0,92	4	0,619	0,570	4
0,909	0,801	5	0,87	0,87	5	0,594	0,504	5
0,908	0,704	6	0,87	0,79	6	0,592	0,426	6
0,907	0,702	7	0,87	0,77	7	0,563	0,398	7
0,801	0,700	8	0,79	0,77	8	0,472	0,380	8
0,800	0,690	9	0,74	0,74	9	0,425	0,355	9

Условные обозначения к таблице 3: КР – капитальный ремонт.

Если такое обоснование остаточного ресурса будет выполнено, тогда возможности его использования будут содержать такие варианты:

- провести модернизацию цистерн путем проведения капитального ремонта, провести мероприятия технической диагностики по выявлению остаточного ресурса с возможностью продления срока эксплуатации;

- провести модернизацию посредством капитального ремонта с продлением срока полезного использования (отличается от капитального ремонта увеличенным объемом работ и повышенной стоимостью);

- модифицировать цистерну для перевозки другой номенклатуры грузов. Так, котлы цистерн, предназначенные для перевозки сжиженных газов, имеют толщину листов обечайки большую в сравнении с толщиной листов обечайки котлов цистерн, предназначенных для перевозки другого рода груза. Следовательно, возможна эксплуатация таких цистерн для перевозки грузов, не требующих соблюдения правил, установленных для емкостей повышенной опасности.

В соответствии с этим возникает гипотеза о возможностях по перестановке цистерн с наличием ресурса и взаимозамещении таких цистерн на напряженных и ненапряженных маршрутах.

Таким образом, на данном этапе становится важной и актуальной научно-техническая задача по практическому использованию парка цистерн с имеющимся остаточным ресурсом работы.

Анализ последних исследований и публикаций. В последний период из опубликованных работ по рассматриваемому вопросу следует отметить [5-7].

В работе Кельриха М.Б. [5] была предложена разработка для обеспечения проведения испытаний вагонов – вибрационная установка для усталостных испытаний железнодорожных цистерн, что явилось одним из новых методов определения надежности и прочности вагонов.

Третьяковым А.В. [6] разработаны методические положения по управлению индивидуальным ресурсом цистерн в эксплуатации, а также методики по исследованию индивидуального ресурса вагонов при перевозке горячих грузов (пек).

Методика по определению остаточного ресурса цистерн с котлами из алюминиевых сплавов была предложена Битюцким Н.А. В работе [7] проведено исследование и оценка технического состояния котлов таких цистерн, влияние перевозимого груза при различных нагрузках в эксплуатации на прочность металла котла.

Анализ указанных публикаций позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время не существует методики оценки ресурсных возможностей цистерн, работающих в особо сложных условиях (перевозящих груз под высоким давлением). Между тем, это позволило бы для таких цистерн с недоиспользованным ресурсом работы разработать схему управления дальнейшим жизненным циклом.

Следовательно, решение этой важной задачи связано с необходимостью разработки методики проведения всего комплекса работ по испытаниям исследуемых цистерн и математических моделей для реализации расчетов по прочности и надежности конструкции, которые должны включать:

- алгоритм проведения работ по оценке технического состояния цистерны;
- расчетно-экспериментальный метод, основанный на результатах технической диагностики в режиме реального времени.

В общем виде этот вопрос был рассмотрен в [6], что позволило принять его в основу дальнейших исследований.

Цель статьи – разработка методики по оценке технического состояния цистерны парка промышленных предприятий.

Изложение основного материала. Представим решение задачи в формализованной форме:

$$\left. \begin{aligned} & \exists (S_B \in S; n p u Y_s \leq Y_{\Delta}, \text{ или } Y_s \geq Y_{\Delta}); \\ & D \Rightarrow (\sigma_{\max} \leq [\sigma], n \geq [n]); \\ & \{D; P\} \Rightarrow_{\Delta} T(P(T_{p\gamma}) \geq \Delta P(T_{p\gamma}) \vee P(T_{p\gamma}) \langle \Delta P(T_{p\gamma}) \rangle); \\ & ЛПР \Rightarrow (T_n = T_{\Delta} +_{\Delta} T) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где выражение $\exists(S_B \in S)$ означает, что существует транспортная система S химического промышленного предприятия, в которой эксплуатируется парк цистерн для перевозки сжиженных газов S_B ; $Y_s \leq Y_\Delta$ или $Y_s \geq Y_\Delta$ – условия эксплуатации для таких цистерн Y_s по результатам исследования отличаются от условий эксплуатации, на которые рассчитана конструкция цистерны при проектировании Y_Δ и характеризуются неравенствами. Данное условие принято на основании проведенных исследований [2] и заключается в том, что цистерны на промышленном предприятии эксплуатируются в разных режимах и имеют отличные от запланированных показатели использования.

С высокой вероятностью можно считать полученные по результатам технического диагностирования D параметры надежными, если выполняются условия прочности конструкции [8]:

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma], \quad (2)$$

$$n \geq [n], \quad (3)$$

где σ_{\max} и $[\sigma]$ – расчетное значение механических напряжений в точке конструкции цистерны, полученное по показаниям датчика тензометрирования, где возникают наибольшие напряжения, и допускаемые напряжения;

n и $[n]$ – фактический коэффициент запаса усталостной прочности и допускаемый коэффициент запаса усталостной прочности.

Техническое диагностирование D дает результат P наличия гамма-процентного остаточного ресурса $T_{p\gamma}$, либо его отсутствие. При этом, вероятность обеспечения ресурса имеет значение [9]:

$$P(T_{p\gamma}) = \int_{T_{p\gamma}}^{\infty} p(T_p) dT_p, \quad (4)$$

где $P(T_{p\gamma})$ - вероятность обеспечения ресурса, которая соответствует значению $\gamma/100$;
 T_p – наработка на предельное состояние (ресурс).

Поэтому, формализованная запись наличия ресурса имеет вид:

$$\{D; P\} \Rightarrow_{\Delta} T(P(T_{p\gamma}) \geq \Delta P(T_{p\gamma}) \vee P(T_{p\gamma}) (\Delta P(T_{p\gamma}))), \quad (5)$$

где \vee – знак дизъюнкции, который означает наступление одного из событий с высокой вероятностью;

T_n – новый срок эксплуатации;

T_Δ – срок службы, определенный документацией разработчика;

${}_{\Delta}T$ – продленный срок эксплуатации;

ЛПР – лицо, принимающее решение.

Эта модель выражает возможность определить безопасный срок службы при наличии гамма-процентного ресурса больше, либо равного техническому ресурсу соответствующего назначенному сроку службы.

Решение о возможности дальнейшей эксплуатации ЛПР осуществляет на основании результатов технической диагностики и экономической целесообразности. Диагностирование технического состояния включает в себя проведение испытаний цистерн. На основании данных результатов принимается согласованное с разработчиком документации и изготовителем рациональное решение:

- пролонгация срока эксплуатации;
- списание котла и рамы (прекращение эксплуатации цистерны и пополнение парка новой цистерной);
- модификация цистерны для перевозки другой номенклатуры грузов.

При выполнении работ по оценке технического состояния необходима процедура, включающая элементы технической диагностики на каждом этапе ее выполнения.

Для прогнозирования качества на требуемом уровне и надежности перевозочного про-

цесса, как на территории промышленного предприятия, так и внешних путях, необходим алгоритм выполнения работ по диагностике технического состояния. Данный алгоритм позволяет на основе диагностики и анализа текущего технического состояния обосновать дальнейший срок эксплуатации цистерны. Предлагаемый в статье алгоритм (рис. 2) формализует условия и этапы решения основных задач для оценки остаточного ресурса цистерн.

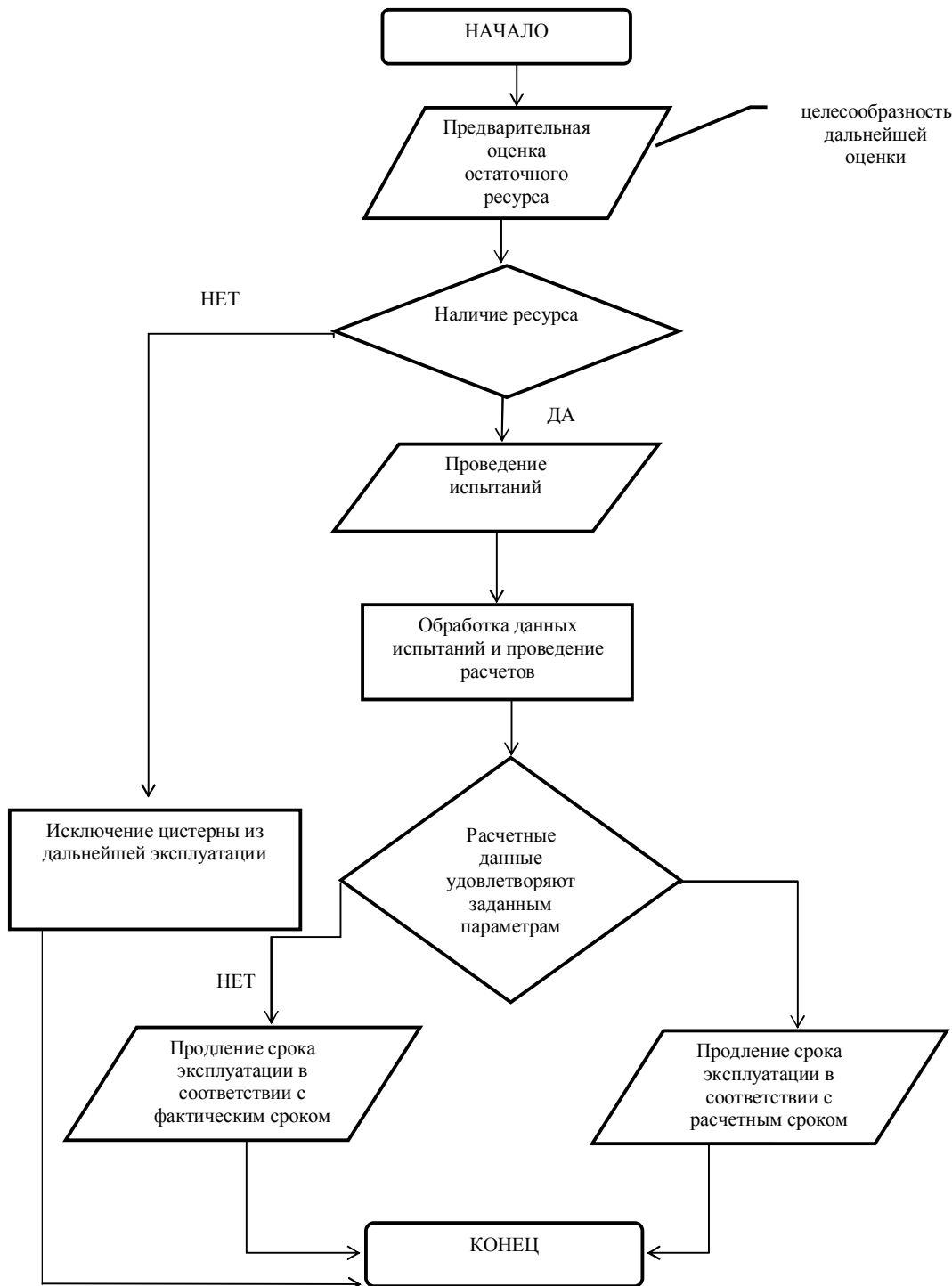


Рис. 2 – Алгоритм выполнения работ по оценке технического состояния цистерны

На основании комплекса полученных при диагностировании результатов, их анализа и проведенных расчетов, определяется величина остаточного ресурса.

В случае, если цистерна выдержала расчетное количество циклов динамических нагру-

зок, срок эксплуатации продлевается в соответствии с расчетным сроком, в противном случае, определяется остаточный ресурс в соответствии с количеством циклов динамических нагрузок на срок, при достижении которого возникло нарушение целостности конструкции, либо было достигнуто предельное состояние, то есть фактический срок эксплуатации, достигнутый при испытаниях.

Решение принимается в соответствии с итоговым экономическим эффектом от проведенных работ по оценке и восстановлению ресурса. При этом учитывают материальные затраты по разработанному комплексу работ, расходы на индивидуальный объем ремонта, направленный на восстановление, и последующие плановые виды ремонта в течение всего назначенного срока эксплуатации. В случае положительного решения, на заключительном этапе оформляют итоговое техническое решение и заключение экспертизы промышленной безопасности на конкретную цистерну, или принимают решение об экономической нецелесообразности определенного срока эксплуатации цистерны с последующей корректировкой объема и вида ремонта.

Выводы

1. В статье предложена методика по оценке технического состояния цистерны согласно следующим условиям:
 - 1) остаточный ресурс определяется для тех цистерн, назначенный срок службы которых истек;
 - 2) остаточный ресурс определяется на основании анализа условий эксплуатации и результатов обследования технического состояния каждой цистерны;
 - 3) определение остаточного ресурса необходимо проводить по нескольким критериям:
 - превышению напряжений в элементах металлоконструкции цистерны;
 - накоплению повреждений при малоцикловом нагружении (количество циклов при сливо-наливных операциях – около 40).
2. В статье предложено решение научно-практической задачи повышения ресурсных возможностей парка цистерн промышленных предприятий, для которых назначенный срок службы истек, с целью дальнейшей безопасной эксплуатации.
3. Сформулированный алгоритм оценки ресурса цистерн позволяет учитывать особенности конструкции специализированных цистерн; формализовать условия и этапы решения основных задач для оценки остаточного ресурса цистерн.

Список использованных источников:

1. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення) / Ю.В. Дьомін. – К. : Юнікон Прес, 2001. – 352 с.
2. Воропай В.С. Повышение ресурсных возможностей парка вагонов-цистерн промышленных предприятий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.12 / В.С. Воропай; ГВУЗ «ПГТУ». – Мариуполь, 2013. – 21 с.
3. Цистерны. (Устройство, эксплуатация, ремонт) : справочное пособие / В.К. Губенко [и др.]. – М. : Транспорт, 1990. – 151 с.
4. Положение о продлении сроков службы грузовых вагонов курсирующих в международном сообщении (Приложение №39) // Протокол 52 заседания Совета СНГ и Балтии от 13-14 мая 2010г.
5. Кельрих М.Б. Вибрационные испытания вагонов / М.Б. Кельрих, Г.А. Беспалов // Тез. докл. Всесоюз. конф. по вибрационной технике. – Кутаиси-Тбилиси, 1981. – С. 11.
6. Третьяков А.В. Продление сроков службы подвижного состава (история, текущее состояние, проблемы и перспективы) / А.В.Третьяков // Подвижной состав XXI: идеи, требования, проекты : Сб. науч. ст. / ПГУПС. – СПб., 2011. – С. 41-44.
7. Битюцкий Н.А. Совершенствование методов оценки и восстановления ресурса вагонов-цистерн с котлами из алюминиевых сплавов : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Н.А. Битюцкий; – СПб., 2009. – 20 с.
8. Долматов А.А. Динамика и прочность четырехосных железнодорожных цистерн : сборник научных трудов / А.А. Долматов, Н.Н. Кудрявцев. – Москва : Трансжелдориздат, 1963. – 124 с.
9. Губенко В.К. Обеспечение долговечности / В.К. Губенко. – Донецк : Донбасс, 1987. – 76 с.

Bibliography:

1. Demin J.V. Railway technology of international transport systems (freight) / J.V. Demin. – K. : Unicon Pres, 2001. – 352 p. (Ukr.)
2. Voropaj V.S. Increase of resource opportunities of the park of tank wagons of industrial enterprises : the abstract of the dissertation on competition of a scientific degree / V.S. Voropaj; State Higher Educational Institution «PSTU». – Mariupol, 2013. – 21 p. (Rus.)
3. Tanks. (a device, a maintenance, a repair) : a reference guide / V.K. Gubenko [and others]. – M. :Transport, 1990. – 151 p. (Rus.)
4. The provision extending the service life of freight cars plying in international traffic (Annex 39) // Protocol 52 meetings of the Council of the CNS and Baltic States from may 13-14, 2010. (Rus.)
5. Kelrih M.B. Vibration tests of cars / M.B. Kelrih, G.A. Bespalov // Abstracts of all-Union conference for vibration technique. –Kutaisi-Tbilisi, 1981. – P. 11. (Rus.)
6. Tretyakov A.V. Extending the service life of rolling stock (the history, the current status, problems and prospects) / A.V. Tretyakov // Rolling stock XXI: ideas, requirements, projects : Collection of scientific articles / Petersburg State University of Railway Transport. – St.-Petersburg, 2011. – P. 41-44. (Rus.)
7. Bityutsky N.A. Improvement of methods of assessment and resource recovery tank cars with boilers of aluminium alloys : the abstract of the dissertation on competition of a scientific degree : 05.22.07 / N.A. Bityutsky. – St.-Petersburg, 2009. – 20 p. (Rus.)
8. Dolmatov A.A. Dynamics and strength of four-axle railway tanks : proceedings / A.A. Dolmatov, N.N. Kudryavtsev. – Moscow : Transgeldorfizdat, 1963. – 124 p. (Rus.)
9. Gubenko V.K. Ensuring durability / V.K. Gubenko. – Donetsk : Donbass, 1987. – 76 p. (Rus.)

Рецензент: В.К. Губенко
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 03.11.2014

УДК 656.073

© Сизова Е.И.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА И РАЗРАБОТКА
МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРИЁМУ МАССОВОГО СЫРЬЯ
В УСЛОВИЯХ ДИНАМИКИ ВХОДЯЩЕГО ПОЕЗДОПОТОКА**

Установлены закономерности функционирования и идентифицированы параметры технологической линии по приёму и выгрузке маршрутов с сырьём при имеющей место динамике входящего поездопотока. На этой основе предложен метод и функциональная схема логистического управления переработкой поездопотока.

Ключевые слова: *поездопоток, транспортно-грузовой комплекс, управление, стохастический процесс.*

Сизова К.І. Дослідження закономірностей процесу й розробки методу управління функціонуванням технологічної лінії з прийому масової сировини в умовах динаміки вхідного поїздопоток. Встановлені закономірності функціонування та ідентифіковані параметри технологічної лінії з прийому та вивантаженню маршрутів з сировиною при наявній динаміці вхідного поїздопоток. На цій основі запропоновано метод та функціональна схема логістичного управління переробкою поїздопоток.

Ключові слова: *поїздопоток, транспортно-вантажний комплекс, управління, стохастичний процес.*

* ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, katigsi@mail.ru