

Технико-экономическое обоснование внедрения физико-механического метода осушки сжатого воздуха в пневматические системы вагонных эксплуатационных депо

Л.Ф. Риполь-Сарагоси, Т.Л. Риполь-Сарагоси

В условиях современного развития железнодорожной отрасли, неуклонно растущих требований к повышению экономических показателей, растут требования к повышению безопасности перевозочного процесса. Основная нагрузка в обеспечении безопасности движения поездов ложится на тормозные системы. Как известно, рабочим телом тормозных систем грузового подвижного состава является сжатый воздух. Сжатый воздух, подготавливаемый компрессорами вагонных эксплуатационных депо, содержит большое количество вредных примесей: продукты износа трущихся пар, окалину, ржавчину внутренних поверхностей труб, а самое главное – компрессорное масло и влагу, содержащуюся в атмосферном воздухе.

Все эти примеси попадают в тормозные магистрали и приборы поездов ввиду отсутствия подготовки сжатого в напорных магистралях устройств зарядки и опробования тормозов. Наряду с этими проблемами, возникающими в осенне-весенний период, случаются отказы в работе узлов УЗОТов по причине их перемерзания. Эти факторы напрямую влияют на надежность работы подвижного состава: снижение простоев, и, как следствие, сокращение числа внеплановых ремонтов.

Таким образом, внедрение физико-механического метода осушки сжатого воздуха позволяет говорить о реальных снижениях дополнительных затрат на ремонт, роста экономической эффективности перевозок железнодорожным транспортом, значительного повышения безопасности движения подвижного состава [1, 2].

Расчет капитальных затрат по внедрению технологии физико-механического метода подготовки сжатого воздуха

Затраты, связанные с разработкой и внедрением физико-механического метода подготовки сжатого воздуха для пневматических систем УЗОТ определяются по формуле:

$$B = B_{об} + B_{мон} + B_{нир}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1)$$

где $B_{об}$ – вложения на оборудования, тыс. руб.;

$B_{мон}$ – вложения на установку оборудования, тыс. руб.;

$B_{нир}$ - вложения на научно – исследовательские и проектно-конструкторские задания по реализации физико–механического метода подготовки сжатого воздуха, тыс. руб.

Стоимость оборудования для внедрения технологии физико-механического метода подготовки сжатого воздуха целесообразно представить в таблице 1.

Таблица 1. - Стоимость необходимого оборудования для внедрения физико-механического метода осушки сжатого воздуха

Наименование оборудование	Общее число ед/м.	Цена, тыс. руб.	
		Количество	Итого
Дросселирующий элемент	1	23	23
Резервуары с жалюзийными сепараторами	4	25	100
Клапан автоматической продувки с емкостью (8 л)	2	3	6
Всего, $K_{об}$			129

Стоимость монтажа целесообразно рассчитать исходя из 30% от цены оборудования:

$$B_{мон} = \frac{30 \cdot K_{об}}{100}, \text{ тыс. руб.}; \quad (2)$$

$$B_{мон} = \frac{30 \cdot 129,0}{100} = 38,7 \text{ тыс. руб.}$$

Оплата научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по разработке и внедрению физико–механического метода осушки сжатого воздуха принимается в размере 20% от стоимости комплекта оборудования:

$$V_{\text{НИР}} = \frac{20 \cdot K_{\text{об}}}{100}, 1000. \text{ руб.}; \quad (3)$$

$$V_{\text{НИР}} = \frac{20 \cdot 129,0}{100} = 25,8 \text{ 1000. руб.}$$

общая стоимость комплекта оборудования для реализации физико–механического метода осушки сжатого воздуха с учетом монтажа в пневматическую систему УЗОТ составит:

$$K = 129,0 + 38,7 + 25,8 = 193,5 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет эксплуатационных затрат при остановке и простое грузового поезда из-за отказа тормозной системы

а) Расчет эксплуатационных затрат на остановку одного грузового состава по причине отказа тормозной системы поезда рассчитывается методом расходных ставок. Для расчета расходов на одну остановку грузового состава целесообразно применять единичные расходные ставки для грузового движения по СКЖД на 2013 г. [3, 4].

Таблица 2 - Единичные расходные ставки по СКЖД в грузовом движении при электрической тяге на 2013 г.

Название измерителя	Расходная ставка, руб.
1	2
Вагоно-км	0,242
Вагоно-час	7,78
Бригадо-час локомотивных бригад	526,18
Киловатт - час движения поездов	2,62

Электровозо – км	8,01
Электровозо – час	163,52
Тонно-км (брутто)	0,013

Расчеты расходов во время одной остановки грузового поезда представим в таблице 3.

Таблица 3 - Определение укрупненной нормы расходов при остановке одного грузового поезда

Показатель	Формула лпределения	Величина измерител я	Расходная ставка, руб.	Расходы, руб., (гр.3 · гр. 4)
1	2	3	4	5
Бригадо-час локомотивных бригад	$\frac{t_{з.д}}{60}$	0,034	526,18	17,89
кВт - час электричества: а) на вводах тяговых подстанций	$3,8 \cdot (Q_{бр} + Q_{л}) \cdot V_T^2 \cdot k_3' / 10^6$	193,18	2,62	506,13
б) на пантографе электровоза	$3,8 \cdot (Q_{бр} + Q_{л}) \cdot V_T^2 \cdot k_3 / 10^6$	183,98	2,62	482,02
Итого, E _{ост}				1006,04

где V_T - величина скорости в момент начала торможения, км/ч, ($V_T = 50$);

k_3' - величина потребления электричества на вводах тяговых подстанций, кВт·ч, ($k_3' = 3,36$);

k_3 - величина потребления электричества на пантографе электровоза, кВт·ч, ($k_3 = 3,2$);

$t_{з.р.}$ – затраченное время на снижение скорости и разгон состава, мин, ($t_{з.р.} = 2 \dots 3$).

$Q_{бр}$ - величина средней массы состава (брутто), т ($Q_{бр} = 5860$);

$Q_{л}$ - масса электровоза, т ($Q_{л} = 192$).

б) определение эксплуатационных затрат для поездо-часа простоя грузового поезда по причине неисправности воздухораспределителей реализуется аналогичным методом расходных ставок [5].

Для наглядности расчета эксплуатационных затрат на 1 поездо-час простоя грузового поезда представим в виде таблице 4.

Таблица 4 - Расчет укрупненной нормы эксплуатационных затрат на 1 поездо-час простоя грузового поезда

Показатель	Формула для расчета	Величина измерителя	Расходная ставка, руб.	Расходы, руб. (гр.3 · гр. 4)
1	2	3	4	5
Вагонно-км	m	72	0,242	17,42
Вагонно-час	$m/V_{уч}$	1,617	7,78	12,58
Электровозо-км	$(1+\varphi_{всп})((1/V_{уч})+t_{л})$	0,052	8,01	0,41
Бригадо-час поездных электровозных бригад	$(1+\varphi_{л})((1/V_{уч})+t_{БР})$	0,034	526,18	17,89
Киловатт - час потребления электричества	a_3	100	2,62	262
Итого, $E_{пр}$				310,3

где m – количество вагонов, входящих в состав поезда, ($m = 72$);

$V_{уч}$ – величина скорости движения на участке, км/ч, ($V_{уч} = 44,55$);

$\varphi_{всп}$ - коэффициент, отражающий отношение пройденных км вторыми локомотивами, эксплуатирующиеся по системе многих единиц, для двойной тяги и подталкивания, к количеству пройденных км локомотивами, следующими в голове поездов; на электрической тяге - $\varphi_{всп} = 0,112$;

$\varphi_{л}$ - коэффициент, отражающий отношение пройденных км электровозами для двойной тяги и подталкивания к пробегу электровозов, находящихся в голове поездов; на электрической тяге; $\varphi_{л} = 0,030$;

$t_{\text{л}}$ - простой электровозов, отнесенный к 1 км пробега электровозов, чел./электровозово-км $t_{\text{л}} = 0,023$;

$t_{\text{бр}}$ - вспомогательная работа поездных бригад (на прием, сдачу локомотива и другие операции), приходящаяся на 1 км линейного пробега, ч/км. $t_{\text{бр}} = 0,01$;

a_3 - удельный расход электроэнергии на 1 час простоя, кВт/ч; $a_3 = 100$.

Общие затраты, связанные с остановкой и простоем грузового состава [6]:

$$Z_{\text{ост, прост}} = Z_{\text{ост}} + Z_{\text{пр}} \cdot t, \text{ руб.}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{ост}}$ – затраты на остановку грузового поезда, руб.;

$Z_{\text{пр}}$ - затраты на 1 поездо-час простоя, руб.;

t - время простоя поезда из-за неисправности тормозного оборудования вагонов, поездо-час., ($t = 0,45 \dots 3,0$).

$$Z_{\text{ост, прост}} = 1006,04 + 310,3 \cdot 1,5 = 1471,49 \text{ руб.}$$

в) Эксплуатационные затраты на организацию ремонта тормозного оборудования определяются на основе определения эксплуатационных затрат участка депо по ремонту вагонов и предполагаемой программы ремонта.

К эксплуатационным затратам периодического текущего ремонта тормозного оборудования вагонов следует отнести следующие элементы затрат: оплата труда сотрудникам, страховые платежи, затраты на материалы, затраты электроэнергии и прочие затраты.

Исходя из сведений экономического отдела ВРК-1 средняя себестоимость деповского ремонта тормозного оборудования принимается 567,68 руб., следовательно, суммарные годовые эксплуатационные затраты, вызванные остановкой, простоем, снижением плановых и внеплановых ремонтов [7], составят

$$Z_1 = (Z_{\text{ост, прост}} + Z_{\text{рем}}) \cdot N/1000, \text{ тыс.руб.}, \quad (5)$$

где $Z_{\text{ост, прост}}$ – затраты на остановку и простой грузового поезда, руб.;

$Z_{\text{рем}}$ – затраты на плановый и внеплановым деповской ремонт тормозного оборудования вагонов, руб.;

N – количество задержанных поездов за календарный год из-за отказа тормозного оборудования вагонов, поездов, (190).

$$Z_1 = (1471,49 + 567,58) \cdot 190/1000 = 387,42 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, реализация физико-механического метода подготовки сжатого воздуха для пневматических систем УЗОТ в условиях ПТО позволит значительно сократить количество отказов в пути следования, снизить загруженность части поездов, осуществить дополнительные перевозки и уменьшить эксплуатационные затраты на 387,42 тыс. руб. и сэкономить:

- вагоно-часы, в размере

$$\Delta Nt = m \cdot t_{\text{п-ч}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{п-ч}}$ – годовые поездо-часы задержки, $t_{\text{п-ч}} = 285$.

$$\Delta Nt = 72 \cdot 285 = 20520 \text{ вагоно-часов;}$$

- электровозо-часы, в размере

$$\Delta Mt = t_{\text{п-ч}}, \quad (7)$$

$$\Delta Mt = 285 \text{ электровозо-часов.}$$

Общая экономия за счет реализации физико-механического метода подготовки сжатого воздуха с учетом 95%-ного сокращения простоев, отказов в пути следования [8, 9], составит:

$$\Delta Z = (Z_1 + (\Delta Nt \cdot e_{\text{в-ч}} + \Delta Mt \cdot e_{\text{л-ч}})/1000) \cdot \frac{95}{100}, \text{ тыс. руб.}, \quad (8)$$

где $e_{\text{в-ч}}$ – единичная расходная ставка вагоно-часа в грузовом движении по СКЖД на 2013 г, руб.;

$e_{л-ч}$ - единичная расходная ставка электровозо-часа в грузовом движении по СКЖД на 2013 г., руб.

$$\Delta Z = (387,42 + (20520 \cdot 7,78 + 285 \cdot 163,52)/1000) \cdot \frac{95}{100} = 563,98 \text{ тыс. руб.}$$

3 Определение общего годового экономического эффекта от внедрения физико–механического метода подготовки сжатого воздуха для УЗОТов в пневматических системах ПТО вагонных эксплуатационных депо

Использование физико–механического метода подготовки сжатого воздуха для систем УЗОТ в пневматических системах УЗОТ ПТО вагонных эксплуатационных позволяет получить годовой экономический эффект [10]:

$$\mathcal{E}_r = \Delta Z - r \cdot K, \text{ тыс. руб.}, \quad (9)$$

где ΔZ - общее снижение эксплуатационных затрат благодаря

реализации физико– механического метода подготовки сжатого воздуха в пневматических системах УЗОТ ПТО, тыс. руб.;

r - коэффициент эффективности использования капитальных вложений, (0,15);

K – общая стоимость оборудования для реализации физико–механического метода осушки сжатого воздуха в условиях ПТО, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_r = 563,98 - 0,15 \cdot 193,5 = 534,95 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости всего комплекта оборудования для реализации физико–механического метода осушки сжатого воздуха составит:

$$T_{ок} = 12 \cdot \frac{K}{\Delta E}, \text{ мес.}, \quad (10)$$

$$T_{ок} = 12 \cdot \frac{193,5}{563,98} = 4,1 \text{ мес.}$$

Таким образом, годовой экономического эффекта от внедрения физико–механического метода подготовки сжатого воздуха в пневматические системы УЗОТ ПТО вагонных эксплуатационных депо составит 534,95 тыс. руб. со сроком окупаемости 4,1 месяца. Внедрение предлагаемой технологии не только целесообразно с точки зрения безопасности движения, но и принесет дополнительный экономический эффект.

Список литературы:

1. Риполь-Сарагоси, Т.Л., Риполь-Сарагоси Л.Ф. Оценка и анализ конкурентоспособности различных методов осушки сжатого воздуха [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (Часть 2). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1401> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Риполь-Сарагоси, Л.Ф. К вопросу об осушке сжатого воздуха на подвижном составе и предприятиях ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2008, №2. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2008/70> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Грибов В.Д., Грузинов В.П. Экономика предприятия [Текст]: Учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. – С.331 – 333.
4. Якунин В.И. Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 г. – инфраструктурный фундамент экономического роста и повышения качества жизни в стране [Текст]// Железнодорожный транспорт, Научный журнал, 2007. – № 12. – С.7-14.
5. Federal Railroad Administration (FRA), Department of Transportation (DOT) Qualification and Certification of Locomotive Engineers 49CFR240.3 [Электронный ресурс] // «U.S. Government Printing Office Bookstore»,

1999, October 1, 49CFR240.3 page 235–239 – Режим доступа: <http://www.gpo.gov/fdsys/granule/CFR-1999-title49-vol4/CFR-1999-title49-vol4-part240/content-detail.html> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. англ.

6. О федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России в 2010-2015 годах» [Электронный ресурс]// Официальный сайт Министерства Транспорта Российской Федерации постановление от 5 декабря 2001 г. N 848 – Режим доступа http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?FOLDER_ID=204 (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

7. «Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года» [Электронный ресурс]// Официальный сайт Министерства Транспорта Российской Федерации постановление от 17 июня 2007 г. N 877-р – Режим доступа http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009 (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

8. Шмелёв, А.В. Создание тарифных условий для использования собственного вагонного парка грузовладельцами и компаниями-операторами [Текст]// Пути повышения эффективности функционирования железных дорог на транспортном рынке России: Сб. науч. тр. Под ред. Л.А. Мазо – М.: Интекст, 2000. – С.62 – 78.

9. Шкурина, Л.В. Экономика труда и система управления трудовыми ресурсами на железнодорожном транспорте [Текст]: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта: Монография / Л.В. Шкурина и др. – Москва: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2007. – С. 115-117.

10. Oppenheimer P., Moser N. Privatisation of railway transport in Britain // Modern railways. – 1999. – № 4. – P.168-169.