

УДК 621.642.39.03

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ БЕЗ СНЯТИЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

¹Тиханов Е.А., ²Тарасенко А.А., ²Чепур П.В.

¹ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: tjohn90@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,

Тюмень, e-mail: a.a.tarasenko@gmail.com; chepur@me.com

Рассмотрены особенности применения метода диагностического обследования вертикальных стальных резервуаров без снятия защитного покрытия. Сформирована модель и определены базовые параметры оценки экономической эффективности проведения диагностики. Проведена оценка экономической эффективности применения современного метода обследования РВС. Обоснована высокая экономическая эффективность нового технологического метода в сравнении с традиционным методом. Установлено, что преимущество применения инновационного метода диагностики в сравнении с традиционным методом проявляется в полной мере при необходимости обслуживания большого парка резервуаров. Рассчитано, что при заданных расчетных параметрах экономия использования предложенного авторами метода в долгосрочной перспективе составляет 1773,2 млн руб. по сравнению с традиционным. Применение нового технологического метода – технологии диагностирования РВС без снятия защитного покрытия, позволяет снизить совокупные затраты на проведение диагностики с учетом дисконта в 8,7 раза. Получены зависимости дисконтированного объема затрат на приобретение оборудования и последующую диагностику вертикальных стальных резервуаров от времени эксплуатации РВС.

Ключевые слова: экономическая эффективность, экономия затрат, резервуар, диагностика

ECONOMIC EFFICIENCY ANALYSIS OF DIAGNOSTIC METHOD OF VERTICAL STEEL TANKS WITHOUT REMOVING THE PROTECTIVE COVERAGE

¹Tikhanov E.A., ²Tarasenko A.A., ²Chepur P.V.

¹Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,

Ekaterinburg, e-mail: tjohn90@mail.ru;

²Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: a.a.tarasenko@gmail.com, chepur@me.com

Considered the features of applying the method of vertical steel tanks diagnostic examination without removing the protective coating. Formed the model and defined the basic parameters of the diagnostic economic efficiency evaluation. Assessed the cost-effectiveness of a new vertical steel tanks survey method. Substantiated high economic efficiency of new technological method in comparison with the traditional method. It is found that the advantage of the use of innovative methods of diagnosis in comparison with the conventional method is shown in full, if necessary, serve a large fleet of tanks. It is calculated that for a given design parameters savings of the proposed method by the authors in the long term is 1773200000 Rub. compared with the traditional. Application of a new technological method – technology tank diagnosis without removing the protective coating helps reduce the total cost of carrying out the diagnosis based on the discount of 8,7 times. The dependences of the discounted amount of the cost of acquisition of equipment and diagnosis of vertical steel tanks from the time of operation.

Keywords: economic efficiency, cost savings, aboveground tank, diagnostics

Для обеспечения условий надежной и безопасной работы системы трубопроводного транспорта нефти необходимо своевременное проведение и организация работ по технической диагностике её основных элементов [10]. Крупногабаритные вертикальные стальные резервуары, являясь неотъемлемым звеном в технологической цепочке трубопроводного транспорта нефти, должны находиться в безотказном состоянии весь период эксплуатации. Для этого в отечественных отраслевых регламентах определены сроки и объемы регулярного диагностического обследования РВС. Проведение полной технической диагностики резервуара осуществляется

в среднем с периодичностью не менее одного раза в десять лет, а частичной – одного раза в пять лет.

Выполнение полной технической диагностики включает в себя: визуальный измерительный контроль (ВИК), ультразвуковую толщинометрию (УЗТ), ультразвуковое сканирование (УК), магнитный контроль (МК), радиографический контроль (РК), акустико-эмиссионный контроль (АЭК). При этом использовании традиционного метода до 80% затрат на проведение полного диагностического обследования РВС связано с работами по снятию и восстановлению антикоррозионного покрытия. Однако развитие методов

проведения неразрушающего контроля, современное оборудование с новейшим программным обеспечением позволяют проводить диагностику резервуаров без снятия защитного покрытия с заданной точностью и качеством согласно НТД. Сравнительная таблица последовательности проведения диагностики традици-

онным и инновационным методами представлена ниже.

Как видно из табл. 1, применение первого метода требует гораздо большего числа операций, соответственно, большего объема трудозатрат, расхода материалов, как следствие, конечная стоимость работ также будет значительно выше.

Таблица 1

Сравнение этапов проведения диагностики традиционным и инновационным методами

Традиционный метод	Инновационный метод
1. Зачистка до чистого металла поверхности стенки РВС. 2. Проведение всех видов неразрушающего контроля в объеме, предписанном НТД. 3. Подготовка резервуара к проведению работ по восстановлению защитного покрытия. 4. Обезжиривание окрашиваемой поверхности. 5. Струйно-абразивная обработка поверхности. 6. Обеспыливание поверхности. 7. Окраска наружной поверхности резервуара в 3 слоя. 8. Нанесение логотипа и № РВС. 9. Контроль качества ЛКП	1. Очистка поверхности от загрязнений, снега, наледи без повреждения защитного АКП. 2. Проведение всего комплекса диагностики методами неразрушающего контроля в объеме, предписанном НТД, без снятия АКП

В целях оценки целесообразности приобретения специализированного технического комплекса, состоящего из оборудования и программного обеспечения, позволяющего проводить полную техническую диагностику вертикальных стальных резервуаров без нарушения целостности защитного покрытия, и последующего применения современного метода диагностического обследования резервуаров авторами проведен сравнительный анализ эффективности традиционного и инновационного (предлагаемого авторами) методов. Основной статьей затрат при использовании традиционного метода являются расходы, связанные с удалением и восстановлением антикоррозионного покрытия. Применение новой технологии до 9 раз снижает расходы эксплуатирующей организации на диагностику резервуаров в зависимости от типоразмера РВС.

При расчете экономической эффективности диагностического обследования резервуаров без снятия защитных покрытий (табл. 2) приняты следующие параметры:

1. Рассматривается инвестиционная фаза, заключающаяся в приобретении необходимого технологического оборудования, и последующий восьмилетний период диагностики и эксплуатации парка резервуаров.

2. Ежегодно производится диагностика 20 резервуаров, включая 5 резервуаров РВС-5000, 10 – РВС-10000, 5 – РВС-20000.

3. Стоимость работ по проведению комплексной диагностики РВС основных типоразмеров представлена на рис. 1.

4. Средний объем годовых поступлений от эксплуатации резервуара за вычетом текущих издержек составляет 50 млн рублей.

5. Шаг расчета – 1 год.

6. Ставка дисконтирования принимается на уровне 14% при 100% доле вложения собственных средств [1].

Необходимо отметить, что для проведения диагностики РВС без снятия защитного покрытия требуется оборудование согласно стандартному перечню, а также дополнительные комплексы. В состав стандартного оборудования входит:

– толщиномер ультразвуковой NDT MG2/D799 «Panametrics»;

– УЗ установка «Сканер»;

– толщиномер магнитный МТ2007;

– дефектоскоп электроискровой Крона 2-И;

– рентген-аппарат Арина-5 и др.

В состав дополнительного оборудования, необходимого для реализации методики, разработанной авторами, входит:

– УЗ измерительная установка с технологией ФАР «OmniScan»;

– оборудование для акустической эмиссии: системы «Disp», «Samos», преусилители и преобразователи «РАС»;

– магнитный дефектоскоп Интрокор М150.

Проведенный анализ демонстрирует, что затраты, связанные непосредственно с проведением диагностики вертикальных стальных резервуаров инновационным методом (без снятия АКП), на 1773,2 млн рублей или в 8,7 раза меньше аналогичных затрат при осуществлении диагностического обследования традиционным методом. Эф-

фekt от применения инновационного метода в полной мере проявляется при необходимости обслуживания большого парка резервуаров. При этом, чем больше количество резер-

вуаров, для которых необходимо проводить диагностику, тем более значительные выгоды приносит использование более технологичного метода, что демонстрирует рис. 2.

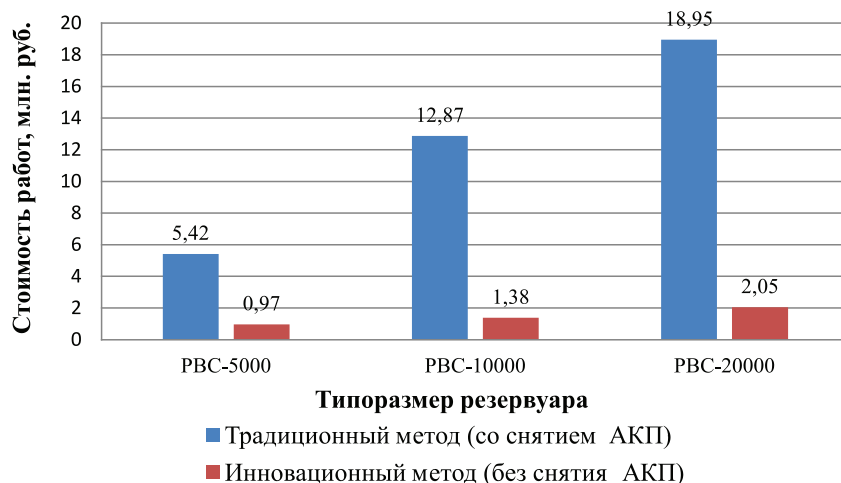


Рис. 1. Сравнение стоимости проведения комплексной диагностики PBC для заказчика традиционным и инновационным методами

Таблица 2

Сравнительный анализ эффективности применения традиционного (со снятием АКП) и инновационного (без снятия АКП) методов диагностического обследования вертикальных стальных резервуаров

Показатели	Ед. изм.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Итого
Денежные потоки по проекту диагностики резервуара											
– затраты на дополнительное оборудование											
I. Инновационный метод (без снятия АКП)	млн руб.	7,7									7650
II. Традиционный метод (со снятием АКП)	млн руб.	0									0
– затраты на проведение диагностики											
I. Инновационный метод	млн руб.		28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	231,2
II. Традиционный метод	млн руб.		250,6	250,6	250,6	250,6	250,6	250,6	250,6	250,6	2004,4
Денежные потоки в результате эксплуатации резервуара	млн руб.		1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	8000,0
Итого чистый денежный поток											
I. Инновационный метод	млн руб.	-7,7	971,1	971,1	971,1	971,1	971,1	971,1	971,1	971,1	7768,8
II. Традиционный метод	млн руб.	0	749,5	749,5	749,5	749,5	749,5	749,5	749,5	749,5	5995,6
Ставка дисконтирования	%	14									
Коэффициент дисконтирования		1,00	0,88	0,77	0,67	0,59	0,52	0,46	0,40	0,35	
Денежный поток с учетом дисконтирования											
I. Инновационный метод	млн руб.	-7,7	851,8	747,2	655,5	575,0	504,4	442,4	388,1	340,4	4504,8
II. Традиционный метод	млн руб.	0	657,4	576,7	505,9	443,7	389,2	341,4	299,5	262,7	3476,6

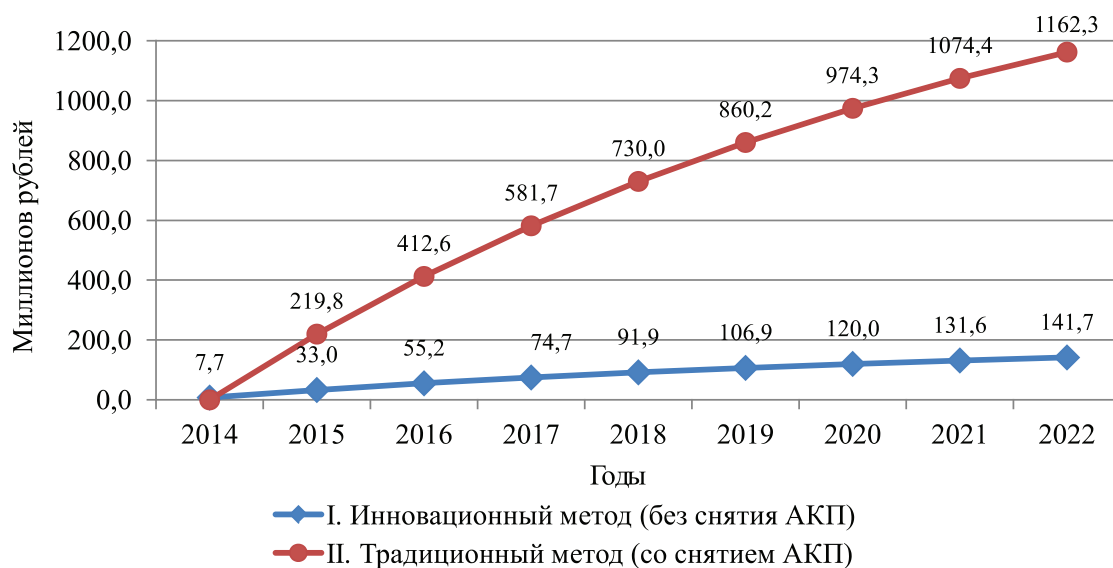


Рис. 2. Дисконтированный объем затрат на приобретение оборудования и последующую диагностику вертикальных стальных резервуаров

Совокупный денежный поток эксплуатирующей организации с учетом дисконтирования за 9 рассматриваемых лет при сумме первоначальных инвестиций в оборудование, равной 7,7 млн рублей, в случае применения инновационного метода будет на 29,4% или 1020,6 млн рублей превышать соответствующий показатель при использовании традиционного метода диагностики резервуаров.

Подводя итог, можно говорить о том, что, вкладывая сравнительно небольшой объем средств в приобретение нового технологического оборудования, позволяющего производить диагностику вертикальных стальных резервуаров без удаления антикоррозийного покрытия, эксплуатирующие организации получают экономический эффект от экономии на затратах, в десятки и даже в сотни раз превышающий размер осуществленных инвестиций.

Выводы

1. Авторами в [9] разработан современный метод диагностики вертикальных стальных резервуаров, позволяющий проводить обследование РВС без снятия защитного покрытия с заданной точностью и качеством, не уступающим традиционному методу. На основании данной разработки выполнен анализ её экономической эффективности и целесообразности применения.

2. Эффективность применения инновационного метода диагностики в сравнении с традиционным методом проявляется в полной мере при необходимости обслужи-

вания большого парка резервуаров. При заданных расчетных параметрах (табл. 2) экономия использования предложенного авторами метода в долгосрочной перспективе составляет 1773,2 млн руб. по сравнению с традиционным.

3. Применение нового технологического метода – диагностирования РВС без снятия защитного покрытия, позволяет снизить совокупные затраты на проведение диагностики с учетом дисконта в 8,7 раза.

4. Получены зависимости дисконтированного объема затрат на приобретение оборудования и последующую диагностику вертикальных стальных резервуаров от времени эксплуатации РВС.

5. Рассчитан совокупный денежный поток эксплуатирующей организации при использовании как традиционного, так и инновационных методов для полного технического диагностирования резервуаров.

Список литературы

1. Криворотов В.В., Калина А.В., Третьяков В.Д., Тиханов Е.А., Парфенов К.Е. Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. – Екатеринбург, 2013. – № 4. – С. 61–76.
2. Тарасенко А.А., Саяпин М.В. Результаты статистической обработки измерений неравномерных осадок наружного контура днища вертикальных стальных резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 1999. – № 1. – С. 52–56.
3. Тарасенко А.А., Тюрин Д.В. Моделирование нефтяных стальных цилиндрических резервуаров // Известия вузов «Нефть и газ». – Тюмень, 2001. – № 4. – С. 65–69.
4. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Деформирование верхнего края оболочки при развитии неравно-

мерных осадок резервуара // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–3. – С. 485–489.

5. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование изменения напряженно-деформированного состояния вертикального стального резервуара при развитии неравномерной осадки наружного контура днища // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–15. – С. 3409–3413.

6. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Обоснование необходимости учета истории нагружения конструкции при ремонте фундамента с подъемом резервуара // *Безопасность труда в промышленности*. – 2014. – № 5. – С. 60–63.

7. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В., Тарасенко Д.А. Модель резервуара в среде ANSYS Workbench 14.5 // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–15. – С. 3404–3408.

8. Тиханов Е.А., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Оценка экономической эффективности капитального ремонта основания вертикального стального резервуара методом перемещения // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–2. – С. 330–334.

9. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Шарков А.Е., Греченко Д.А. Технология диагностики вертикальных стальных резервуаров без снятия антикоррозионного покрытия // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9–8. – С. 1703–1708.

10. Тарасенко М.А., Сильницкий П.Ф., Тарасенко А.А. Анализ результатов дефектоскопии коррозионных повреждений резервуаров // *Известия вузов «Нефть и газ»*. – Тюмень, 2010. – № 5. – С. 78–82.

11. Хоперский Г.Г., Саяпин М.В., Тарасенко А.А. Расчет прочности фундаментного кольца резервуара при воздействии сосредоточенной нагрузки от подъемного устройства // *Известия вузов «Нефть и газ»*. – Тюмень, 1998. – № 2. – С. 60–64.

12. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Влияние параметров неравномерной осадки на возникновение предельных состояний в резервуаре // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8–7. – С. 1560–1564.

13. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Методика определения необходимости ремонта резервуара при осадках основания // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8–6. – С. 1336–1340.

14. Чепур П.В., Тарасенко А.А., Тарасенко Д.А. Исследование влияния величины выступа окрайки на напряженно-деформированное состояние вертикального стального цилиндрического резервуара при развитии неравномерной осадки наружного контура днища // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–15. – С. 3441–3445.

15. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Конечнo-элементная модель вертикального стального резервуара с усиливающими элементами при его подъеме гидродомкратами // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9–5. – С. 1003–1007.

References

1. Krivorotov V.V., Kalina A.V., Tretjakov V.D., Tihanov E.A., Parfenov K.E. *VestnikURFU – «Academic news UrFU. Economics and management series»*, 2013, no. 4, pp. 61–76.

2. Tarasenko A.A., Sajapin M.V. *Izvestijavuzov.Neftigaz*. 1999, no.1, pp. 52–56.

3. Tarasenko A.A., Turin D.V. *Izvestijavuzov.Neftigaz*. 2001, no.4, pp. 65–69.

4. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2014, no. 6–3, pp. 485–489.

5. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Fundamental research*, 2013, no. 10–15, pp. 3409–3413.

6. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V. *Bezopasnost »trudavpromyshlennosti*, 2014, no. 5, pp. 60–63.

7. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Chirkov S.V., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no. 10–15, pp. 3404–3408.

8. Tihanov E.A., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no. 6–2, pp. 330–334.

9. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Sharkov A.E., Gretchenko D.A. *Fundamental research*, 2014, no. 9–8, pp. 1703–1708.

10. Tarasenko M.A., Silnitskiy P.F., Tarasenko A.A. *Izvestijavuzov.Neftigaz*. 2010, no. 5, pp. 78–82.

11. Hoperskiy G.G., Sajapin M.V., Tarasenko A.A. *Izvestijavuzov.Neftigaz*. 1998, no. 2, pp. 60–64.

12. Chepur P.V., Tarasenko A.A. *Fundamental research*, 2014, no. 8–7, pp. 1560–1564.

13. Chepur P.V., Tarasenko A.A. *Fundamental research*, 2014, no. 8–6, pp. 1336–1340.

14. Chepur P.V., Tarasenko A.A., Tarasenko D.A. *Fundamental research*, 2013, no. 10–15, pp. 3441–3445.

15. Chirkov S.V., Tarasenko A.A., Chepur P.V. *Fundamental research*, 2014, no. 9–5, pp. 1003–1007.

Рецензенты:

Соколов С.М., д.т.н., профессор кафедры «ТУР», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Мерданов Ш.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 06.10.2014.