

Исследование косвенных методов определения физического износа машин и оборудования

В оценочной практике одним из наиболее сложных вопросов стоимостной оценки машин и оборудования является определение износа. Достоверность результата оценки зависит от точности определения его величины, так как износ является существенным фактором, влияющим на стоимость машины. В настоящий момент величина износа рассчитывается с помощью различных методов, каждый из которых строится на основании исторических сведений имеющихся у оценщика об эксплуатации объекта оценки с учетом целей проведения оценки. Износ включает в себя три вида: физический, функциональный и экономический. В настоящей статье, автор исследует методы определения двух видов износа: физического и функционального, сопровождая исследование, практическим примером, делая при этом соответствующее заключение. В статье представлено краткое описание существующих на сегодняшний день часто применяемых в оценочной практике методов определения физического и функционального износов, их достоинства и недостатки. Автор на простом практическом примере представляет расчет величины физического и функционального износов различными методами, тем самым показывая различные результаты, получаемые в рамках каждого метода, отражая, таким образом, специфику каждого метода. Так как каждый метод, имея свои достоинства, позволяет более точно определить износ в какой-то конкретной ситуации для определенного типа машин и оборудования. Но не стоит забывать и про недостатки каждого метода, которые необходимо так же учитывать.

Введение

Известно, что в оценочной практике износ – это показатель обесценения объекта оценки к его абсолютно новому аналогу. Износ имеет стоимостное выражение и состоит из трех видов: физического, функционального (морального) и экономического (внешнего). Сумму трех видов износа в оценочной практике принято называть не просто износом, а совокупным износом.

Для определения каждого вида износа существует ряд методов, которые широко используются оценщиками, но, к сожалению далеко не все методы отражают реальную величину износа. Так, например, для определения физического износа на практике оценщиками используется более семи методов, так же разработано несколько различных методов для определения функционального и экономического износов. Многие из этих методов

опубликованы известными авторами в области оценки в учебных пособиях таких как: «Особенности оценки стоимости машин и оборудования» под общей редакцией М.А. Федотовой (2006г.), «Оценка стоимости машин и оборудования» под общей редакцией В.П. Антонова (2005г.) и «Оценка машин и оборудования» под общей редакцией М.А. Федотовой (2011г.).

При определении износа, очень важно сделать правильный вывод: какой из существующих методов наиболее точно отражает величину износа на момент оценки? Все ли основные стоимостнообразующие показатели технического состояния и функциональности учитывает выбранный оценщиком метод и как они повлияют на расчет величины износа? На эти вопросы автор делает попытку разобраться в данной статье.

Физический износ – как показатель обесценения объекта оценки

И так, по состоянию на сегодняшний день существует множество различных методов для определения физического износа. В оценочной практике существуют прямые и косвенные методы определения физического износа. В рамках настоящей статьи рассмотрено шесть наиболее часто используемых на практике косвенных методов:

- Ø Нормативного срока службы;
- Ø Хронологического возраста;
- Ø Эффективного возраста;
- Ø Средневзвешенных частей машины;
- Ø Ухудшения диагностического параметра;
- Ø Экспертных оценок.

Метод нормативного срока службы

Метод основан на отношении эффективного возраста (ЭВ) и нормативного срока службы (НСС). Под эффективным возрастом понимается календарная продолжительность срока службы машины от даты изготовления (даты ввода в эксплуатацию) до даты оценки. Под нормативным сроком службы понимается календарная продолжительность эксплуатации машины от момента ее изготовления (даты ввода в эксплуатацию) до наступления предельного для ее функциональной эксплуатации состояния. Нормативный срок службы устанавливается предприятием-изготовителем (в отдельных случаях экспертами).

Коэффициент физического износа рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{физ}} = \frac{\text{ЭВ}}{\text{НСС}} \times K_{\text{заг}}, \text{ где:} \quad (1)$$

$K_{\text{физ}}$	– коэффициент физического износа;
ЭВ	– эффективный возраст (месяцев);
НСС	– нормативный срок службы (месяцев).
$K_{\text{заг}}$	– коэффициент загрузки машины.

Если же в расчете физического износа принимается дата ввода в эксплуатацию, то необходимо убедиться в том, что машина от даты выпуска до ввода в эксплуатацию находилась в законсервированном состоянии или была на хранении в соответствии с техническими требованиями и условиями.

Сведения о работе машины для расчета коэффициента загрузки предоставляются эксплуатационными службами. Если же этих сведений нет, то коэффициент загрузки не учитывается в расчете. В отдельных случаях изучив техническое состояние машины и на основании экспертного мнения можно сделать вывод о степени загруженности машины в процессе ее эксплуатации.

Достоинство метода: прост в расчете, имеет универсальность применения.

Недостаток метода: невозможность применения для объектов, имеющих эффективный возраст, выше нормативного срока службы, находящихся при этом в хорошем состоянии.

Метод хронологического возраста (Метод линейной зависимости износа от хронологического возраста)

Метод хронологического возраста¹ и метод линейной зависимости износа от хронологического возраста² описаны в учебных пособиях с коррекцией возраста машины с применением ЕНАО или кодов ОКОФ.

В настоящей статье, автор предлагает ориентироваться только на нормативный срок службы, установленный заводом, не прибегая к корректировкам ЕНАО или ОКОФ, а хронологический возраст (ХрВ) корректировать на значения, зависящие от режимов эксплуатации машины. Хронологический возраст – это возраст от даты изготовления (даты ввода) машины, до даты оценки. Так же хронологический возраст является периодом эксплуатации машины в определенных условиях. Например, машина эксплуатировалась с 01.03.2004г. до 01.05.2008г. в трех сменном режиме, а в период с 01.05.2009г. до 01.05.2010 машина эксплуатировалась в одну смену и т.д. Таким образом, на протяжении жизненного цикла машины различных периодов эксплуатации может быть целое множество, и мы

¹ Основы оценки стоимости машин и оборудования. Учебник Под ред. М.А. Федотовой. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 288 с.

² Оценка машин и оборудования. Учебник Под ред. М.А. Федотовой. – М.: Альфа - М: ИНФРА-М, 2011. – 333 с.

получим несколько периодов с различной эксплуатацией машины. Суммировав их, получим хронологический возраст, зависимый непосредственно от эксплуатации машины.

Для реализации метода необходима информация о том, в каких режимах и с какой нагрузкой эксплуатировалась машина от даты изготовления (даты ввода в эксплуатацию) до момента оценки.

Формула для расчета физического износа выглядит следующим образом:

$$K_{\text{физ}} = \frac{XpB_1 + XpB_2 + \dots + XpB_n}{HCC}, \quad (2)$$

где:

- $K_{\text{физ}}$ – коэффициент физического износа;
- $XpB_{1;2;\dots;n}$ – хронологический возраст (месяцев);
- HCC – нормативный срок службы (месяцев).

Далее, каждый период необходимо скорректировать на зависимость эксплуатации машины:

$$XpB \times K_1 \times K_2, \text{ где:} \quad (3)$$

- K_1 – Корректирующий коэффициент, учитывающий сменность работы машины;
- K_2 – Корректирующий коэффициент, учитывающий степень загрузки машины.

Корректирующий коэффициент, учитывающий сменность работы машины (K_1) имеет значения: 0,6 – при односменной работе; 1 – при двухсменной работе; 1,3 – при трехсменной работе машины.

Корректирующий коэффициент, учитывающий степень загрузки машины (K_2) имеет значения: 1,4 – при работе в основном производстве массового типа; 1 – при работе в основном производстве единичного типа; 0,5 – при работе во вспомогательном и опытном производстве.

Достоинство метода: позволяет наиболее обоснованно судить о величине износа машин, конструкция которых предусматривает двух сменный режим эксплуатации как нормальный режим работы машины.

Недостаток метода: отсутствие исторических сведений о режимах работы машины сдерживает реализацию метода на практике.

Метод эффективного возраста

Метод предполагает экспертное (группой специалистов) определение остающегося срока службы машины от даты оценки до даты вывода машины из эксплуатации и последующего списания.

В рамках нормативного срока службы машины интенсивность ее эксплуатации может существенно отличаться от установленной заводом – изготовителем, либо машина эксплуатировалась более интенсивно, либо менее интенсивно. К тому же машина может подвергнуться дополнительным ремонтам. Поэтому для определения физического состояния машины проводится инспекция ее состояния для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации на какой-то определенный отрезок времени. Для этого создается группа экспертов, компетентных в вопросах технической диагностики данного вида машин. После проведения диагностики физического состояния машины эксперты назначают срок остающегося ресурса – остающийся срок службы. Как правило, экспертами остающийся срок службы назначается осторожно и не предполагается продолжительная эксплуатация машины (в среднем 24-36 месяцев, в зависимости от типа машины).

Формула для расчета физического износа представлена далее:

$$K_{\text{физ}} = \frac{ЭВ}{НСС} - \frac{НСС - ОВ}{НСС}, \quad (4)$$

где:

- $K_{\text{физ}}$ – коэффициент физического износа;
 $ОВ$ – остающийся возраст.

Достоинство метода: позволяет обоснованно судить об износе машины с экспертной точки зрения.

Недостаток метода: сложность подбора экспертов, компетентных в вопросах технической диагностики и анализа эксплуатационных свойств машины, что является серьезным препятствием для реализации метода на практике.

Метод средневзвешенных частей машины

Метод предполагает расчет величины износа машины как функцию износа отдельных ее частей (деталей, узлов, систем). Об износе частей машины судят по их хронологическому возрасту. Метод применяется в том случае, когда после ряда ремонтов в машине имеется несколько разновозрастных частей, а оценщику предоставлена информация о ремонтах. В таком случае оценщику необходимо обладать всей необходимой информацией о стоимости проводимых ремонтов, стоимости запасных частей, стоимости объекта оценки как нового на момент проведения оценки.

Формула для реализации метода представлена далее:

$$K_{\text{физ}} = \frac{XpB_{\text{cp}}}{HCC} = \frac{\sum_{i=1}^n XpB_{\text{cpi}} \times d_i}{HCC}, \quad (5)$$

где:

- $K_{\text{физ}}$ – коэффициент физического износа;
- XpB_{cp} – средневзвешенный эффективный возраст (месяцев);
- XpB_i – хронологический возраст i -ой части машины (месяцев).
- d_i – весовой коэффициент i – ой части машины в полной стоимости;
- n – весовой коэффициент i – ой части машины.

Достоинство метода: позволяет рассматривать величину физического износа машины с учетом эффекта «обновленности».

Недостаток метода: отсутствие универсальности его использования, так как применим только к тем объектам, базовая часть которых состоит из прочной металлоконструкции, которая в меньшей степени подвержена скручиванию, вибрациям, усталостным разрушениям металла, в остальных случаях величина износа будет занижена.

Метод ухудшения диагностического параметра

Метод основан на выявлении одного или нескольких эксплуатационных параметров машины проявляющих в наибольшей степени величину физического износа, которые существенно влияют на стоимость машины.

Значения эксплуатационного параметра машины на момент оценки сравниваются со значениями параметра технической документацией машины. Коэффициент физического износа рассчитывается следующим образом:

$$K_{\text{физ}} = 1 - \left(\frac{X}{X_o} \right)^b, \quad \text{где:} \quad (6)$$

- $K_{\text{физ}}$ – коэффициент физического износа;
- X_o, X – значения диагностического параметра машины на момент ввода ее в эксплуатацию (по технической документации) и на момент оценки;
- b – показатель степени, характеризующий силу влияния диагностического параметра на стоимость машины (коэффициент торможения).

Способы расчета коэффициента торможения представлены в учебнике «Оценка машин и оборудования» под редакцией М.А. Федотовой. – М.:

Альфа-М: ИНФРА – М, 333 с. Значения эксплуатационного параметра на момент оценки определяются с использованием диагностического оборудования, ряда замеров, наблюдений, испытаний, дополнительных метрологических работ и общего анализа физического состояния. Выбор эксплуатационных параметров необходимо обосновать и представить обоснование в отчете об оценке.

Достоинство метода: применение диагностического оборудования и проведения ряда мероприятий диагностики оборудования, позволяет более точно выявить величину износа.

Недостаток метода: проведение диагностических работ сопровождается рядом сложных операций требующих большого затрата времени и средств, что часто сопровождается нецелесообразностью проведения работ по оценке.

Метод экспертных оценок физического состояния

Метод основан на экспертном мнении, на основании обследования объекта оценки. Для того что бы эксперты руководствовались едиными критериями при назначении оценок, составлена специальная шкала, в которой каждой оценки технического состояния дается пояснение и ставится соответствующее значение коэффициента физического износа. Критерии определения величины физического износа представлены в таблице далее.

Оценка состояния	Характеристика технического состояния	Физический износ, %
Новое	Новое, установленное и еще не эксплуатировавшееся оборудование, в отличном состоянии.	До 5
Очень хорошее	Практически новое оборудование, бывшее в недолгой эксплуатации и не требующее ремонта или замены каких-либо частей.	6—15
Хорошее	Бывшее в эксплуатации оборудование, полностью отремонтированное или реконструированное, в отличном состоянии.	16—35
Удовлетворительное	Бывшее в эксплуатации оборудование, требующее некоторого ремонта или замены отдельных мелких частей.	36—60
Условно пригодное	Бывшее в эксплуатации	61—80

	оборудование в состоянии, пригодном для дальнейшей эксплуатации, но требующее значительного ремонта или замены главных частей.	
Неудовлетворительное	Бывшее в эксплуатации оборудование, требующее капитального ремонта, такого, как замена рабочих органов основных агрегатов.	81—90
Негодное к применению или лом	Оборудование, в отношении которого нет разумных перспектив на продажу, кроме как по стоимости основных материалов, которые можно из него извлечь.	91—100

Источник: А. П. Ковалев. Оценка стоимости активной части основных фондов. М., 1997.

Достоинство метода: простота в определении величины физического износа.

Недостатки метода: субъективный характер, возможность искажение реального значения физического износа, не может быть использован в качестве единственного метода для определения физического износа.

Методы определения величины физического износа, представленные ранее, не могут быть реализованы на практике без мнения эксперта (ов). Каждый метод напрямую или косвенно основан на экспертном мнении, вопрос, только в какой степени. Любое экспертное мнение необходимо представить в виде акта о техническом состоянии, копию акта и сведения об эксперте (ах) необходимо отражать в отчете об оценке машины.

В настоящей статье для определения физического износа автор не проводит анализ методов статистического моделирования строящихся на исследованиях рынков подержанных и новых машин и оборудования, отражающие реакцию вторичного рынка на степень физического износа станка.

Функциональный износ – как показатель обесценения объекта оценки

Функциональный износ появляется у машины, какой-то определенной модели тогда, когда на рынке появляется не просто аналог, а аналог, у которого соотношение цена-качество лучше, чем у оцениваемого объекта.

Полная стоимость замещения оцениваемой машины, получаемая методом прямого сравнения с аналогом, равна цене аналога, скорректированной на различие показателя качества:

$$S_{ПСЗ} = C_{ан} \left(\frac{X}{X_{ан}} \right)^b, \text{ где:} \quad (7)$$

- $S_{ПСЗ}$ – полная стоимость замещения;
 $C_{ан}$ – цена появившегося на рынке аналога нового поколения с лучшим показателем цена-качество;
 X – показатель качества оцениваемого объекта;
 $X_{ан}$ – показатель качества объекта аналога;
 b – параметр уравнения регрессии.

После появления на рынке аналога нового поколения, оцениваемую машину невозможно продать по прежней стоимости воспроизводства, она обесценилась до полной стоимости замещения.

Разность между полной стоимостью воспроизводства и полной стоимостью замещения представляет собой стоимость функционального устаревания:

$$\Delta S_{фун} = S_{ПСВ} - S_{ПСЗ}.$$

Коэффициент функционального устаревания равен отношению стоимости функционального устаревания к полной стоимости воспроизводства:

$$K_{фун} = \Delta S_{фун} / S_{ПСВ}, \text{ далее получаем следующую формулу:}$$

$$K_{фун} = 1 - \frac{C_{ан}}{S_{ПСВ}} \left(\frac{X}{X_{ан}} \right)^b, \quad (8)$$

где:

- $K_{фун}$ – коэффициент функционального устаревания;
 $C_{ан}$ – цена появившегося на рынке аналога нового поколения с лучшим показателем цена-качество;
 $S_{ПСВ}$ – полная стоимость воспроизводства;
 X – показатель качества оцениваемого объекта;
 $X_{ан}$ – показатель качества объекта аналога;
 b – параметр уравнения регрессии.

Формула 8 показывает, что функциональное устаревание вызвано меньшей стоимостью объекта (снижения себестоимости объекта и т.д.) при этом сопровождая объект лучшими по сравнению с оцениваемым объектом показателями качества (например, экономия энергии, выше производительность и т.д.).

При вычислении функционального износа, необходимо правильно выбрать показатель качества (он может быть один или совокупность показателей).

Для примерного определения функционального износа машин, хронологический возраст которых превышает 5 лет можно определить по следующим формулам:

Для металлорежущего оборудования:

$$K_{\text{фун}} = 0,1 + 0,02(T_{\text{xp}} - 5)$$

Для энергетического, термического и гальванического:

$$K_{\text{фун}} = 0,05 + 0,02(T_{\text{xp}} - 5)$$

Для кузнечно-прессового и литейного:

$$K_{\text{фун}} = 0,02 + 0,02(T_{\text{xp}} - 5)$$

Представленные выше формулы являются приближенными. Тем не менее, их можно использовать при укрупненной оценке с особой осторожностью.

Функциональный износ, как и физический, имеет два вида: устранимый и не устранимый. Если физический износ устраняется путем проведения ремонтов, то функциональный устраняется путем модернизации машины. В настоящей статье автор не рассматривает методы определения устранимого функционального износа.

Практическая реализация методов определения физического износа

Разберем простой практический пример определения физического износа машины с использованием, представленных в настоящей статье методов.

Требуется определить коэффициент физического износа токарного станка, срок службы которого составляет 20 лет. Имеются следующие данные. Станок находится в состоянии, требующем замены некоторых узлов. Месяц изготовления станка апрель 1996 года. Дата оценки 01.04.2010 года. С 15.04.1996 года до 01.04.2002 года станок эксплуатировался в три смены и был задействован в основном производстве массового типа, затем с 01.04.2002 до даты оценки станок эксплуатировался в одну смену и был задействован во вспомогательном производстве. За время эксплуатации станок был подвержен двум ремонтам. 12 лет назад (от даты оценки) у станка заменено 20% деталей, 6 лет назад (от даты оценки) было заменено еще 40% деталей. На дату оценки станок имеет относительную погрешность в точности обработки деталей 0,8, а по техническим характеристикам станка абсолютная погрешность составляет 0,4. Эксперты назначили остающийся срок службы 5 лет. Степенной показатель (коэффициент торможения) равен 1,2.

Результаты определения величины физического износа представлены в таблице далее

№п/п	Наименование методов	Коэффициент износа	Удельный вес
1	Нормативного срока службы (НСС)	0,70	0,2
2	Хронологического возраста (ХрВ)	0,66	0,2
3	Эффективного возраста (ЭВ)	0,75	0,15
4	Средневзвешенных частей машины (СрВЧМ)	0,64	0,2
5	Ухудшения диагностического параметра (УДП)	0,59	0,1
6	Экспертных оценок (ЭО)	0,7	0,15
	Средневзвешенный коэффициент		0,68

Удельные веса присвоены оценщиком на основании результата полученного по каждому методу. Средневзвешенный коэффициент износа рассчитан с учетом весов. Расчет средневзвешенного коэффициента физического износа представлен далее:

$$k_{\text{физ}} = НСС \times 0,2 + ХрВ \times 0,2 + ЭВ \times 0,15 + СрВЧМ \times 0,2 + УДП \times 0,1 + ЭО \times 0,15 = 0,68 \quad (9)$$

Анализ полученных результатов исследования

В настоящей статье представлены косвенные методы определения физического износа, а так же приведен пример их практической реализации к одному и тому же объекту оценки. В результате расчета в рамках каждого метода получены результаты оценки физического износа машины. Учитывая специфику методов и объекта оценки результаты получились разные. В данной работе проведен анализ подвергнутых исследованию методов определения физического износа на наиболее точное определение величины износа принимая во внимание методическую сложность методов, информационную обоснованность, логическое обоснование с точки зрения математического расчета и экспертного мнения.

В представленном ранее расчете средневзвешенной величины износа выполнено ранжирование исследованных методов, в ходе которого наблюдается следующее: наибольшие веса присвоены методам нормативного срока службы, хронологического возраста, средневзвешенных частей машины. Средние по величине веса получили методы эффективного возраста и экспертных оценок. Наименьший вес получил метод ухудшения диагностического параметра. Веса распределены исходя из адекватности полученных результатов физического износа к данному объекту оценки. Исходя из полученных результатов величины физического износа следует

заметить что методы, основанные на соотношении срока полезного использования и эффективного возраста с учетом корректировок учитывающие исторические показатели об эксплуатации объекта дали более адекватные результаты. Менее точные показатели можно наблюдать у методов, основанных на экспертном мнении. И с показателем наименьшей точностью отметился метод, основанный на сравнении технических показателей машины, не учитывающий общее состояние объекта оценки.

Таким образом, учитывая специфику различных методов определения физического износа, получаются разные показатели у одного и того же объекта оценки.

Вывод

Подводя итоги следует заметить, что каждый из исследуемых методов определения физического износа обладает своими преимуществами и недостатками. Подтверждением тому является разные показатели физического износа у одного и того же объекта оценки. Если же провести сравнение результатов физического износа, то для аналогичного оборудования представленного в качестве примера в данной работе более точные результаты дают методы основанные на сроке полезного использования.

Выбор метода во многом определяется объемом и обоснованностью информации, доступной для его реализации. Для достижения наиболее надежного результата рекомендуется использовать, если это возможно, несколько методов одновременно. Сопоставление результатов, полученных разными методами, позволяет более точно обосновать результат.

Литература

1. «Основы оценки машин и оборудования»: Учебник / Под редакцией М.А. Федотовой. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 288с.
2. «Оценка стоимости машин и оборудования»: Учебник под редакцией В.П. Антонова. – М.: Издательский Дом «Русская оценка», 2005. – 254с.
3. «Оценка машин и оборудования»: Учебник / Под редакцией М.А. Федотовой. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. – 333с.