

**Ю.Б. Зырянова, БАГСУ
Победитель Конкурса-2016
в номинации «Экономика предприятий»**

научный руководитель - профессор Е.А. Фомина

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОБНОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

По данным научных исследований доля экономического ущерба от физического износа основных производственных фондов, вызванных коррозионными разрушениями, составляет 4–8 % годового национального дохода. Особенно эта проблема актуальна для предприятий нефтехимической промышленности. Сложность оценки коррозионных потерь заключается в том, что она лежит на стыке разных наук - экономики, экологии, химии.

Обеспечение эффективного использования производственных фондов промышленных предприятий невозможно без определения экономической сущности коррозионных потерь, их натуральной и стоимостной оценки, усовершенствования нормативной базы по организации и материальному обеспечению ремонтных работ, оптимизации расходов, связанных с ремонтом основных фондов.

Проблемам определения коррозионных потерь посвящено значительное число трудов отечественных и зарубежных исследователей. Весомый вклад в развитие теории экономического убытка внесли зарубежные ученые К.Г. Гофман, А.О. Гусев, М.Н. Лукьянчиков, Г.О. Моткин, И. М. Потравный, Р. Коуз, А. Пигу, А. Эндрес, В. Леонтьев и др. Научные основы экономической оценки ущерба основным средствам производства, в том числе и ущерба связанного с их коррозией, были сформированы в работах О.Ф. Балацкого, А.И. Кот, Л.Г. Мельника, В.Л. Маяровского, А.Ю. Жулавского, Б.А. Семеновко и других.

Степень проработанности указанных проблем достаточна глубока, но остаётся ряд нерешенных проблем по оценке коррозионных потерь. Анализ литературных источников показал, что на практике существуют три основных метода оценки коррозионных потерь: метод Н.Н. Uhlig (учитывается сумма расходов на замещение материалов и на противокоррозионную защиту); метод Т.Р. Ноар (учитываются прямые потери предприятий); метод "затраты - выпуск". Оценки, проведенные в разных странах, по указанным методикам свидетельствуют, что коррозионные потери в зависимости от уровня загрязнения окружающей среды, метеоклиматических условий и структуры экономики представляют от 1,5 до 5,2% ВВП за год, потери металла составляют от 10 до 20% годового производства стали.

Актуальность темы состоит в том, что научные исследования проблем экономической оценки коррозионных потерь, снижающие безопасный срок

службы оборудования, а также управление затратами на ремонт основных производственных фондов не достаточно изучены и должны углубляться в направлении усовершенствования научно-методических подходов к определению оптимальных сроков службы оборудования, которое функционирует в условиях агрессивных сред нефтехимических предприятий.

Актуальность перечисленных проблем, их практическое значение и недостаточное теоретическое исследование, обусловили главную цель и задачи данной работы.

Цель данного исследования заключается в разработке рекомендаций по эффективному управлению затратами на ремонт и воспроизводство основных производственных фондов на предприятиях нефтехимической промышленности. Соответственно были поставлены такие основные задачи:

- анализ теоретических основ финансово-экономической оценки последствий коррозионных процессов оборудования;
- анализ эффективности использования основных производственных фондов и влияния коррозионных процессов на экономические потери;
- выбор оптимальной стратегии обновления оборудования.

Объектом исследования являются принципы, методы и инструменты экономической оценки коррозионных потерь основных фондов на предприятиях нефтехимической промышленности.

Предмет исследования - экономические отношения, которые возникают в процессе учета коррозионных потерь в системе финансово-экономической деятельности.

Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды зарубежных и отечественных ученых, посвященные проблемам коррозии и оценке затрат на ремонт оборудования.

Для решения поставленных задач применялись методы статистических исследований, системный подход, многомерные методы регрессионного анализа, факторного анализа с помощью производственных функций Кобба-Дугласа, модели динамического программирования. При решении поставленных задач выпускной квалификационной работы использовались аналитические пакеты прикладных программ «Excel», «Альт-Финанс 2.02».

Наиболее существенные результаты, обладающие элементами научной новизны заключаются в следующем:

- предлагается учитывать изношенность оборудования, как один из главных факторов, в большей степени влияющий на увеличение затрат на ремонты основных производственных фондов.
- выявлении оптимальной стратегии замены изношенного оборудования с помощью методов динамического программирования.

Практическая значимость заключается в том, что методические положения и выводы могут быть использованы предприятиями нефтехимической промышленности при осуществлении ремонтов основных производственных фондов для снижения затрат на ремонты путем определения оптимальных сроков замены оборудования.

Апробация результатов исследования проводилась на следующих научно-практических конференциях: XXVIII студенческая международная научно-

практическая конференция «Научное сообщество студентов XXI столетия», IV Международная научная конференция «Проблемы современной экономики», IX межвузовской научно-практическая конференция студентов «Современные концепции управления общественными и корпоративными финансами», II Международная научно-практическая конференция, посвященная 300-летию Библиотеки Российской Академии Наук «Открытый мир: культура реальной экономики», II Научно-техническая конференция «Башнефть».

Проблема определения потерь от коррозии приобретает все большую актуальность. Это вызвано рядом причин. Во-первых, вследствие экстенсивного развития промышленного производства в последние полвека существенно возрос металлофонд и, соответственно, увеличились потери металла по причине коррозии и коррозионно-механического разрушения. Во-вторых произошли качественные изменения в характере производственных процессов: увеличились механические и тепловые нагрузки, ужесточились технологические условия. В-третьих, в силу повышения уровня загрязненности окружающей среды повысилась ее коррозионная агрессивность, которая характеризует ускорение коррозионных процессов.

Анализ литературных источников показал, что на практике существуют три основных метода оценки коррозионных потерь: метод Н.Н. Uhlig (учитывается сумма расходов на замещение материалов и на противокоррозионную защиту); метод Т.Р. Ноар (учитываются прямые потери предприятий); метод "затраты - выпуск". Оценки, проведенные в разных странах, по указанным методикам свидетельствуют, что коррозионные потери составляют от 1,5 до 5,2% ВВП за год, потери металла составляют от 10 до 20% годового производства стали.

Так же в ходе исследования выделены эффекты от предотвращения коррозионных потерь: экономический, экологический, социальный, ресурсный и энергетический. Экономический эффект заключается в уменьшении материальных потерь связанных с коррозией, экологический эффект - в предотвращении аварий и техногенных катастроф, которые связаны с разрушением оборудования в связи с коррозией, а также загрязнение окружающей среды продуктами коррозии, ресурсный эффект – в уменьшении продуктов коррозии, как безвозвратно потерянного металла, который является ограниченным и невозпроизводимым ресурсом, дополнительных расходов металла на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию, энергетический эффект – уменьшение потерь энергии для дополнительного производства металла и переплавки металлолома, в результате коррозии, а так же социальный эффект – в уменьшении затрат непроизводительного труда, уменьшении несчастных случаев, связанных с коррозией, которые приводят к потере здоровья или гибели людей.

Также был проведен комплексный анализ эффективности использования оборудования и влияния коррозионных процессов на экономические потери. Анализ финансово-хозяйственной деятельности ООО «Башнефть-Сервис НПЗ» показал, что изменения активов баланса в целом можно назвать

положительной, при этом доля основных производственных фондов в структуре активов является достаточно высокой. Рассматривая динамику доходов и расходов ООО «Башнефть-Сервис НПЗ» можно сказать, что за анализируемый период в целом ее можно назвать негативной. Для снижения расходов необходимо искать пути совершенствования использования основных производственных фондов. Также за анализируемый период значения большинства показателей рентабельности либо уменьшились, либо остались на прежнем уровне, что следует скорее рассматривать как негативную тенденцию. Также был проведен анализ использования основных производственных фондов, который показал, что оборудование используется с высокой степенью загрузки. При этом изношенность оборудования увеличивается, что приводит к внеплановым остановкам оборудования на ремонт.

Проведен анализ показателей эффективности использования оборудования. Было определено, что для повышения эффективности использования основных производственных фондов необходимо не допускать простоев в работе оборудования, а, следовательно, экономических потерь и своевременно производить ремонт или замену оборудования, работающего в агрессивных коррозионных средах. Для снижения затрат на ремонт оборудования необходимо проанализировать факторы, формирующие данные затраты и подобрать экономико-математическую модель, адекватной анализу экономических потерь от коррозионных разрушений.

Изучив экономико-математических модели, адекватные анализу экономических потерь от коррозионных разрушений было определено с помощью производственной функцией Кобба-Дугласа, что затраты на ремонт основных производственных фондов в большей степени зависят от изношенности оборудования.

Также предложена модель выбор оптимальной стратегии обновления оборудования, разработаны рекомендации по повышению эффективности системы планово-предупредительных ремонтов оборудования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Для повышения эффективности использования основных производственных фондов необходимо не допускать простоев в работе оборудования, а, следовательно, экономических потерь и своевременно производить ремонт или замену оборудования, работающего в агрессивных коррозионных средах. Чтобы минимизировать затраты на ремонт проанализированы факторы, формирующие данные затраты и подобрана экономико-математическую модель, адекватной анализу экономических потерь от коррозионных разрушений.

Пользуясь программой Excel, подобрали производственную функцию Кобба-Дугласа при имеющихся данных об общих затратах на ремонт основных производственных фондов, коэффициента износа оборудования и остаточной стоимости оборудования в период с 2012 по 2014 гг. по месяцам для установки химводоочистки ООО «Башнефть-Сервис НПЗ». Также попробуем выяснить,

какой из факторов (коэффициента износа или остаточная стоимость оборудования) оказывает наибольшее влияние на затраты на ремонт [1].

Проанализировав исходные данные с помощью линейного регрессионного анализа, который заключается в подборе графика для набора наблюдений с помощью метода наименьших квадратов. Регрессия используется для анализа воздействия на отдельную зависимую переменную значений одной или более независимых переменных. Задачами регрессионного анализа являются выбор типа модели (формы связи), установление степени влияния независимых переменных на зависимую и определение расчетных значений зависимой переменной (функции регрессии).

В результате получили показатели регрессионного анализа исходных данных (таблица 1) и результаты регрессионного анализа двухфакторной линейной модели (таблица 2).

Таблица 1 – Результаты регрессионного анализа исходных данных линеаризованной функции Кобба-Дугласа без свободного члена

Регрессионная статистика		Дисперсионный анализ					
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>	
Множественный R	0,998853						
R-квадрат	0,997707	Регрессия	2	1605,8317	802,91583	7396,8163	1,71E-44
Нормированный R-квадрат	0,968228	Остаток	34	3,6906606	0,1085488		
Стандартная ошибка	0,329468	Итого	36	1609,5223			
Наблюдения	36						

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	0							
Переменная X 1	0,458827	0,1158919	3,9590955	0,000364	0,2233065	0,6943479	0,2233065	0,6943479
Переменная X 2	0,968653	3,9104397	0,2477096	0,805849	6,9783163	8,9156231	6,9783163	8,9156231

Также получили показатели регрессионного анализа двухфакторной линейной модели (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты регрессионного анализа двухфакторной линейной модели

Регрессионная статистика		Дисперсионный анализ				
Множественный R	0,992049423					
R-квадрат	0,984162057					
Нормированный R-квадрат	0,954284471					
Стандартная ошибка	122,4002761					
Наблюдения	36					
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия		2	31652757,9	15826379	1056,3717	1,215E-30
Остаток		34	509382,138	14981,828		
Итого		36	32162140			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	0							
Переменная X 1	0,000667359	4,531E-05	14,729936	2,537E-16	0,00057529	0,0007594	0,0005753	0,0007594
Переменная X 2	135,0855899	33,863633	3,9891051	0,0003341	66,2664078	203,90477	66,266408	203,90477

С помощью линейного регрессионного анализа подобрали производственную функцию Кобба-Дугласа:

$$y = K^{0,458827} * L^{0,968653}$$

где y – общие затраты на ремонт основных производственных фондов;

K - остаточная стоимость оборудования;

L - коэффициента износа оборудования.

Из полученного уравнения Кобба-Дугласа видно, что затраты на ремонт основных производственных фондов в большей степени зависят от изношенности оборудования. Анализируя полученное уравнение Кобба-Дугласа, получили, что затраты на ремонты основных производственных фондов в большей степени зависят от коэффициента изношенности оборудования, чем от остаточной стоимости. Следовательно, необходимо учитывать именно изношенность оборудования, поскольку при увеличении данного показателя, затраты на ремонт будут увеличиваться в большей степени.

2. Для осуществления эффективной и прибыльной деятельности предприятия необходимо выбрать оптимальную стратегию замены оборудования, в этом случае предприятие получит максимальный доход. Чем дольше работает оборудование, тем больше оно физически и морально изнашивается. Поэтому увеличивается количество проводимых осмотров и ремонтов, повышается трудоемкость ремонтных работ. Это приводит к ситуации, когда затраты на содержание оборудования оказываются большего получаемого с его помощью дохода.

Наша задача состоит в определении оптимальных сроков замены изношенного оборудования. Критерием оптимальности являются доход от эксплуатации оборудования (задача максимизации) либо суммарные затраты на эксплуатацию в течение планируемого периода (задача минимизации). Эту задачу выбора оптимальной стратегии обновления оборудования решаем с помощью метода динамического программирования.

В основе метода динамического программирования лежит принцип оптимальности, впервые сформулированный в 1953 г. американским математиком Р. Э. Беллманом: каково бы ни было состояние системы (S) в результате какого-либо числа шагов, на ближайшем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах приводило к оптимальному выигрышу на всех оставшихся шагах, включая выигрыш на данном шаге. При решении задачи на каждом шаге выбирается управление, которое должно привести к оптимальному выигрышу. Если считать все шаги независимыми, то оптимальным управлением будет такое управление, которое обеспечит максимальный выигрыш именно на данном шаге [2].

Поставим задачу оптимизации ремонта и замены технологического трубопровода установки химводоочистки, срок безопасной службы которого по паспорту составляет 10 лет. Дальнейшая эксплуатация возможна после проведения технической диагностики оборудования.

Решим уравнение Беллмана для первого десятилетнего цикла эксплуатации оборудования (исходные данные приведены в таблице 3). Для решения задачи введем следующие обозначения:

t - возраст оборудования;

$r(t)$ - чистый годовой доход от оборудования возраста t ;

$u(t)$ - издержки на ремонтно-эксплуатационные нужды машины возраста t ;

$s(t)$ – остаточная стоимость оборудования;

C - цена нового оборудования.

Таблица 3 - Исходные данные для первого цикла

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$r(t)$	500000	495484	492151	480231	465846	445841	430212	421215	419545	415018	412587
$s(t)$	1000000	990215	950545	854574	821214	810214	798548	795458	785412	782145	778521
$u(t)$	48564	55648	56214	56879	59554	62011	65214	65542	69587	71254	73548

Учитываем, что цена нового оборудования для первого десятилетнего цикла $C=1\,400$ тыс. руб.

Решим задачу замены оборудования для первого десятилетнего цикла эксплуатации оборудования. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таким образом, в первом десятилетнем цикле эксплуатации оборудования нет необходимости производить замену.

Решим уравнение Беллмана для второго десятилетнего цикла эксплуатации оборудования (исходные данные приведены в таблице 4).

Таблица 4 - Исходные данные для второго цикла

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r(t)	410254	410121	405646	402127	399845	381841	381114	341245	321242	295482	254446
s(t)	758548	757548	756224	752545	750544	749845	732151	710142	702145	694477	685474
u(t)	89545	92121	125464	135421	145542	145488	251121	145015	150000	350121	356215

Учитываем, что цена нового оборудования для второго десятилетнего цикла $C=1\ 750$ тыс. руб.

Решим задачу замены оборудования для второго десятилетнего цикла эксплуатации оборудования. Результаты вычислений приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты вычислений по уравнениям Беллмана для первого цикла

k/ t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3836379									
2	3497340	3396543								
3	3153576	3057504	2960606							
4	2803618	2713740	2621567	2537254						
5	2450945	2363782	2277803	2198215	2130962					
6	2085947	2011109	1927845	1854451	1791923	1750432				
7	1705417	1646111	1575172	1504493	1448159	1411393	1385434			
8	1299125	1265581	1210174	1151820	1098201	1067629	1046395	103276 1		
9	875773	859289	829644	786822	745528	717671	702631	693722	682803	
10	439836	435937	423352	406292	380530	364998	352673	349958	343764	339039

Таким образом, в первом десятилетнем цикле эксплуатации оборудования нет необходимости производить замену.

Решим задачу замены оборудования для второго десятилетнего цикла эксплуатации оборудования. Результаты вычислений приведены в таблице 6.

Таблица 6- Результаты вычислений по уравнениям Беллмана для второго цикла

k/ t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1783289									
2	1794370	1465289								
3	1849009	1476370	1185107							
4	1677767	1531009	1196188	918401						
5	1481537	1359767	1250827	929482	673098					
6	1352544	1163537	1079585	984121	684179	413051				
7	1110191	1034544	883355	812879	738818	441826	211064			
8	864888	792191	754362	616649	567576	496465	312833	14834		
9	598182	546888	512009	487656	371346	325223	367472	116603	-156408	

10	318000	280182	266706	245303	242353	128993	196230	171242	-54639	-101769
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Следовательно, во втором десятилетнем цикле эксплуатации оборудования замену надо произвести в начале 5-го года эксплуатации.

Для дополнительного доказательства замены оборудования в начале 15-го года эксплуатации приведем расчет в соответствии со стандартными методами оценки инвестиционных проектов. Рассчитаем денежные потоки за 30 лет эксплуатации оборудования и замены оборудования на 15-ом или 20-ом году [3].

Провели сравнительную оценку NPV проектов при рекомендуемой замене оборудования в начале 15-го года эксплуатации и плановой замене в начале 20-го года эксплуатации. По результатам расчетов видно, что NPV первого проекта составляет 3 970,39 руб., а NPV второго проекта - 2 025,38 руб. Следовательно, рекомендуемая замена оборудования в начале 15-го года эксплуатации более целесообразна по сравнению с плановой заменой в начале 20-го года эксплуатации [4].

Также проведен сравнительный анализ показателей эффективности использования основных производственных фондов до и после внедрения стратегии выбора оптимальной замены изношенного оборудования (таблица 7):

Таблица 7 – Изменение показателей эффективности использования основных производственных фондов

Показатель	Средний значение показателя до внедрения	После внедрения	Темп роста, %
Фондоотдача, руб.	965,4	1102,1	114,1
Фондоемкость, руб.	0,0019	0,0014	73,7
Фондорентабельность, %	15,13	23,1	152,7

Рост показателей фондоотдачи и фондорентабельности в динамике характеризует более эффективное использование основных производственных фондов. Значит, применение в производстве расчета для оптимальной стратегии замены изношенного оборудования приведет к осуществлению более продуктивной и прибыльной деятельности предприятия.

IV. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Сформулированные выводы и предложения основываются на обобщении значительного теоретико-методологического материала, анализе российского и зарубежного опыта в области экономической оценки коррозионных потерь оборудования.

Проведен анализ использования основных производственных фондов, который показал, что оборудование используется с высокой степенью загрузки. При этом изношенность оборудования увеличивается, что приводит к внеплановым остановкам оборудования на ремонт.

С помощью производственной функции Кобба-Дугласа было выявлено, что изношенность оборудования является одним из главных факторов, в большей степени влияющим на увеличение затрат на ремонты основных производственных фондов.

С помощью методов динамического программирования определили, что если предприятие в момент снижения дохода и увеличения издержек на РЭН в начале 15-го года эксплуатации не примет соответствующих мер (либо покупка нового оборудования, либо капитальный ремонт уже действующего оборудования), то оно не получит ожидаемой прибыли от данного оборудования.

При этом рост показателей фондоотдачи и фондорентабельности в динамике показывает более эффективное использование основных производственных фондов. Соответственно, предложенный расчет оптимальной замены оборудования поможет предприятию повысить эффективность использования оборудования.

Список использованной литературы:

1. Дудорин В.И. Моделирование в задачах управления производством. – М.: Статистика, 1980. – 245 с.
2. Калихман И. Л., Войтенко М. А. Динамическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 125 с
3. Фомина Е.А., Михайлова Ю.В. Экономический анализ: использование математических методов. - Уфа, РИО БАГСУ, 2004. – 68 с.
4. Фомина Е.А., Кандаров И.В. Метод расчета премии за риск при оценке инновационных проектов // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2015. №2. С. 106-110.