

## ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ

Разработанная универсальная технология получения модифицированных силикополифосфатных ингибиторов коррозии металлов для водных сред является импортозамещающей, так как производство в Казахстане как неорганических, так и органических реагентов для антикоррозионной обработки воды отсутствует, а предлагаемое производство базируется исключительно на местном сырье и существующем оборудовании химических предприятий республики. Внедрение предлагаемой технологии расширит сырьевую базу и ассортимент выпускаемых в республике неорганических материалов, острый дефицит которых требует дополнительных валютных затрат на их приобретение.

Разработанные технологические решения могут также способствовать улучшению **экологической** обстановки в регионах расположения промышленных предприятий по переработке фосфоритов (г.Тараз), на территории которых заскладировано значительное количество различных отходов, одним из которых является фосфорный шлак, содержащий в своем составе оксиды кальция, алюминия, железа, фосфора, кремния и т.п., которые в разработанных технологических схемах являются основными компонентами для получения вышеназванных продуктов.

Внедрение данных разработок, помимо решения определенных экологических проблем промышленных регионов, имеет и **социальный эффект**, так как организация нового производства приведет к созданию дополнительных рабочих мест.

Предлагаемые технологии экономически целесообразны, так как базируются на отечественном сырье, солях и отходах.

Следует, однако, отметить, что точную оценку экономического эффекта от промышленного внедрения разработанной технологии можно получить лишь на стадии проектирования, на которой предполагается проведение маркетингового исследования (спроса, предложений, сегментации рынка, цены, эластичности спроса, маркетинговой стратегии) формирование программы выпуска продукции. разработка сметно-финансовой документации и др. Стадия предпроектного проектирования, к которой относятся научно-исследовательские работы, в том числе и данная разработка, характеризуется неопределенностью технологических параметров, транспортных издержек, невозможностью учета всех факторов реального производства, вследствие чего оценка экономической эффективности предлагаемых разработок может быть проведена на основе расчетов сравнительной экономической эффективности, критерием которой является минимум приведенных затрат. При таком подходе к определению

экономической эффективности, величина экономического эффекта рассчитывается следующим образом [267]:

$$\mathcal{E}_\phi^{2/1} = (C1 - C2) \cdot \Pi_2 - E_n \cdot (K2 - K1),$$

То есть сравнивается базовый и проектный вариант и в качестве объекта экономического обоснования принимается тот, который обеспечивает меньшую себестоимость.

Поскольку технология получения силикополифосфатных ингибиторов коррозии металлов разработана впервые и базовый вариант для проведения расчетов по экономической эффективности отсутствует, то расчет ожидаемого экономического эффекта от ее предполагаемого внедрения проводили на основании [267] по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{опт}} - C + E_n \cdot K) \cdot A,$$

где  $C_{\text{опт}}$  – оптовая цена 1 тонны ингибитора,

$C$  – себестоимость производства 1 тонны ингибитора,

$K$  – инвестиции (капитальные затраты),

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15

$A$  – объем производства, тонн.

Ниже представлена калькуляция прямых производственных затрат на единицу продукции процесса получения кальцийсодержащих силикополифосфатных ингибиторов коррозии на основе фосфорного шлака, которая складывается из стоимости сырья и вспомогательных материалов (таблица 48), расходов на оплату труда (таблица 49) и переменных накладных расходов.

Таблица 48. Стоимость сырья и вспомогательных материалов на 1 тонну продукта

Виды сырья	Единица измерения	Норма расхода, тонн	Цена	Стоимость, \$
Фосфорный шлак	тонна	0,892	0,1\$/т	0,089
Трифосфат натрия	тонна	0,309	870,0\$/т	268,830
Вода	тонна	0,895	0,1\$/м <sup>3</sup>	0,089
Итого				269,008

Переменные накладные расходы складываются из годовых затрат на электроэнергию ( $\mathcal{E}/\mathcal{e}$ ), воду и канализацию:

$$\mathcal{E}/\mathcal{e} = W \cdot N \cdot C = 40 \cdot 260 \cdot 0,043 = 447,2 \$,$$

Где  $W$  – общее количество потребляемой электроэнергии в сутки кВт/час;

N – количество рабочих дней оборудования, сут;

C – цена за кВт

Годовые производственно-бытовые затраты на воду и канализацию (при мощности производства 10000 тонн в год) составят 873,36 \$.

Таблица 49. Расходы на содержание производственного, вспомогательного и административного персонала

Производственный участок	Кол-во	Среднемесячный заработок, \$	Годовой фонд зарплаты, \$
Производственные рабочие			
аппаратчик	6	260,0	18720,0
Инженерно-технические работники			
мастер	1	300,0	3600,0
инженер	1	350,0	4200,0
администрация			
маркетолог	1	300,0	3600,0
бухгалтер	1	100,0	1200,0
Начальник участка	1	400,0	4800,0
итого			36120,0

При расчете были приняты следующие данные: социальный налог – 20% от фонда заработной платы, пенсионные отчисления – 10% от фонда заработной платы, налог на добавленную стоимость – 20%, налог на прибыль предприятия – 30%, амортизационные отчисления – 10% от объема инвестиций, курс доллара – 116,0 тенге/\$. Оценка ожидаемого экономического эффекта приведена в таблице 50.

Таким образом, исходя из упрощенного расчета ожидаемый экономический эффект может составить сумму порядка 7 млн. у.е. в год при производстве 10000 тонн ингибиторов только на основе фосфорного шлака.

Аналогичным образом были рассчитаны величины ожидаемого экономического эффекта от внедрения в производство цинк- и марганецсодержащих силикополифосфатных ингибиторов коррозии металлов.

Результаты расчетов показали, что для марганецсодержащего ингибитора себестоимость 1 тонны ингибитора составляет 0,51\$, а годовой ожидаемый экономический эффект – 6,5 млн. \$. Для цинксодержащих силикополифосфатных ингибиторов эти величины соответственно равны. 0,59\$ и 6 млн. \$.

Таблица 50. Оценка ожидаемого экономического эффекта

Наименование статей	Затраты на товарные продукты (тыс. \$)
	Ингибиторы коррозии
1. Капитальные затраты:	
- технологическое оборудование	300,00
- строительно-монтажные работы	150,00
2. Производственные затраты:	
- заработная плата	36,12
- сырье и вспомогательные материалы	2690,00
- энергозатраты	447,20
- вода и канализация	873,36
- амортизационные отчисления	45,00
- отчисления в различные фонды	10,80
- накладные расходы (услуги связи, транспортные издержки, текущий ремонт и др.)	45,50
ИТОГО	4597,98
3. Мощность производства	10000 тонн
4. Себестоимость единицы продукции, \$	0,46
5. Оптовая цена за тонну (с учетом НДС)	1,20
6. Ожидаемый экономический эффект, \$	7445,0

Следует отметить, что величина экономического эффекта при внедрении разработанных силикополифосфатных ингибиторов складывается не только из прибыли от реализации данных продуктов, но и, в гораздо большей степени, при их применении в промышленном и коммунально-бытовом водоснабжении за счет снижения потерь металла от коррозии, увеличения срока безаварийной эксплуатации водоводов, снижения расхода электроэнергии на транспортировку воды и т.д.

Точная экономическая оценка эффективности защиты водопроводов от коррозии зависит от многих факторов (диаметра, производительности, сложности трассы, характеристики грунтов, коррозионной и химической характеристики воды, технического уровня эксплуатации и др.) и может быть выполнена только при наличии конкретных данных и для конкретного водовода. Так, например, стоимость прокладки 1 км стального водопровода, в зависимости от категории грунта и профиля трассы, колеблется от 100000 до 1000000 у.е. за км [138].

Поэтому нами был проделан расчет ожидаемой экономической эффективности от применения технологии антикоррозионной обработки воды разработанными силикополифосфатными ингибиторами для 1 км водопровода диаметром 350-400 мм относительно его среднестатистической стоимости строительства 300000 у.е. за 1 км. При расчете использовали данные, полученные при эксплуатации водоводов трестом «Южводопровод» [268] за длительный промежуток времени и на большей протяженности и нормативный документ «Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», - М.: Экономика, 1987. При этом ожидаемый экономический эффект складывается из следующих показателей.

1. Экономия от снижения себестоимости (прирост прибыли) формируется за счет:

а) увеличения срока службы стального водовода

$$\mathcal{E}_{\text{сс}} = Z_0 / T_1 - Z_0 / T_2 \quad (50)$$

где  $Z_0$  – затраты (стоимость строительства 1 км водовода);

$T_1$  и  $T_2$  – сроки службы водовода в годах до и после применения новой технологии соответственно.

Нормативный срок службы водоводов по проекту составляет 20 лет (на практике обычно меньше – 10-12 лет) и определяется состоянием внутренней поверхности водовода. При использовании ингибиторной защиты срок службы водовода может быть продлен и определяется сроком службы наружной защиты, что составляет порядка 40 лет.

Таким образом,

$$\mathcal{E}_{\text{сс}} = 300000/20 - 300000/40 = 7,5 \text{ тыс у.е./км.год} \quad (51)$$

б) снижение расхода электроэнергии на прокачку воды ( $\mathcal{E}_{\text{эл}}$ ). Среднестатистическая стоимость электроэнергии необходимая для прокачки воды по водоводу по данным /али/ составляет 580 у.е./км·год. Предполагается, что использование антикоррозионной обработки воды разработанными ингибиторами позволит снизить эти затраты на 10÷15% или на ~ 58 у.е./км·год, т.е.  $\mathcal{E}_{\text{эл}} = 58 \text{ у.е./км·год}$

в) снижение затрат на ремонт водоводов -  $\mathcal{E}_{\text{кр}}$

$$\mathcal{E}_{\text{кр}} = Z_{\text{кр}}^1 - Z_{\text{кр}}^2 \quad (52)$$

где  $Z_{\text{кр}}^1$  и  $Z_{\text{кр}}^2$  – затраты на ремонт 1 км водовода до использования новой технологии и после – соответственно.

По 20-летним данным  $Z_{\text{кр}}^1 = 200 \text{ у.е./км.год}$ .

Предполагается, что после использования новой технологии эти затраты составят  $Z_{\text{кр}}^2 = Z_{\text{кр}}^1 \cdot 0,5 = 100 \text{ у.е./км.год}$ .

Таким образом,

$$\mathcal{E}_c = \mathcal{E}_{cc} + \mathcal{E}_{кр} + \mathcal{E}_{эл} = 7,5 + 0,1 + 0,058 = 7,66 \text{ тыс.у.е./км.год} \quad (53)$$

Использование новой технологии требует определенных затрат ( $Z_{об}$ ) на обработку воды, которые в основном определяются стоимостью: реагентов.

Исходя из пропускной способности водовода 4 млн м<sup>3</sup> в год при скорости движения воды 1 м/сек, суммарный расход реагента для коммунально-бытовых водоводов составит 4 тонны (при концентрации силикополифосфатов 1 г/м<sup>3</sup>). Затраты на приобретение (4,8 тыс.у.е/год) и применение ингибитора (1,2 тыс.у.е/год) суммарно составят 6 тыс. у.е. в год. Таким образом, среднестатистические затраты на обработку воды по предварительным расчетам составляют величину порядка

$$Z_{об} = 6 \text{ тыс.у.е./км}\cdot\text{год.}$$

Таким образом,

$$C_1 - C_2 = \mathcal{E}_c - \mathcal{E}_{об} = 7,66 - 6,00 = 1,66 \text{ тыс.у.е./км.год}$$

2. Удельные капитальные затраты (+ $\Delta K$ ) на монтаж и запуск дозирующего оборудования, составляют  $\sim 0,40$  тыс.у.е./км.год. (Исходя из примерной стоимости стендовой установки).

3. Снижение приведенных затрат ( $Z_{сн}$ ) определяем расчетом в соответствии с методикой

$$Z_{сн} = (C_1 - C_2) - 0,15 \cdot \Delta K = 1,66 - 0,15 \cdot 0,40 = 1,60 \text{ тыс. у.е./км.год} \quad (55)$$

4. Годовая экономия от снижения себестоимости (прирост прибыли) определяется по формуле:

$$\text{Годовая экономия} = [(C_1 - C_2) - 0,15 \cdot \Delta K] \cdot A_2 = 1,6 \cdot 1 \text{ год} = 1,6 \text{ тыс.у.е./км год} \quad (56)$$

где  $A_2 = 1 \text{ км}$  ( $A_2$  – объем работ в км).

5. Сметная стоимость работ (предпроизводственные затраты с приведением по фактору к расчетному году) –  $K_{нпр}$  составляет  $\sim 100$  у.е./км год.

6. Годовой экономический эффект  $\mathcal{E}$  с учетом предпроизводственных затрат рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_1 - C_2) - 0,15 \cdot \Delta K] \cdot A_2 - K_{нпр} = 1,6 - 0,1 = 1,5 \text{ тыс.у.е./км год} \quad (57)$$

Таким образом, на 1000 км стальных водоводов ожидаемый экономический эффект составит около 1,5 млн. у.е./год.

Из приведенного экономического расчета можно сделать вывод, что в случае защиты внутренней поверхности стальных водоводов от коррозии путем антикоррозионной обработки транспортируемой воды силикополифосфатными ингибиторами основная экономия образуется за счет продления срока службы водоводов и определяется разницей в себестоимости строительства. Поэтому ожидаемый экономический эффект с достаточной степенью достоверности можно определить, учитывая разницу годовой себестоимости водовода с использованием известной и предлагаемой технологий.

В настоящее время за рубежом широкое распространение нашел способ защиты внутренней поверхности водоводов от коррозии путем покрытия поверхности цементно-песчанной смесью по способу фирмы «Амерон», однако, этот способ требует наличия сложного оборудования, больших капитальных затрат и отличается низкой производительностью. Стоимость строительства водовода в случае использования цементно-песчанного покрытия возрастает на 40% /41/.

Легко подсчитать, что экономия на себестоимости водовода в этом случае составит  $\Delta_{cc} = Z_1/T_1 - Z_2/T_2 = 300000 / 20 - 420000 / 40 = 450$  у.е./км год против 1500 у.е./км год при использовании предлагаемой технологии.