

УДК 628.162

**Б.Н. ЖИТЕНЬ, О.П. БЕЛОГЛАЗОВА, Л.Е. НАУМЕНКО**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ КОАГУЛИРОВАНИЕМ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФАТОВ**

The article presents the calculation of the economic efficiency of the technology of backwash waters treatment by coagulation in the presence of phosphates at iron removal stations.

Расчет экономической эффективности технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов выполнен для Барановичской дистанции водоснабжения и санитарно-технических устройств РПУП «Дорводоканал Белорусской железной дороги», на которой внедрена данная технология (Проект №07.094 «Реконструкция станции обезжелезивания (ст. Брест). Технологическая часть». ПРУП «Белкоммунпроект», дочернее унитарное предприятие «Бресткоммунпроект») [1].

Производительность станции обезжелезивания составляет 10000 м<sup>3</sup>/сут. Подземные воды водозабора по своему качеству не соответствуют требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 по следующим показателям: железо (до 2,4 мг/дм<sup>3</sup>), мутность до 2,3 мг/дм<sup>3</sup>, цветность (до 86 мг/дм<sup>3</sup>). Для улучшения качества воды принят метод упрощенной аэрации с последующим фильтрованием на напорных фильтрах с многослойной фильтрационной загрузкой компании Culligan марки Twin Hi-Flo 9 2100 (компоновка из 2-х рабочих емкостей) в количестве 3 шт. Запроектированные фильтры промываются сырой водой, каждый в среднем 1 раз в 3-е суток.

Количество промывных вод от одной промывки фильтра составляет 77,2 м<sup>3</sup>, от трех фильтров – 232 м<sup>3</sup>, которые сбрасываются в р. Лесная. В промывных водах концентрация загрязняющих веществ (железа общего) составляет 200 мг/л, что в сотни раз превышает их предельнодопустимую концентрацию (0,3 мг/л).

Существующее законодательство лимитирует сброс промывных вод с содержанием железа свыше 0,3 мг/л в водные объекты (Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2007 г. № 215 «О ставках налога за использование природных ресурсов (экологического налога) и некоторых вопросах его взимания», Указ Президента Республики Беларусь от 2 сентября 2008 г. №492 «О внесении дополнений и изменений в Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2007 г. N 215», Указ № 348 от 24 июня 2008 г. «О таксах для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде»).

Применение технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов, разработанной на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» Брестского государственного технического университета, позволит:

- ✓ уменьшить отрицательную нагрузку на окружающую среду;
- ✓ снизить затраты предприятия (отсутствие нарушений законодательства позволит избежать уплаты штрафов).

Проектом предусматривается применение реагента фосфата натрия и коагулянта сульфата алюминия для более эффективного осветления и обезжелезивания промывных вод.

Размер штрафных санкций за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду (по данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды) для Барановичской дистанции водоснабжения и санитарно-технических устройств РПУП «Дорводоканал Белорусской железной дороги» предполагается 724 583.40 тыс.руб/год.

Величина 724 583.40 тыс. руб. в год является внереализационным доходом ( $D_{вн}$ ) и может рассматриваться как экономический эффект от внедрения технологии очистки промывных вод.

В соответствии с «Инструкцией по оценке эффективности использования результатов исследований и разработок в промышленности» (утверждена Постановлением ГКНТ и НАН Беларуси 22 декабря 2004 г. № 8/3) для проведения прогнозной оценки эффективности разработанной технологии очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов необходимо определить величину затрат, связанных с внедрением технологии [2].

Затраты состоят из расходов на приобретение и монтаж оборудования (инвестиционные затраты) и эксплуатационных расходов (текущие затраты).

#### Определение инвестиционных затрат

При расчете стоимости оборудования и материалов в текущих ценах принято:

- курс Евро (EUR), установленный Национальным банком Республики Беларусь по состоянию на 1.06.2013 г. составляет 11 310 БЕЛ. РУБ. за 1 EUR;
- курс российского рубля (RUR), установленный Национальным банком Республики Беларусь по состоянию на 1.06.2013 г. 273,5 БЕЛ. РУБ. за 1 RUR.

Пересчет стоимости оборудования выполняется одновременно с изъятием из отпускной цены налога на добавленную стоимость.

Таблица 1 – Расчет стоимости оборудования

Наименование оборудования	Ед. изм.	Количество	Стоимость	
			единицы измерения	всего, тыс. бел. руб.
1	2	3	4	5
Погружной насос марки "FLUGT" CP 3068.180-251 HT	Шт.	3	7240 eur*	204711,00
Погружной насос марки "FLUGT" CP 3085.183-434 MT	Шт.	3	9230 eur*	260978,25
Растворно-расходные баки (емкости из полиэтилена "ЭЛГАД Полимер", Россия) W=1000 м <sup>3</sup> , D=1060 мм, H=1330 м	Шт.	2	7326 RUR	3339,44
Соленодные клапаны компании Сете, Италия Ø25 мм	Шт.	2	60 eur	1131,00
Кран шаровой муфтовый Ø15 мм	Шт.	2	11,5 eur	216,78
Кран шаровой муфтовый Ø20 мм	Шт.	3	13,4 eur	378,89
Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные перфорированные Ø15 мм ГОСТ 3262-75	М.п.	15	44,0 RUR	150,43
Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные Ø25 мм, ГОСТ 3262-75	М.п.	2	83,0 RUR	37,83
Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные Ø20 мм, ГОСТ 3262-75	М.п.	6	57,0 RUR	77,95
<b>Итого стоимость оборудования:</b>				<b>471021,55</b>
<b>Затраты на монтаж оборудования приняты (15 % от стоимости оборудования)</b>				<b>70653,23</b>
<b>Итого:</b>				<b>541674,78</b>

\*стоимость за комплект насосов (3 шт.), включая стоимость аксессуаров и поставку

Стоимость оборудования определена в таблице 1 и составляет 471021.55 тыс.руб. Затраты на монтаж оборудования приняты ориентировочно в размере 15 % от стоимости оборудования – 70653.23 тыс.руб.

Суммарная величина инвестиционных ресурсов составляет 541674.78 тыс.руб. по состоянию на 1 июня 2013 года.

**Определение текущих затрат.** Текущие затраты связаны с эксплуатацией оборудования в течение года и включают:

- ✓ затраты на реагенты;
- ✓ затраты на электроэнергию;
- ✓ амортизационные отчисления;
- ✓ ремонт.

Таблица 2 – Расчет стоимости реагентов

Наименование	Средняя доза реагента $D_{cp}$ , мг/л	Расход реагента за сутки, кг	Расход реагента за год $D_{год, T}$	Цена за 1 т реагента, руб.	Годовые затраты, тыс. бел. руб.
$Al_2(SO_4)_3$	70	8,6	3,14	2 700 000	8 478,00
$Na_3PO_4$	50	5,4	1,97	13 350 000	26 299,52
Итого:					34 777,52

Всего затраты составляют 34 777,52 тыс.руб./год.

**Затраты на электроэнергию.** Расход активной электроэнергии составляет 5000 кВт/час в год (из условия эксплуатации насоса откачки осветленной воды из отстойника 2 ч/сут, насоса перекачки осадка на шламовые площадки – 1 ч в сутки), тариф – 1244.1 руб./кВт.ч, тогда затраты на электроэнергию составят 6220.5 тыс.руб. / год.

**Амортизация.** Расчет амортизационных отчислений приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование основных фондов	Стоимость, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, тыс. руб.
Погружной насос марки "FLUGT" CP 3068.180-251 HT	204711,00	5,00	10236
Погружной насос марки "FLUGT" CP 3085.183-434 MT	260978,25	5,00	13049
Растворно-расходные баки $W=1000 м^3$	3339,44	20,00	668
Соленоидные клапаны Ø25 мм	1131,00	20,00	226
Кран шаровой муфтовый Ø15 мм	216,78	33,00	72
Кран шаровой муфтовый Ø20 мм	378,89	33,00	125
Трубы стальные водогазопроводные Ø15 мм	150,43	10,00	15
Трубы стальные водогазопроводные Ø25 мм	37,83	10,00	4
Трубы стальные водогазопроводные Ø20 мм,	77,95	10,00	8
Итого:			24402

Амортизационные отчисления составляют в сумме 24402 тыс.руб./год  
Отчисления на ремонт. Расчет отчислений на ремонт выполняется в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет отчислений на ремонт

Наименование	Стоимость, тыс. руб.	Капитальный ремонт		Текущий ремонт		Всего
		норма, %	тыс. руб.	норма, %	тыс. руб.	
Оборудование	541674.78	8,00	43334	1,00	5417	48751

Затраты на ремонт составляют в сумме 48751 тыс.руб./год.

Текущие затраты составляют 114 150 тыс.руб.

**Определение срока окупаемости затрат**

В результате внедрения технологии очистки промывных вод станции обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов общая экономия текущих затрат возмещает капитальные затраты. Однако полученные при этом суммы результатов (экономии) и затрат (капитальных затрат) по годам приводят к единому времени расчетному году, путем умножения результатов и затрат за каждый год на коэффициент приведения  $K_{пр}$ .

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле:

$$K_{прT} = (1 + E_n)^{T-P-T}$$

где  $E_n$  – норматив приведения разновременных затрат и результатов;

$T_p$  – расчетный год (2013 год);

$T$  – номер года, результаты и затраты которого приводятся к расчетному (2013 – 1, 2014 – 2, 2015 – 3).

Норматив приведения разновременных затрат и результатов ( $E_n$ ) для инвестиций, направляемых на внедрение новых технологий в существующей практике, принимается равным 0,15.

Следовательно, при решении данной задачи коэффициентам приведения по годам будут соответствовать следующие значения:

$$K_{пр1} = (1 + 0,15)^{1-1} = 1 - 2013 \text{ (расчетный год);}$$

$$K_{пр2} = (1 + 0,15)^{1-2} = 0,869 - 2014 \text{ год;}$$

$$K_{пр3} = (1 + 0,15)^{1-3} = 0,756 - 2015 \text{ год.}$$

Данные расчета экономического эффекта целесообразно свести в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет экономического эффекта от использования технологии очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов

Показатели	Ед. изм.	2013	2014	2015
<b>Результаты:</b>				
$D_{вн}$	тыс. руб.	--	724583.40	724583.40
$D_{вн}$ с учетом фактора времени	тыс. руб.	--	629662.97	547785.1
<b>Затраты:</b>				
Инвестиционные затраты	тыс. руб.	541674.78	-	-
Пополнение оборотных средств	тыс. руб.		114150.49	114150.49
Всего затрат	тыс. руб.	541674.78	114150.49	114150.49
То же с учетом фактора времени	тыс. руб.	541674.78	99196.7	86297.77
<b>Экономический эффект:</b>				
Превышение результата над затратами	тыс. руб.	-541674.78	530466.20	461487.28
То же нарастающим итогом	тыс. руб.	-541674.78	-11208.58	450278.70
Коэффициент приведения		1,0	0.869	0.756

Затраты, связанные с внедрением технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов, полностью окупятся на третьем году использования на предприятии.

Экономическая значимость разработанной технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания заключается в уменьшении объемов загрязнений и концентрации вредных веществ в водной среде и почве; в экономии объема чистых подземных вод и, как следствие, снижении себестоимости отпускаемой потребителю воды за счет повторного использования очищенных промывных вод.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Науменко, Л.Е. Технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов: дис. ...канд. технич. наук: 05.23.04 / Л.Е. Науменко. – Минск, 2009. – 190 л.

Инструкция по оценке эффективности использования результатов исследований и разработок промышленности: постановление ГКНТ и НАН Беларуси от 22 декабря 2004 г. – № 8/3.

УДК 628.21

**Б.Н. ЖИТЕНЁВ, А.Г. НОВОСЕЛЬЦЕВА**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ДЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ**

The article describes the problem of utilization of iron-containing sediments originating from deironing stations and the perspectives of their use for physical-chemical treatment of waste water from phosphates.

#### **Введение**

В настоящее время одной из важнейших проблем в природоохранной деятельности является удаление биогенных элементов из сточных вод. Большинство действующих сооружений запроектировано для удаления из сточных вод взвешенных веществ и снижения БПК, при их строительстве не предусматривались вопросы удаления биогенных элементов азота и фосфора.

Поступление большого количества азота и фосфора в водные объекты приводит к их эвтрофированию. Процесс эвтрофирования характеризуется активным ростом водорослей и высшей водной растительности. В результате эвтрофирования в водоемах происходит нарушение процессов саморегуляции в биоценозах, в них начинают доминировать виды, наиболее приспособленные к изменившимся условиям (хлорококковые водоросли цианобактерии), вызывая цветение воды. Наиболее интенсивно процессы эвтрофирования развиваются в замкнутых, зарегулированных и малопроточных водных объектах. Общеизвестно, что эвтрофирования водоема не наблюдается при концентрациях фосфора в пересчете на Р менее 0,2 мг/л. Кроме того что азот и фосфор, накапливаясь в водоеме, вызывают его цветение, разнообразные соединения азота и фосфора оказывают вредное воздействие на гидробионтов и здоровье человека.