

УДК 574(075) + 621.039

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ДЕЗАКТИВАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД РЕДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кудрявский Ю.П., Черный С.А., Рахимова О.В., Зеленин В.И., Онорин С.А.
*Научно-производственная экологическая фирма «ЭКО-технология», Березники,
Пермский государственный технический университет, Березниковский филиал,
Уральский государственный технический университет, Екатеринбург*

В работе представлены некоторые результаты анализа экономической эффективности промышленной эксплуатации усовершенствованной технологии дезактивации и нейтрализации цеховых обмывочных вод редкометаллического производства. Показано, что внедрение разработанной технологии позволяет получить суммарный эффект от сокращения производственных затрат и выпуска дополнительной продукции в размере до 43,5 млн. руб. ежегодно, при общем сокращении массы вторичных радиоактивных отходов в 2,7÷4 раза.

Известно, что исходным сырьем для производства соединений Nb, Ta и редкоземельных элементов (РЗЭ) в России в основном является лопаритовые концентраты, представляющие собой титано-ниобаты натрия, кальция и РЗЭ [1]. При хлорной технологии переработки такого концентрата примеси сопутствующих элементов преимущественно концентрируются в отходах производства [2]. Присутствующие радиоактивные металлы в процессе переработки перераспределяются в расплавы РЗЭ, расплавы солевого оросительного фильтра (СОФ), кладку хлоратора, цеховые обмывочные воды и бытовой мусор [3]. В соответствии с действующей технологией обезвреживания и дезактивации радиоактивные стоки редкометаллического производства подвергаются обработке растворами $BaCl_2$, H_2SO_4 и известковым молоком до $pH=7,5\div 8,5$. Образующийся при этом влажный радиоактивный осадок направляется на захоронение в спецхранилище. Учитывая, что на 1 т перерабатываемого лопаритового концентрата приходится до 0.4 т осадка, данная технология представляется весьма затратной, приводящей к неоправданному росту себестоимости товарной продукции предприятия. В связи с этим для решения актуальной задачи снижения расходов на обезвреживание радиоактивных отходов (РАО) был проведен комплекс исследовательских работ и разработана усовершенствованная технологическая схема переработки радиоактивных стоков [4], обеспечивающая сокращение массы осадков от нейтрализации и дезактивации цеховых обмывочных вод в 6 раз. В основе предлагаемой к внедрению технологии лежит обработка цеховых обмывочных вод раствором гидроксида натрия вместо известкового молока. Промышленные испытания

усовершенствованной технологии показали, что ее эксплуатация обеспечивает сокращение общей массы вторичных РАО, подлежащих захоронению в 2,7÷4 раза в зависимости от реализуемого варианта нового технологического процесса.

Для оценки влияния внедряемой технологии на результатные показатели описываемого производства был проведен анализ экономической эффективности ее промышленного использования. В модельных расчетах, оценка эффективности внедрения усовершенствованной технологии производилась по изменению суммарных ежегодных затрат на обезвреживание радиоактивных отходов - $Z_{РАО}$, которые включают в себя, согласно рекомендациям МАГАТЭ, затраты на реализацию собственно технологического процесса нейтрализации и дезактивации стоков $Z_{ТЕХН}$, затраты на транспортировку РАО в спецхранилище $Z_{ТР}$, и, кроме этого, затраты на строительство хранилища спецотходов (ХСО) - $Z_{ХСО}$:

$$Z_{РАО} = Z_{ТЕХН} + Z_{ТР} + Z_{ХСО} \quad (1)$$

При этом изменение способа реагентной обработки обмывочных вод приводит к уменьшению общих затрат на реактивы Z_p , а сокращение массы РАО, подлежащих захоронению, приводит к изменениям ежегодных капвложений в строительство ХСО и затрат на транспортировку отходов¹.

Указанное уменьшение затрат на реагенты Z_p ввиду замены известкового молока и раствора хлорида бария, на стадии нейтрализации и дезактивации цеховых обмывочных вод, на раствор

¹ На все прочие прямые и косвенные расходы, относящиеся к процессу переработки отходов и их захоронению, внедрение новой технологии практически не влияет, поэтому при проведении расчетов они не рассматривались.

гидроксида натрия, при существующих ценах на реактивы в новом варианте усовершенствованного технологического процесса, по сравнению с затратами на реагенты для базовой технологии составит около 47%, т.е.:

$$\frac{z_P^{НОВ}}{z_P^{БАЗ}} \approx 0,53 \quad (2)$$

Другим экономическим эффектом использования новой технологии является изменение общей структуры ежегодных затрат на переработку и захоронение РАО - уменьшается доля иммобилизуемых средств (практически на 13%) при росте затрат оборотного характера в общем объеме расходов на переработку и захоронение отходов. Это способствует повышению ликвидности активов предприятия, что крайне важно в условиях высокой динамики рыночной среды, в которой

функционирует предприятие.

Анализ изменения себестоимости обезвреживания и захоронения 1 т РАО в зависимости от степени сокращения массы радиоактивного кека для существующей и предлагаемой технологии (см. рис. 1), показывает, что предлагаемое технологическое решение обеспечивает уменьшение удельной себестоимости обезвреживания отходов на 10-15%, что говорит о более эффективном использовании в новой технологии привлекаемых ресурсов при достижении необходимого целевого результата [5]. Однако, величина удельной себестоимости обезвреживания РАО ограничивается снизу суммарными расходами на реагенты, вследствие чего для дальнейшего удешевления процесса необходимо использовать менее дорогие ресурсы.

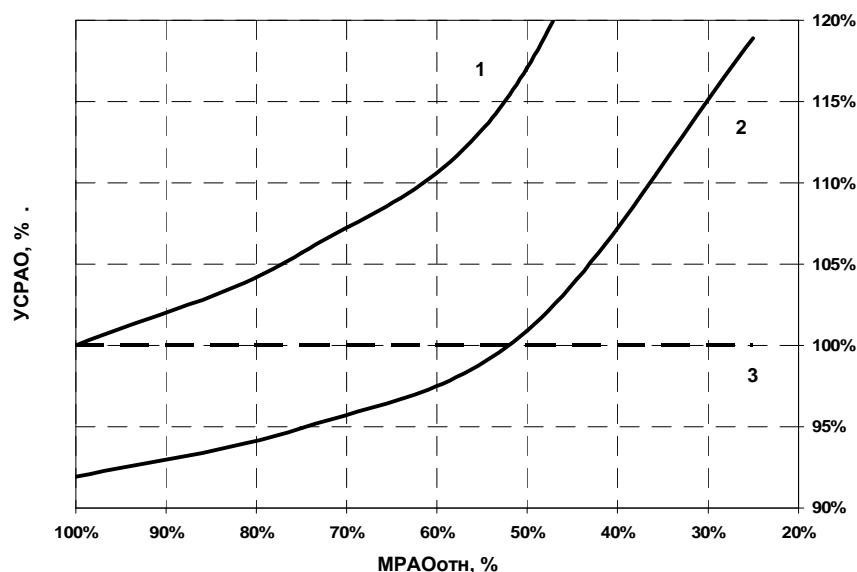


Рисунок 1. Зависимость величины удельной себестоимости обезвреживания РАО от степени сокращения массы радиоактивных отходов

УСРАО – относительный уровень удельной себестоимости обезвреживания РАО;

МРАОотн – относительная масса захораниваемых РАО в сравнении с исходной.

1 – удельная себестоимость обезвреживания РАО для существующей технологии

2 – удельная себестоимость обезвреживания РАО для новой технологии

3 – исходный уровень удельной себестоимости

Переходя к рассмотрению эффекта, обусловленного экономией средств от промышленной эксплуатации новой технологии, следует отметить, что в абсолютном выражении он может составлять до ≈ 6 млн. руб. ежегодно. При этом, для полноты анализа целесообразно сопоставить величину указанной экономии с величиной затрат на реализацию технологического процесса для различных уровней сокращения массы ра-

диоактивного кека. Результаты сравнения этих параметров представлены на рис. 2. Из графика видно, что величина экономии начинает превосходить затраты после достижения $\approx 38\%$ сокращения массы РАО, подлежащих захоронению. При дальнейшем уменьшении массы отходов снижается себестоимость товарной продукции за счет компенсации «экологического бремени».

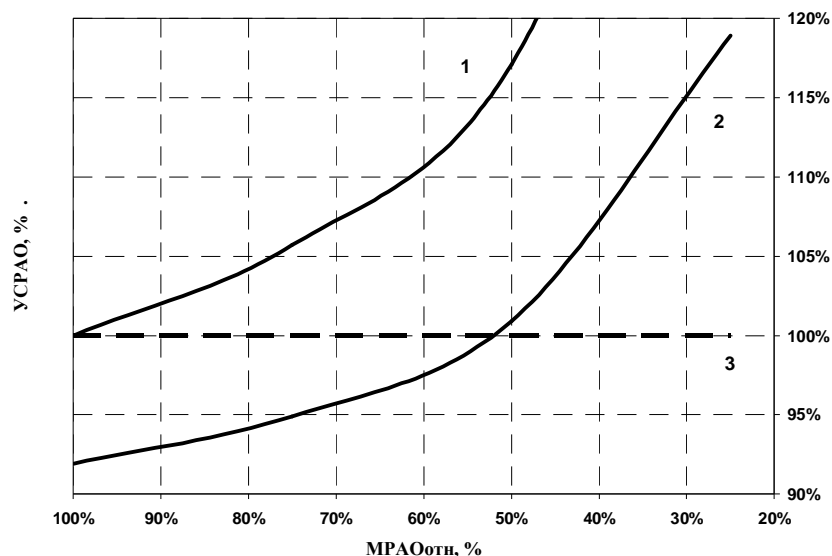


Рисунок 2. Сопоставление экономии и затрат при эксплуатации разработанной технологии

МРАОотн – относительная масса захораниваемых РАО в сравнении с исходной;
ОУЭ и *ОУЗ* – относительные уровни экономии и затрат на технологический процесс.

1 – экономия, 2 – затраты

Пояснения:

§ относительный уровень затрат рассчитывался через отношение текущих затрат на технологию к их исходному уровню

§ величина экономии от использования разработанной технологии вычислялась как разность между затратами на реализацию базового и внедряемого вариантов технологического процесса, а относительный уровень экономии - через отношение рассчитанной экономии к затратам при той же степени сокращения массы РАО

Сокращение массы захораниваемых радиоактивных осадков при внедрении новой технологии приводит к пропорциональному увеличению срока эксплуатации ХСО до 9 лет. При этом появляется возможность получения еще одного дополнительного экономического эффекта за счет оптимизации схемы инвестирования средств в строительство ХСО. Проведенная оценка возможного эффекта от экономии средств при переходе на новую технологию в долгосрочной перспективе показала, что за рассматриваемый период эффект² может составить от 13,0 до 16,8 млн. руб. в зависимости от схемы инвестирования средств в строительство ХСО. Кроме того, с позиций повышения экономической эффективности деятельности предприятия, рационально предусмотреть альтернативное использование сэкономленных средств для получения дополнительного дохода. Оценка указанного дохода [6] при условном размещении ежегодно сэкономленных средств по стандартной схеме³ показала, что его величина за увеличенный срок эксплуатации хранилища в зависимо-

сти от схемы инвестирования может составлять до 92,9 млн. руб.

В заключение хотелось бы отметить, что за счет утилизации на переделе хлорирования высушенного и прокаленного осадка от дезактивации и нейтрализации стоков внедряемая технология позволяет получить дополнительную товарную продукцию – окислы РЗЭ, Та, Nb, Ti – на сумму около 37.4 млн. руб. в год в текущих ценах. При альтернативном использовании указанных средств по упомянутой выше эталонной схеме возможный эффект может составить до ≈ 600 млн. руб. за рассматриваемый 9-летний период.

Таким образом, учитывая все вышеизложенное можно сделать вывод о высокой эффективности и комплексном характере предлагаемого к внедрению технического решения, т.к. оно существенно улучшает технологические и экономические показатели редкометаллического производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологический справочник по тяжелым литофильным редким металлам / Под ред. Лаврова Н.П. – М.: Недра, 1987
2. Коровин С.С., Дробот Д.В. Редкие и рас-

² Эффект оценивался при годовой ставке дисконтирования 12%

³ Стандартная схема альтернативного использования средств – это их размещение на банковский депозит, в данном расчете по ставке 12% в год

сеянные элементы. Химия и технология. Т. 2. – М.: МИСИС, 1999, с.324-345

3. Кудрявский Ю.П. Исследование, разработка и внедрение технологии дезактивации радиоактивных растворов //Современные наукоемкие технологии. – 2005. - № 6. – с. 12-16

4. Кудрявский Ю.П., Рахимова О.В., Черный С.А. и др. Патент РФ на ПМ № 35681 «Производственный технологический участок для

обезвреживания и дезактивации радиоактивных отходов» с приоритетом от 14.10.2003 г.

5. Экономические основы экологии. 3-е изд./ Глухов В.В., Некрасова Т.П. – СПб.: Питер, 2003, с. 248-258

6. Экономическая оценка инвестиций /Под общ. ред. Римера М. И. – СПб.: Питер. - 2005, с. 90-94

THE ANALYSIS OF ECONOMIC EFFICIENCY OF TECHNOLOGY OF NEUTRALIZATION AND DEACTIVATION OF SEWAGE OF RARE-METAL MANUFACTURE

Kudrjavsky J.P., Cherny S.A., Rakhimova O.V., Zelenin V.I., Onorin S.A.

In work results of the analysis of economic efficiency of commercial operation of the advanced technology of deactivation and neutralization shop waste waters of rare-metal manufacture are briefly submitted. It is shown, that introduction of the developed technology allows to receive total effect from reduction of industrial expenses and release of additional production in size up to 43,5 million roubles annually, at the general reduction of weight of secondary radioactive waste products in 2,7÷4 time.