

К вопросу об оценке стоимости обработки жидких радиоактивных отходов

Б. С. ПАВЛОВ-ВЕРЕВКИН, М. Ф. КРАСНАЯ

УДК 338:621.039.7.14

Основой экономической оценки работы химических водоочистных сооружений является стоимость обработки 1 м^3 сбросных вод. Эта величина зависит от принятой технологии обработки, производительности установки, уровня автоматизации процесса, цены применяемых реагентов и т. д. Для оценки влияния этих факторов, определяющих стоимость обработки сбросных вод, рассмотрим соответствующие данные по водоочистным станциям различных стран, имеющим неодинаковые мощности и применяющим разные технологические схемы переработки. Такие данные приведены в таблице, в которой строки 1, 2, 4—7—9, 11—13 заимствованы из работы [1], строки 6, 12 — из работы [2]. Те же данные представлены на рисунке.

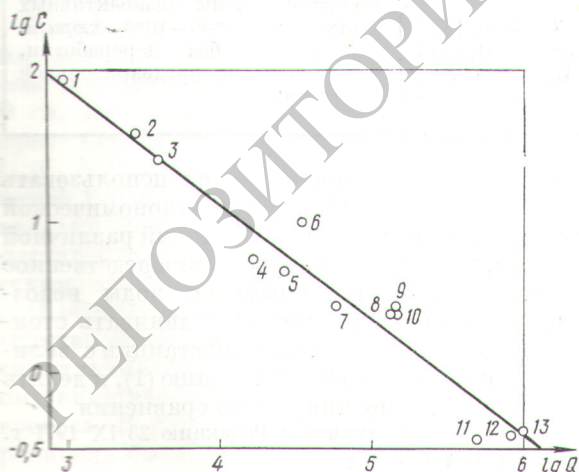
Несмотря на большое различие в принятых на разных водоочистных станциях технологических схем переработки (от выпарки до контролируемого сброса без обработки), все точки на рисунке довольно четко группируются около прямой линии, уравнение которой может быть приближенно записано в виде

$$\lg C = -0,777 \lg Q + 4,222, \quad (1)$$

если стоимость выражена в долларах на 1 м^3 , или в виде

$$\lg C = -0,777 \lg Q + 4,176, \quad (1a)$$

если стоимость выражена в рублях на 1 м^3 .



Зависимость стоимости обработки сбросных вод в долл./м^3 (C) от годовой производительности (Q) очистных сооружений (номера точек соответствуют номерам строк таблицы).

Так как были рассмотрены данные по водоочистным установкам различных стран, эта линия выражает некоторую «среднемировую» стоимость переработки воды для производительности каждой установки. Таким образом, зависимость стоимости от производительности установки прослеживается достаточно четко.

Следует обратить внимание на то, что действительные стоимости обработки располагаются как выше, так и ниже линии средней стоимости. Если рассматривать положение соответствующих точек относительно среднемировой стоимости, принимая во внимание применяемую на каждой станции технологическую схему переработки воды, то ясно видно, что, чем сложнее технология, тем выше стоимость обработки.

Так, выпарка (точка 1), двухступенчатая химическая очистка (точка 2), последовательное применение двух или более стадий очистки (точки 6, 8—10) обуславливают повышение стоимости обработки по сравнению со средней стоимостью для данной производительности установки. Например, станции, применяющие выпарку для очистки всех вод (точка 1), затрачивают на переработку на 5—7 долл./м^3 больше, чем соответствует уравнению (1).

Наоборот, слив части (точки 4 и 5) или всех отходов без переработки (точки 11 и 12) вызывает снижение стоимости обработки.

Таким образом, при различных производительностях водоочистных станций стоимость обработки определяется прежде всего производительностью, а при одинаковых производительностях — принятыми технологическими схемами, от которых зависит и стоимость употребляемых реагентов. Для оценки эффективности автоматизации процесса в настоящее время не имеется сравнительных данных.

Нами была рассчитана стоимость дезактивации сбросных вод радиохимической лаборатории на водоочистных сооружениях с производительностью $4000 \text{ м}^3/\text{год}$. При этом были учтены все затраты, рекомендованные в работе [1], для получения данных, сравнимых с данными таблицы. В 1970 г. стоимость дезактивации составила $22,80 \text{ руб/м}^3$, или $25,3 \text{ долл./м}^3$, считая 1 доллар равным $0,90 \text{ руб}$. Как видно из рисунка (точка 3), эта стоимость также близка к среднемировой, но несколько ниже нее, так как последняя для производительности $4000 \text{ м}^3/\text{год}$ по выра-

Производительность, стоимость переработки и методы очистки воды на некоторых станциях дезактивации отходов

Номер п.п.	Предприятие	Производительность Q , м ³ /год	$\lg Q$	Стоимость очистки C , долл/м ³	$\lg C$	Методы очистки и удаления
1	2	3	4	5	6	7
1	Гренобль, Франция	950	2,978	88,0	1,945	Выпарка, кубовый остаток цементируется
2	Карлсруэ, ФРГ	3 000	3,477	38,3	1,583	Двухступенчатая химическая очистка, пульпа фильтруется, осадок заключается в бочки
3	Химводоочистные сооружения радиохимической лаборатории	4 000	3,602	25,3	1,403	Одно-двухступенчатая химическая очистка, уплотненная пульпа хранится в резервуарах
4	Студвик, Швеция	17 000	4,230	5,7	0,756	Контроль, сброс в море или выпарка, кубовый остаток хранится в емкостях
5	Токаи-Мура, Япония	27 700	4,443	4,7	0,672	Контроль, сброс в море с разбавлением, 50% отходов очищается ионным обменом и электролизом, регенераторы упариваются, концентрат цементируется
6	Ленинградская станция, СССР	36 000	4,556	10,33	1,014	Коагуляция, выпаривание, доочистка ионным обменом
7	Моль, Бельгия	62 500	4,796	2,7	0,431	Химическая очистка с последующим ионным обменом, пульпа битумируется
8	Харуэлл, Англия	137 000	5,137	2,4	0,380	Химическая очистка, сорбция на вермикулите, пульпа уплотняется и захороняется
9	Московская станция очистки, СССР (данные 1966 г.)	150 000	5,176	2,7	0,431	Коагуляция, двухступенчатая ионообменная очистка, пульпа уплотняется, регенераты упариваются. Жидкий концентрат перевозится на станцию захоронения (стоимость перевозки не учтена)
10	Московская станция очистки, СССР (данные 1970 г.)	150 000	5,176	2,43	0,386	То же
11	Аргонн, США	500 000	5,699	0,37	-0,432	} Большие объемы низкоактивных отходов (10^{-10} — 10^{-8} кюри/л) удаляются без переработки, иногда после предварительной выдержки
12	Ок-Ридж, США	850 000	5,929	0,38	-0,420	
13	Харуэлл, Англия	1 000 000	6,000	0,41	-0,387	

жению (1) равна 26,5 долл/м³. Низкая величина стоимости объясняется тем, что дезактивация низкоактивных вод радиохимической лаборатории достигается однократным химическим осаждением и только в редких случаях (менее 2% общего объема) применяется повторная обработка таким же методом.

Естественно, коэффициенты уравнения (1), полученные из сравнения небольшого числа данных, могут потребовать уточнения, однако до получения более обширного сравнительного материала они могут использоваться для оценки необходимых затрат на переработку радиоактивных сбросных вод.

Полученное уравнение можно использовать и для сравнительной оценки экономической эффективности водоочистных станций различной мощности, для которых непосредственное сравнение стоимости обработки воды невозможно. В этом случае можно сравнивать стоимость обработки воды на каждой станции с величинами, полученными по уравнению (1), и делать заключения на основании этого сравнения.

Поступила в Редакцию 23/IX 1971 г.

ЛИТЕРАТУРА

- В. М. Седов. «Атомная энергия», 23, 173 (1967).
- А. Н. Кондратьев и др. Management of Low and Intermediate Level Radioactive Wastes. Vienna, IAEA, 1970, p. 297.