

УДК 628.3:66.018.312

К. О. Камалов, Ф. И. Ахмаров

РЕГЕНЕРАЦИЯ КАТИОНИТА В ПРОЦЕССЕ ИОНООБМЕННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Исследован процесс регенерации катионообменной смолы КУ-2-8 при очистке сточных вод, содержащих хлориды натрия и цинка. Построены дифференциальные и интегральные кривые вымывания ионов цинка в зависимости от концентрации, объема и скорости пропускания раствора хлорида натрия. Установлено, что при работе с высокими концентрациями (15–20%) хлористого натрия получают фильтраты с максимальной концентрацией хлорида цинка при сокращении количества используемого элюента.

Интегральная кривая также показывает, что наибольшая степень вымывания (99%) достигается при использовании хлористого натрия с высокой концентрацией (15–20%), например, максимальная степень вымывания (99,7%) достигается при пропускании 4-х объемов раствора хлорида натрия.

Оптимальной концентрацией для регенерации является 15% раствор хлорида натрия. Скорость пропускания элюента при регенерации должна находиться в пределах 0,4–0,83 мл/см²·мин. Экспериментально установлено, что для отмывки ионита до исчезновения хлор-иона требуется 5–6 объемов воды (по отношению к объему ионита).

Ключевые слова: катионообменная смола, кривые вымывания, элюент, раствор хлорида натрия.

Промывные воды, образующиеся в процессе синтеза прекурсора оксида цинка [1, 2], содержат до 200 мг/л ионов цинка и 5–10 г/л хлористого натрия. В связи с тем, что концентрация цинка в них выше предельной допустимой концентрации (ПДК по цинку не более 1 мг/л), такие растворы перед сбросом в водоемы требуют предварительной очистки от ионов цинка.

В связи с малыми концентрациями ионов цинка, а также требованием глубокой очистки наиболее приемлемым методом оказалась очистка с помощью ионного обмена. В качестве ионита был использован сильнокислотный катионит КУ-2-8.

Известно, что для регенерации катионитов наиболее часто применяют соляную кислоту и хлористый натрий. В данной работе наиболее приемлемым оказалось использование в качестве элюента раствора хлористого натрия, так как в этом случае катионит переходит непосредственно в Na-форму и может использоваться для сорбции, а образующийся $ZnCl_2$ не содержит соляной кислоты. Применение NaCl обусловлено тем, что в процессе синтеза прекурсора ZnO из раствора $ZnCl_2$ образуется раствор NaCl с концентрацией порядка 130 г/л, который может использоваться для регенерации ионита.

Исследования проводились в вертикальных колонках диаметром 1,6 см и высотой слоя ионита 12 – 13 см с подачей элюента сверху вниз. В процессе пропускания раствора отбирали пробы по объему, анализировали их на Zn^{2+} и строили дифференциальные и интегральные кривые вымывания ионов цинка. На рис.1 показаны дифференциальные кривые вымывания цинка 5%, 10%, 15%, 20% растворами хлористого натрия. Скорость пропускания раствора через ионит 4 мл/см²·мин. Подача раствора производилась сверху вниз.

Из рис. 1 можно сделать вывод, что при работе с высокими концентрациями (15–20%) хлористого натрия получают фильтраты с максимальной концентрацией $ZnCl_2$ при сокращении количества используемого элюента.

Интегральная кривая (рис. 2) также показывает, что наибольшая степень вымывания (99%) достигается при использовании хлористого натрия с высокой концентрацией (15–20%).

В таблице приведены данные, показывающие степень вымывания цинка в зависимости от объема и концентрации NaCl. Из данных таблицы можно сделать вывод, что оптимальной концентрацией для регенерации является 15% раствор NaCl. В этом случае достигается максимальная степень вымывания цинка при

пропускании одинаковых объемов хлористого натрия. Например, при пропускании 4-х объемов NaCl достигается степень вымывания 99,7%.

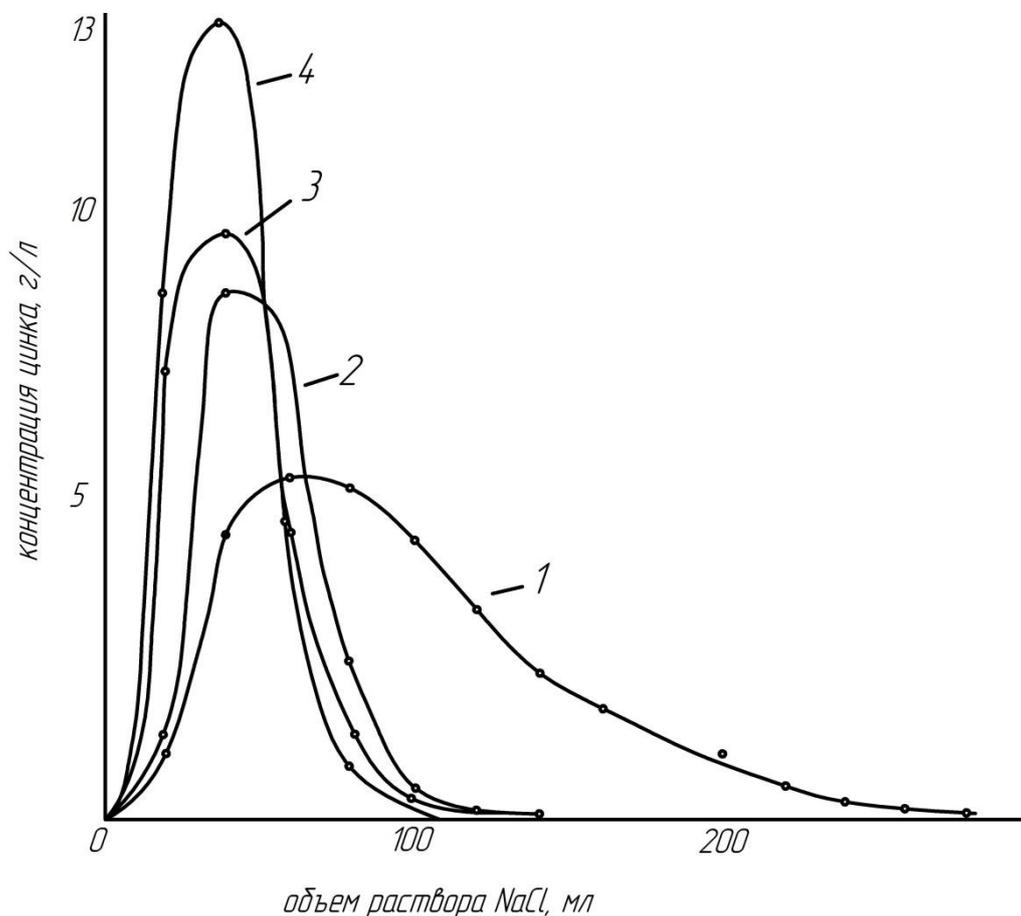


Рис. 1 Дифференциальные кривые вымывания ионов цинка в зависимости от концентрации хлористого натрия 1–5% раствор NaCl, 2 – 10% раствор NaCl, 3 – 15% раствор NaCl, 4 – 20% раствор NaCl

Таблица

Степень вымывания ионов цинка в зависимости от объема и концентрации пропущенного хлористого натрия

Объем Zn, % NaCl, мл	Степень вымывания	Концентрация NaCl, % масс			
		5	10	15	20
20		3,2	6,6	31,7	49
40		17,2	46,7	73,3	85,1

60	34,0	84,2	93,5	95,4
80	50,0	97,0	99,2	97,9
100	64,0	99,5	99,7	98,9

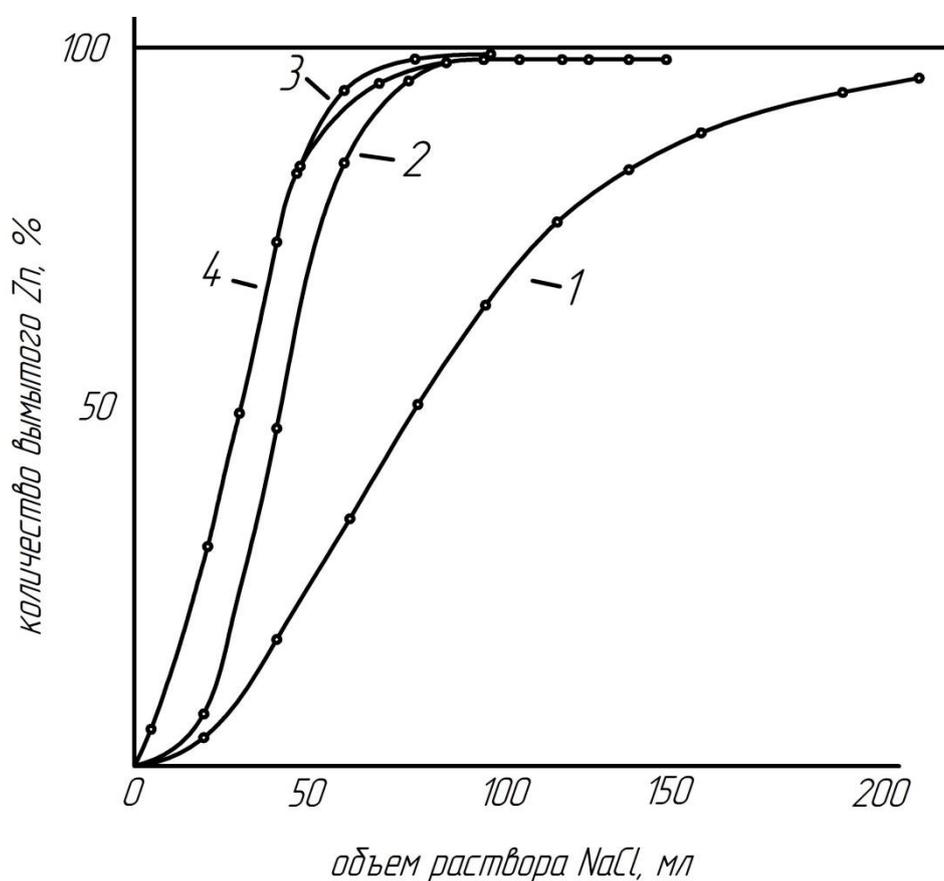


Рис. 2 Интегральные кривые вымывания ионов цинка в зависимости от концентрации хлористого натрия

1 – 5% раствор NaCl, 2 – 10% раствор NaCl, 3 – 15% раствор NaCl, 4 – 20% раствор NaCl

На рис. 3 показана дифференциальная кривая, а на рис. 4 интегральная кривая вымывания цинка в зависимости от скорости пропускания элюента. В качестве регенерирующего раствора использовали 15%-ный раствор NaCl. Из рис. 3 видно, что при уменьшении скорости до $0,21 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$ кривая десорбции становится шире, процесс растягивается во времени, максимальная концентрация ZnCl_2 уменьшается.

При увеличении скорости до $2,2 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$ (рис. 4) степень вымывания цинка уменьшается, что говорит об образовании «канальной» проходимости элюента через катионит.

Таким образом, оптимальным элюентом при вымывании цинка с катионита КУ-2-8 является 15%-ный раствор хлористого натрия. Скорость пропускания элюента при регенерации должна находиться в пределах $0,4\text{--}0,83 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$.

После регенерации колонка промывается водой. Для промывки колонки использовали дистиллированную воду. Скорость пропускания воды $0,83 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$ (4 объема в час). Подача воды производилась сверху вниз. В процессе промывки отбирались пробы и анализировались на наличие хлор-иона (качественная реакция с нитратом серебра).

Экспериментально установлено, что для отмывки ионита до исчезновения хлор-иона требуется 5–6 объемов воды (по отношению к объему ионита).

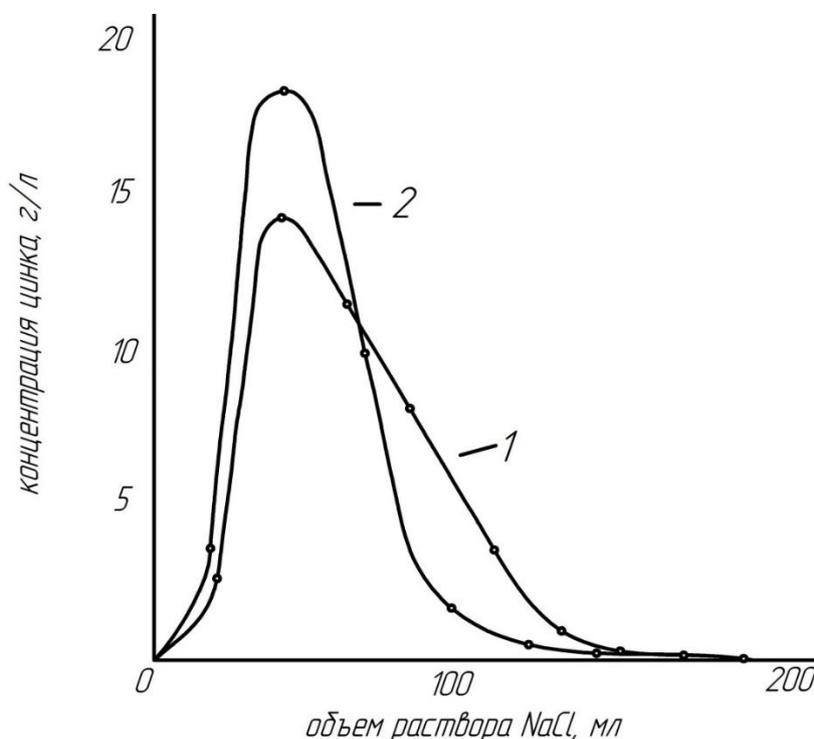


Рис. 3 Дифференциальные кривые вымывания ионов цинка в зависимости от скорости пропускания раствора хлористого натрия 1 – скорость $0,31 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$, 2 – скорость $0,4 \text{ мл/см}^2 \cdot \text{мин}$

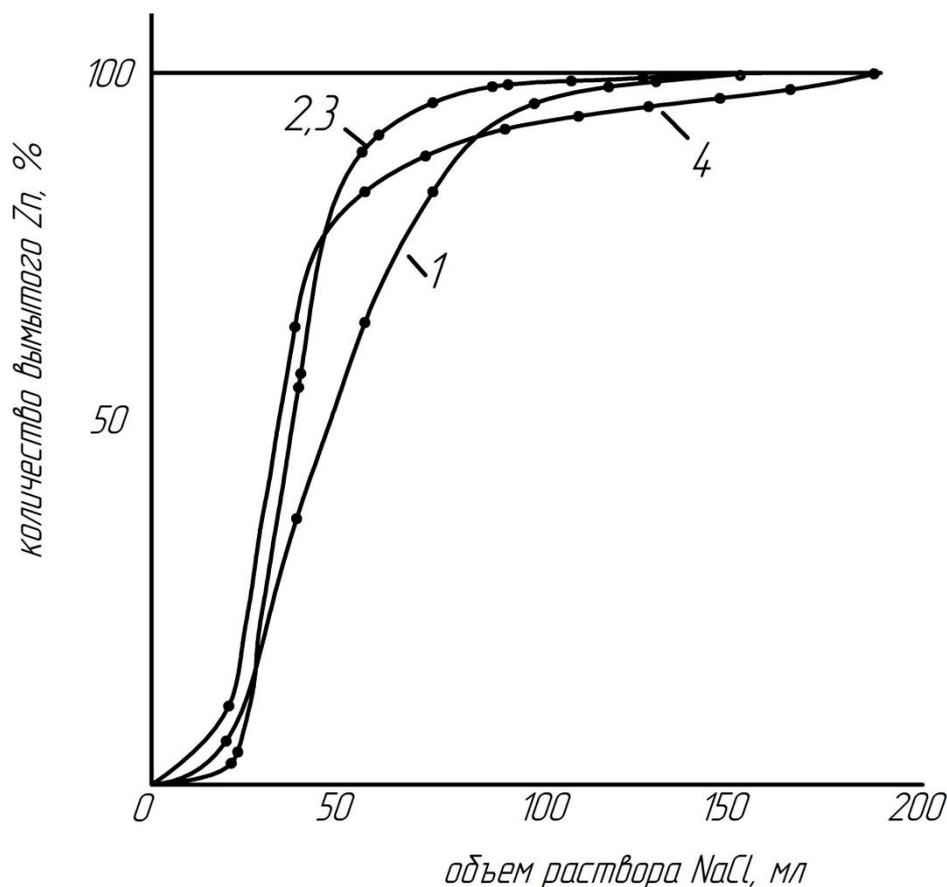


Рис. 4 Интегральные кривые вымывания ионов цинка в зависимости от скорости пропускания раствора хлористого натрия 1 – скорость 0,21 мл/см² · мин, 2 – скорость 0,4 мл/см² · мин, 3 – скорость 0,83 мл/см² · мин, 4 – скорость 2,2 мл/см² · мин

Список литературы

1. Камалов К. О., Лантев В. М., Ахмаров Ф. И. Возможности переработки цинксодержащих шлаков и шламов на соли и пигменты // Экология и промышленность России. 2016. № 6. С. 36–42.
2. Камалов К. О., Ахмаров Ф. И. Исследование процесса синтеза и очистки прекурсора оксида цинка // Общество, наука, инновации: сб. материалов всерос. ежегод науч.-практ. конф. / Вят. гос. ун-т. Киров, 2017. (CD-ROM. Секция «Химические науки». С. 291–297.)

КАМАЛОВ Константин Олегович – старший преподаватель кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических производств, институт химии и экологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская 36.

E-mail: kamalovko@mail.ru

АХМАРОВ Фарсил Ибрагимович – доцент кафедры биотехнологии, институт биологии и биотехнологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская 36.

E-mail: fahmarov@inbox.ru