

## СПОСОБ УДАЛЕНИЯ НИТРАТОВ ИЗ ВОДЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Саллум Удай, Хаджиди А.Е.**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г.Краснодар, Российская Федерация

**Аннотация.** Для удаления нитратов из воды систем водоснабжения исследовано соединение поливинил / хитозан (PVA / CS). Оптимальные условия поглощения нитратов на PVA / CS были исследованы с использованием антиповерхностей. Результаты исследования показали, что смесь полимеров PVA / хитозан CS является эффективным абсорбирующим материалом для удаления нитратов из воды: максимальная концентрация нитрата твердой фазы составляла 0,5 мг/г при pH в диапазоне от 3 до 6; время контакта равнялось 70 минут при дозе адсорбента 2 г/л. Эти условия были применены к исследованию равновесной и кинетической адсорбции нитратов на (PVA / CS). Данные по адсорбции описаны моделями Ленгмюра и Фрейндлиха. Максимальные значения концентрации нитрата твердой фазы, рассчитанные по модели Ленгмюра для (PVA / CS) составили 92,59 мг/л. Нитратную подвижность анализировали на псевдоадсорбентах второго псевдокласса, это относится к природе химической адсорбции.

**Ключевые слова.** Очистка, вода, нитраты, способ, поливиниловый спирт, хитозан, концентрация.

## METHOD FOR REMOVING NITRATES FROM WATER WATER SUPPLY SYSTEMS

**Sallom Audai, Khadzhidi A. E.**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russian Federation

**Abstract.** To remove nitrates from the water of water supply systems, the polyvinyl / chitosan compound (PVA / CS) was studied. Optimal conditions for the absorption of nitrates on PVA / CS were investigated using antisurfaces. The results of the study showed that the mixture of polymers PVA / chitosan CS is an effective adsorbent material for removing nitrates from water: the maximum concentration of solid phase nitrate was 0.5 mg / g at a pH in the range from 3 to 6; contact time was 70 minutes at a dose of adsorbent 2 g / l. These conditions were applied to the study of the equilibrium and kinetic adsorption of nitrates on (PVA / CS). Adsorption data are described by Langmuir and Freundlich models. The maximum concentration of solid phase nitrate calculated by the Langmuir model for (PVA / CS) was 92.59 mg / L. Nitrate mobility was analyzed on pseudo-adsorbents of the second pseudo-class, this relates to the nature of chemical adsorption.

**Keywords.** Purification, water, nitrates, method, polyvinyl alcohol, chitosan, concentration.

Обеспечение населения и агропромышленного комплекса питьевой водой хорошего качества является важным фактором, который гарантирует устойчивое развитие общества. Одним из направлений решения данной проблемы является очистка загрязненных источников подземных вод от различных токсичных веществ из окружающей среды, в частности от нитратов. Нитраты служат одним из основных питательных веществ для роста растений, поэтому загрязнение этим веществом - это реальная экологическая проблема современного агропромышленного комплекса. Чрезмерное использование сельскохозяйственных удобрений и сброс промышленных отходов на поля и в водоприемники без полной очистки обуславливают загрязнение нитратами, которые опасны для людей, потому что они вызывают снижение гемоглобина в крови [1], а также вызывают канцерогенные нитрозамины и нитрозамиды [1]. Всемирная организация здравоохранения (WHO) установила значение содержания максимальной концентрации нитратов в питьевой воде в 40 мг/л [2].

Процесс удаления нитратов из воды является сложной задачей из-за высокой растворимости и низкой впитывающей способности последней. Нитраты трудно удалить обычными методами, такими как фильтрация, из-за их сильного растворения. Несколько физических, химических и биологических методов были применены для удаления нитратов и включают адсорбцию, ионный обмен, обратный осмос и электролиз. В. А. Кароог и Т. Viraraghavan в своих трудах отмечают, что адсорбция является одним из самых известных методов для эффективности, экономичности и простоты в дизайне [1]. Z. Ajji

и А. М. Алі считают, что поливиниловый спирт является водорастворимым полимером и хорошим материалом для изготовления мембран [3]. Было проведено несколько исследований для изучения способности этого полимера отделяться и конденсироваться, поскольку он страдает от плохой водостойкости и механической слабости [4]. Другой процесс полимеризации первичного полимера привлек большое внимание к его свойствам, таким как ионное перемешивание, ионный обмен, биосовместимость и абсорбция белка [5].

Хитозан является популярным биоразлагаемым полимером и является вторым по распространенности полимером в мире после целлюлозы [6]. Наличие функциональных групп (гидроксил, амин и ацетамин) сделало Хитозан идеальным исходным материалом для химического, фармацевтического и сельскохозяйственного применения, а также для очистки воды. В дополнение к его биологическому разложению, он не токсичен, а также способен поглощать пигменты, минеральные электролиты, фенолы и пестициды [7]. Хитозан не растворяется в органических растворителях, поэтому его улучшение с помощью синтетических полимеров является сложной задачей [8]. В настоящее время не достаточно изучены способы удаления нитратов из воды с помощью смеси полимеров PVA / хитозан CS, действие которых заключается посредством накопления стороны гидрофобной цепи и водородных связей между молекулами [9].

Целью данного исследования было получение экологически чистого пористого материала, способного удалять нитраты из воды с высокой эффективностью за счет использования хитозана, который является биоразлагаемым органическим полимером в качестве основного ингредиента в смесях. А также изучение идеальных условий для использования этих материалов для целей очистки воды для нужд населения и агропромышленного комплекса.

Для приготовления абсорбирующего материала использовался поливиниловый спирт MW (85000 - 124000), 99 % гидрогеля и Хитозана, низкомолекулярный > 75 % Хитозана от SIGMA - ALDRICH (Соединенные Штаты Америки).

Удаление загрязняющих веществ из воды в зависимости от концентрации нитратов в твердой фазе раствора во времени определялось по зависимости:

$$removal (\%) = \frac{c_0 - c_t}{c_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $C_0$  - основная концентрация загрязняющего вещества в растворе (ppm);

$C_t$  - концентрация загрязняющего вещества в растворе во времени  $t$  (ppm).

Изменение концентрации загрязняющего вещества находилось из выражения:

$$g_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{w}, \quad (2)$$

где  $V$  - объем раствора (л);

$W$  - масса адсорбирующего материала (г).

Для смеси PVA / CS выполнены исследования влияние водородного показателя pH, поглощенной дозы и времени перемешивания на эффективность поглощения нитратов. Варьирование pH принималось от 3 до 11, значение pH устанавливали при помощи гидроксида натрия, соляной кислоты и воды. Доза адсорбции изменялась в диапазоне  $0,1 \div 0,5$  г/50 мл; время смешивания в экспериментах варьировалось от 10 до 60 минут. Расчеты выполнены с использованием метода поверхностного отклика и программы 16 Minitab. На рисунке 1 представлена модель изменения концентрации нитратов в твердой фазе ( $q_e$ ) от количества адсорбента (смеси PVA / CS) и значения pH.

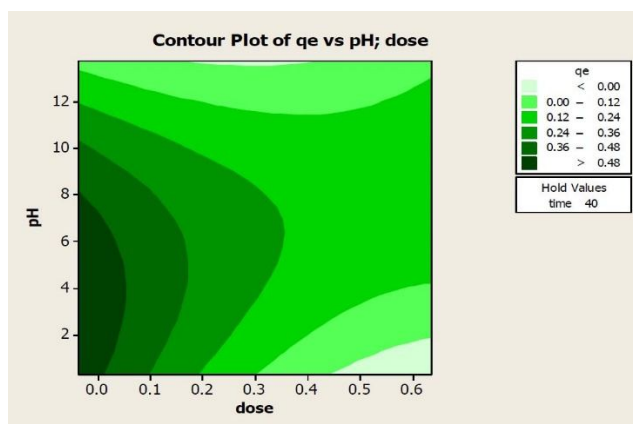


Рисунок 1 - Изменение концентрации нитратов в твердой фазе от количества адсорбента и значения pH

Из данных рисунка 1 видно, что  $q_e$  является наибольшим ( $q_e > 0,48$  мг/л), когда pH находится в диапазоне от 0 до 8, а количество поглощающего материала мало (менее 0,02). Оптимальная скорость поглощения pH слегка увеличивается с увеличением дозы вещества.

На рисунке 2 приведены результаты изменения концентрации нитратов в твердой фазе по времени контакта и степени pH.

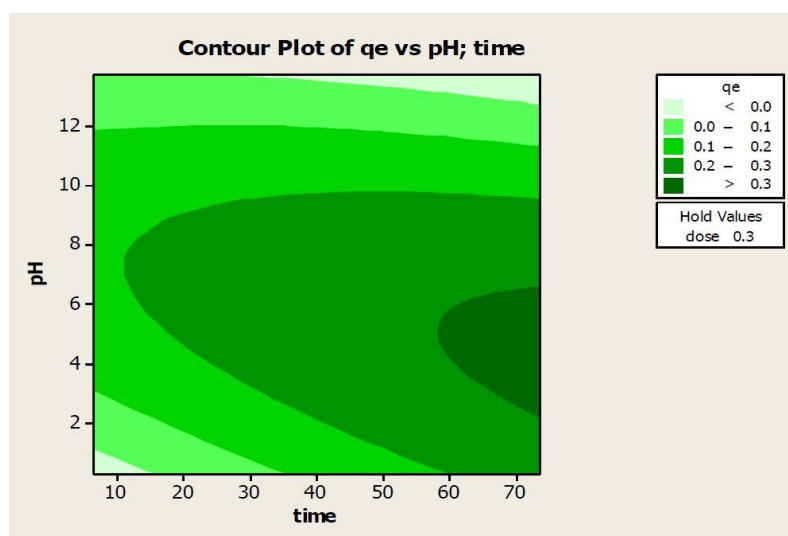


Рисунок 1 - Изменение концентрации нитратов в твердой фазе по времени и степени pH

Из данных рисунка 2, можно сделать вывод о том, что концентрация нитратов в твердой фазе  $q_e$  имеет максимальное значение  $< 0,3$  мг/г, когда pH раствора находится в диапазоне от 3 до 6, и эта величина увеличивается с увеличением времени контакта, но не больше 8. Оптимальное время контакта составляет около 70 минут.

Результаты исследования показали, что смесь полимеров PVA / хитозан CS является эффективным абсорбирующим материалом для удаления нитратов из воды. Изучаемое вещество обладает высокой способностью абсорбировать нитраты, которая составила 92,59 мг/г. Установлено, что концентрация нитратов в твердой фазе составляла 0,5 мг / г при pH в диапазоне от 3 до 6, время контакта составляло 70 минут, при дозе адсорбента равной 2 г/л. Оптимальная скорость поглощения pH слегка увеличивается с увеличением дозы вещества. Результаты исследования также показали, что данные адсорбции совместимы с моделями равновесия Ленгмюра и Фрейндлиха и что механизм химической адсорбции является доминирующим с точки зрения кинетических результатов, совместимых с моделью бисидо второй степени.

#### Список использованных источников

1. B. A. Kapoor and T. Viraraghavan. NITRATE REMOVAL FROM DRINKING WATER-REVIEW. – 1997. - no. APRil. - pp. 371–380.
2. Wolfgang Лауэ, Майкл Thiemann Эриха Scheibler, Карл Вильгельм Wiegand. Нитраты и нитриты // в энциклопедии Ульмана промышленной химии, 2006, Wiley-VCH, Weinheim. - doi. 10.1002 / 14356007.a17\_265.
3. Z. Ajji and A. M. Ali. Preparation of poly (vinyl alcohol) membranes grafted with N -vinyl imidazole / acrylic acid binary monomers. -2005 - Vol. 236, no. April. - pp. 580–586.
4. A. A. Hameed, H. and Rahman. Removal of phenol from aqueous solutions by adsorption onto activated carbon prepared from biomass material // *J. Hazard. Mater.* – 2008. - Vol. 160. - pp. 576–581.
5. M. Mazarji, B. Aminzadeh, M. Baghdadi, and A. Bhatnagar. Removal of nitrate from aqueous solution using modified granular activated carbon // *J. Mol. Liq.* -2017. - Vol. 233. - pp. 139–148.
6. V. K. Thakur and M. K. Thakur. Recent Advances in Graft Copolymerization and Applications of Chitosan: A Review. – 2014.
7. G.Z. Kyzas and D. N. Bikiaris. Recent Modifications of Chitosan for Adsorption Applications: A Critical and Systematic Review // *Mar Drugs.* -2015. - Vol. 13. - pp. 312–337.
8. N. E. Suyatma, L. Tighzert, and A. Copinet. Effects of hydrophilic plasticizers on mechanical, thermal, and surface properties of chitosan films // *J. Agric. FoodChem.* 2005. - Vol. 53. - pp. 3950–3957.
9. A. Rajeswari, A. Amalraj, and A. Pius. Adsorption studies for the removal of nitrate using chitosan / PEG and chitosan / PVA polymer composites // *J. Water Process Eng.* – 2016. - Vol. 9, pp. 123–134.