

Исследования по очистке гидразинсодержащих сточных вод

Шарабарин Данил Алексеевич

Студент (бакалавр)

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Институт биотехнологии, пищевой и химической инженерии, Барнаул, Россия

E-mail: danil.lis1986@inbox.ru

Translator

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОЧИСТКЕ ГИДРАЗИНСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕМБРАНАХ

Шарабарин Данил Алексеевич, студент, danil.lis1986@inbox.ru

Красильников Илья Олегович, преподаватель, <mailto:krasilnikovio@altgtu.ru>

Научный руководитель – Горелова Ольга Михайловна, к.т.н., доцент, osgor777@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия.

В работе рассматривается создание технологии очистки сточных вод от гидразина с использованием модифицированных мембран. Представлены два способа модификации мембранного материала ОРМЗЗКМ - хитозаном и диоксидом азота. Установлено повышение её эффективности при очистке воды от гидразина и высокая селективность в течение длительного времени. Данные исследования открывают перспективы для совершенствования мембранных технологий очистки сточных вод, сочетая экологическую безопасность с экономической эффективностью промышленного производства.

Ключевые слова: гидразин, диоксид азота, хитозан, мембранные материалы, очистка сточных вод, селективность мембранного разделения.

Во многих производственных процессах применяются вещества, характеризующиеся достаточно высокой токсичностью, что требует тщательного удаления их из техногенных сред, выделяемых в окружающую среду. Гидразин из-за своих химических свойств, находит применение в различных промышленных процессах. В ракетной отрасли он служит компонентом для топлива, в химической промышленности является промежуточным продуктом при синтезе пестицидов, лекарственных субстанций, химических волокон и антиоксидантов, катализирует реакции полимеризации; в энергетике он используется для удаления растворённого кислорода в котлах, технологической продувки промышленного оборудования и трубопроводов. Соединения гидразина также применяются при нанесении металлических покрытий на стекло и полимерные материалы, в отдельных фотохимических процессах, а также для очистки промышленных газов от примесей в системах газоочистки [1#_edn1]. Гидразин, а также его производные: гидразин-гидрат, гидразин-сульфат, гидразин-хлорид используются в качестве восстановителя для получения драгоценных металлов (золота, серебра, платины) из разбавленных растворов их солей. Практически во всех вышеперечисленных производствах гидразин способен попадать в сточные воды [2].

Способы очистки сточных вод от гидразина могут быть основаны на способности его к разложению, окислению, в том числе, электроокислению. Предельно допустимая концентрация (ПДК) гидразина в воде для водоёмов санитарно-бытового назначения — 0,01 мг/дм³, для рыбохозяйственных водоёмов — 0,00025 мг/дм³.

Для удаления избыточных количеств гидразина из сточных вод используют, например, каталитическое окисление, окисление хлорной известью, биологическое окисление или ад-

сорбцию [3]. Однако, эти методы не позволяют его рекуперировать, чтобы в дальнейшем снова использовать в производстве.

Для концентрирования водных растворов гидразина и очистке стоков от данного загрязнителя можно использовать мембранные методы разделения жидких смесей [4]. Принцип такой технологии очистки воды заключается в пропускании ее через полупроницаемые мембраны, селективно задерживающие растворённые примеси.

Практическая эффективность очистки сточных вод зависит от комплекса факторов: типа материала мембраны, физико-химических свойств загрязнителей, влияния также присутствующих в воде катионов и анионов. Зачастую промышленные мембраны не улавливают загрязняющие вещества и для улучшения селективных свойств целесообразно проводить их модификацию. Примерами способов улучшения потребительских свойств мембранных материалов являются: плазменная и термическая обработка, химическая модификация, встраивание в полимерную матрицу полимера мембраны наночастиц и металлоорганических каркасов [5].

В настоящей работе для придания новых свойств мембране марки ОРМЗЗКМ авторы производили химическую модификацию диоксидом азота и поверхностную обработку хитозаном. При контакте с диоксидом азота, поверхность мембраны приобретает новые азотсодержащие функциональные группы. Такая модификация может существенно изменить полярность и поверхностный заряд. Хитозан, в свою очередь, взаимодействуя с материалом мембраны, образует на поверхности тонкую пленку, что существенно влияет на проницаемость и селективность.

Исследования характеристик мембран проводились на лабораторной установке с тангенциальной подачей исходного раствора, рециркуляцией концентрата в диапазоне рабочего давления от 0,3 до 0,9 МПа. Эксперименты проводились на модельных растворах гидразина в воде с концентрацией 7 мг/дм³.

В ходе исследований были получены зависимости селективности (R) исходной и модифицированных мембран от времени (t) мембранного разделения (рисунок 1), а также проницаемости (G) мембран от времени (t) (рисунок 2)

По результатам проведенных экспериментов были установлены следующие закономерности. Исходная мембрана показывает лишь 3 % эффективности очистки воды от гидразина, однако ее модификация значительно меняет как проницаемость, так и селективность.

Мембрана, модифицированная диоксидом азота, показала наибольшую селективность (59 %) при удалении гидразина из воды, но такие показатели достигаются только после четырех часов эксперимента, тогда как мембрана, модифицированная хитозаном, показывает селективность 57 %, но это достигается быстрее, после двух часов работы установки.

Наибольшая проницаемость, как и ожидалось, характерна для немодифицированного мембранного материала. При нанесении пленки хитозана мембрана значительно теряет проницаемость, при такой модификации показатели наихудшие, причем с самого начала и на протяжении всего эксперимента.

При химической трансформации поверхности мембраны в процессе взаимодействия с диоксидом азота проницаемость снижается, но не так критично, как в случае хитозана. При достижении желаемой эффективности очистки воды от гидразина, проницаемость остается стабильной.

Модификация мембраны ОРМЗЗКМ хитозаном и диоксидом азота повышает её селективность при очистке воды от гидразина от 3% до 57–59%, что позволяет рекомендовать использовать этот метод в практике водоочистки. Концентрирование гидразина дает возможность его возврата в производство.

Проведенные исследования открывают новые направления в практике очистки воды

от высокотоксичного соединения и в использовании мембранного материала ОРМЗЗКМ. Применение модифицированных мембран для удаления гидразина из стоков сочетает экологическую безопасность с экономической эффективностью промышленного производства.

Источники и литература

- 1) 1. Физическая химия гидразина Гренов А. П., Веселов В. Я.- Киев: Наук. думка, 1979. - 264 с. (дата обращения: 30.03.2026).
- 2) 2. В. И. Лататуев, А. Д. Денисов, О. Л. Пешков, В. П. Казакова, В. Ф. Бирюкова Применение гидразинсульфата для химического никелирования (кобальтирования) // Известия ТПУ. 1967. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-gidrazinsulfata-dlya-himicheskogo-nikelirovaniya-kobaltirovaniya> (дата обращения: 30.03.2026).
- 3) 3. Гоголашвили Э.Л., Молгачева И.В., Исаков А.А. Обезвреживание гидразина в сточных водах // Теплоэнергетика. — 2001. — № 11. — С. 55-60. (дата обращения: 30.03.2026).
- 4) 4. Дытнерский, Ю. И. Мембранные процессы разделения жидких смесей. Москва: Химия, 1975. – 229 с. (дата обращения: 30.03.2026).
- 5) 5. Борисов И.Л., Матвеев Д.Н., Анохина Т.С., Шахмурзова К.Т., Жанситов А.А., Слонов А.Л., Курданова Ж.И., Хаширова С.Ю., Волков В.В. Синтез и свойства полисульфонов для получения пористых полуволоконных мембран // Мембраны и мембранные технологии. 2023. Т. 13. №3. С. 248-256. doi: 10.31857/S2218117223030021. (дата обращения: 30.03.2026).

Иллюстрации

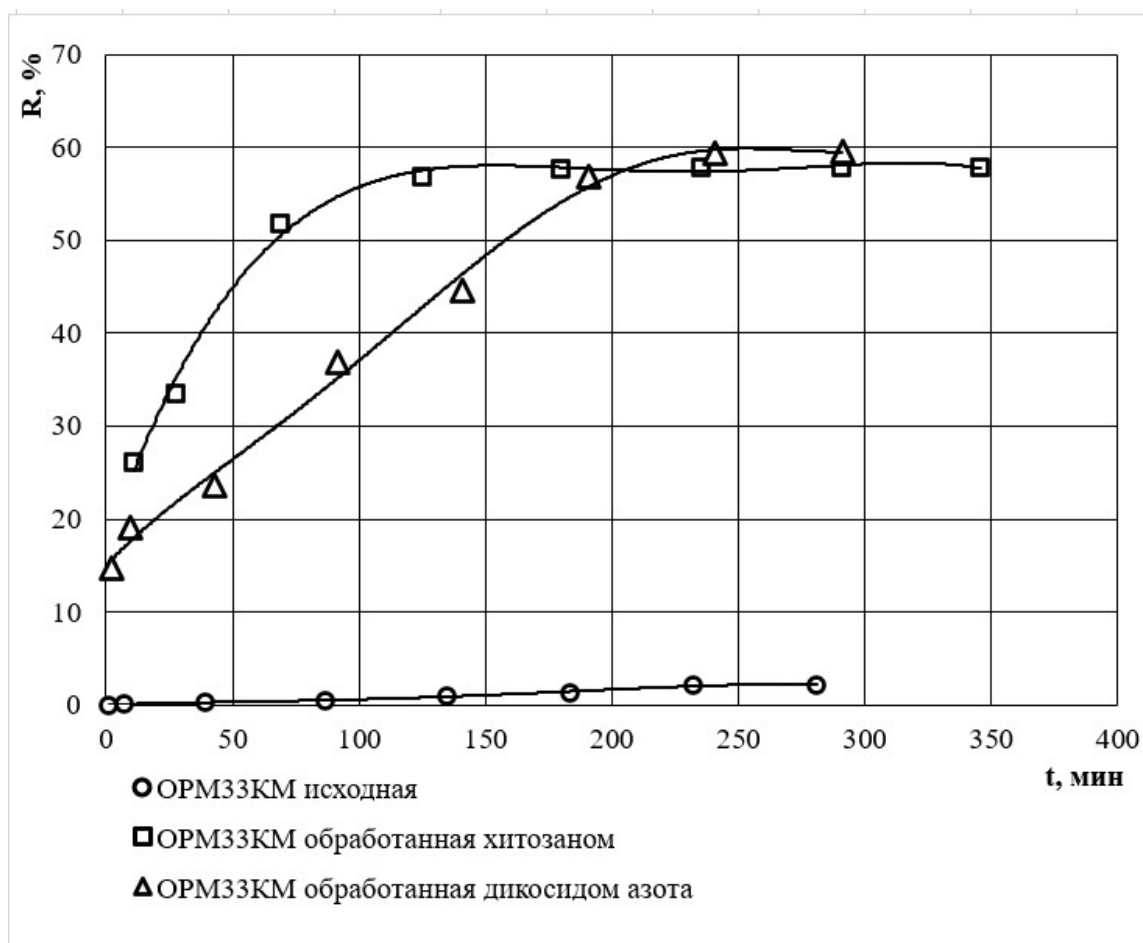


Рис. : Зависимость селективности исходной и модифицированной мембраны ОРМ33КМ от времени

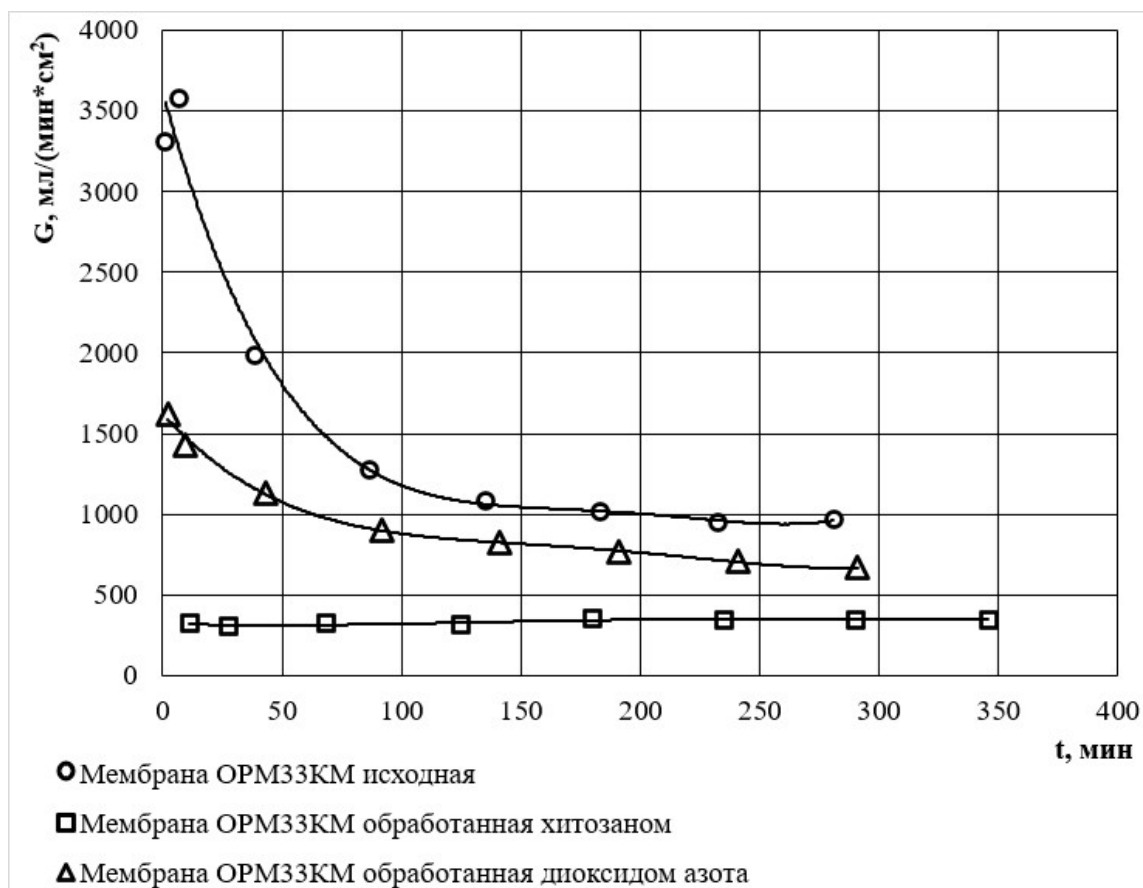


Рис. : Зависимость проницаемости исходной и модифицированной мембраны ОРМ33КМ от времени