

УДК 66.012

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОЙ ХИМИКО-БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ**Е.Н. Ефременко, О.В. Маслова, О.В. Сенько, Н.А. Степанов, С.Н. Гайдамака, М.А. Гладченко, А.В. Акопян, П.Д. Поликарпова, С.В. Лысенко, А.В. Анисимов***МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Вопросы, связанные с разработкой новых и усовершенствованием существующих методов очистки нефтепродуктов от серосодержащих соединений, которые имеют природное происхождение, и как правило, обязательно присутствуют в нефтяном сырье, перерабатываемом в конечные продукты, остаются актуальными в наши дни, поскольку традиционные виды топлива продолжают активно использоваться в мировой экономике. Нами был предложен экологичный ресурсосберегающий химико-биологический подход к глубокой десульфуризации углеводородного сырья, состоящий из трех стадий [1–3]: 1 – химическое каталитическое окисление находящихся в исходном сырье серосодержащих соединений при 20–60 °С, в присутствии COOH_2 , Na_2MoO_4 и H_2O_2 ; 2 – экстракция из обработанного сырья образовавшихся полярных окисленных форм серы с использованием биodeградируемых экстрагентов; 3 – биокаталитическая трансформация полученных экстрактов с серосодержащими соединениями в условиях метаногенеза совместно с возобновляемыми отходами с получением биогаза и неорганического сульфида, который практически не переходит в газовую фазу за счет поддержания определенного значения pH среды.

Анализ условий проведения трехстадийного процесса позволил выделить ряд основных факторов, предопределяющих эффективность всего процесса в целом. Эти факторы связаны с каскадом последовательных реакций и используемыми в них химическими и микробными катализаторами, которые взяты в определенных концентрациях, применяются в определенных условиях реализации каталитических трансформаций. Оказалось, что наиболее существенными факторами являются: состав применяемых катализаторов; природа экстрагента, используемого для извлечения полярных окисленных соединений серы; сами соединения серы, присутствующие в сырье [4]; среда для проведения метаногенеза, в который, собственно, вплетается восстановительная трансформация окисленных соединений серы. При этом оказалось, что основной субстрат, применяемый для поддержания эффективного метаногенеза и накопления биогаза с максимальным содержанием метана, может быть взаимозаменяемым, и представлять собой отход пищевого или сельскохозяйственного производства, производства аминокислот или смазочных масел.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18–29–05064).

ЛИТЕРАТУРА

1. Senko O., Maslova O., Gladchenko M., Gaydamaka S., Akopyan A., Lysenko S., Karakhanov E., Efremenko E. Prospective approach to the anaerobic bioconversion of benzo- and dibenzothiophene sulfones to sulfide. // *Molecules*, 2019, v. 24(9), p. 1736.
2. Senko O., Maslova O., Gladchenko M., Gaydamaka S., Efremenko E. Biogas production from biomass of microalgae *Chlorella vulgaris* in the presence of benzothiophene sulfone. // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, v. 525(1), p. 012089.
3. Maslova O., Senko O., Stepanov N., Efremenko E. Perspective approaches with the use of biocatalysts for improving the processes of polyaspartic acid production from oil benzene fraction after oxidative desulfurization. // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, v. 525(1), p. 012037.
4. Акопян А.В., Поликарпова П.Д., Анисимов А.В., Лысенко С.В., Маслова О.В., Сенько О.В., Ефременко Е.Н. Окисление дибензотиофена с последующей биоконверсией образующегося сульфона. // *Химическая технология*, 2020, т. 21(6), с. 242–250.