

перспектива XXI века для любых промышленных отходов [2].

Геология способна решить экологическую задачу обеспечения защиты биосферы от излишнего антропогенного вмешательства и обеспечить безопасное хранение отходов. Накоплено огромное количество фактов, подтверждающих безопасность долговременной изоляции техногенных отходов в геологических формациях. Месторождения полезных ископаемых и солевые рассолы глубинных вод находятся на своих местах без заметного распространения в прилегающих породах миллионы лет. Радиоактивные «отходы» естественных ядерных реакторов в Африке за сотни миллионов лет не мигрировали более, чем на несколько метров [2].

В России накоплен солидный опыт по изоляции от биосферы радионуклидов и промстоков предприятий способом их закачки в глубинные пласты-коллекторы (18 полигонов, из них 3 – для РАО). Подтверждается безопасность этой технологии, локализация и изоляция отходов в пределах проектных границ горных отводов. Расчёты подтверждают будущую безопасность. Глубокое хранилище ЖРО исключает их из биосферных, а также и социальных процессов. Оно не может быть разрушено при террористических актах и боевых действиях. Современные технологии перевода ЖРО в твёрдые отходы и последующее их хранение в специальных сооружениях потенциально опасны при катастрофах.

Положительный 40-летний опыт эксплуатации полигона НИИАР, а также опыт Сибирского химического и Горно-химического комбинатов подтверждают безопасность для окружающей среды технологии закачки ЖРО в глубинные пласты-коллекторы, где к настоящему времени удалено 52 млн. м³. Исследования по изоляции радионуклидов в геологических формациях проводятся в десятках стран, и этот способ признаётся как технология длительного и безопасного хранения. Однако требования МАГАТЭ по отверждению, кондиционированию и длительной эксплуатации хранилищ потребуют миллиардных затрат и потому не реальны. Выход из тупика в использовании глубинной изоляции ЖРО.

Технология изоляции ЖРО в глубоких пластах-коллекторах имеет несомненные экологические и экономические преимущества. По требованиям МАГАТЭ для твёрдых радиоактивных отходов требуется не менее 3-х барьеров, ограничивающих выход радионуклидов в окружающую среду, а при закачке ЖРО на опытном полигоне НИИАР (г. Димитровград) на глубину более 1100 м геологически обеспечено 6 барьеров безопасности, из которых 3 – пористые породы, способные сорбировать радионуклиды, а 3 – непроницаемые слои глинистых водоупоров общей толщиной 300 – 420 м.

Технология подземной изоляции ЖРО полностью соответствует технологическим критериям Государственной концепции обращения с радиоактивными отходами в РФ:

Ø критерий безопасности – «предпочтение должно быть отдано технологиям, обеспечивающим наименьший риск вредного воздействия на персонал, население и окружающую среду с учётом долговре-

менных гигиенических, социальных, экономических, экологических и психологических последствий»;

Ø критерий экономичности – «наименьшие затраты для достижения цели»;

Ø критерий доступности – «наиболее доступные, испытанные и готовые к промышленному применению технологии»;

Ø критерий завершённости – «обеспечить удаление, наряду с радионуклидами, химических и биологических токсикантов, а также достичь в одном цикле концентрирования и локализации радионуклидов».

Для расширения использования технологии подземной изоляции РАО на предприятиях атомного комплекса, а также для её использования для нерадиоактивных отходов следует пересматривать нормативные документы. Отказавшись в терминологии от понятия «захоронения», следует исключить также программы консервации полигонов. Используя понятие «техногенное месторождение», следует в нормативных актах требовать обеспечения их экологической безопасности в течение срока опасности отходов или вероятного срока востребованности для промышленного применения. После прекращения активной закачки отходов в пласты-коллекторы, должен быть предусмотрен контроль за распространением радионуклидов или токсикантов и предложены способы ограничения их распространения за границы горных отводов.

Таким образом, накопленный опыт исследований и эксплуатации свидетельствует, что закачка ЖРО в глубинные горизонты для их долговременной изоляции от биосферных процессов является перспективной, соответствующей экологическим требованиям, экономичной, инновационной технологией, альтернативной принятой в мире стратегии отверждения ЖРО и последующего захоронения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков В.И. Ядерная энергия без РАО.- РАН: «Энергия: экономика, техника, экология» №7, 2001, с. 8-15
2. Сборник докладов: «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. II Межд. конф. Томск. 18-22 окт. 2004.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА НА МАГНИТНЫЕ НОСИТЕЛИ

Потапова Л. В., Владимцева И. В., Колотова О. В.

*Волгоградский государственный
технический университет
Волгоград*

В последние годы в некоторых областях биотехнологии используются микроорганизмы, иммобилизованные в магнитные носители. Преимуществом этого является простота управления микроорганизмами с помощью магнитного поля разной напряженности, быстрота сепарации иммобилизованных клеток [1]. Использование иммобилизованных в магнитные носители микроорганизмов для очистки сточных вод

является новой и неизученной областью исследований. Применение магнитных носителей для иммобилизации микроорганизмов неразрывно связано с вопросом воздействия магнитных полей на биологические объекты, осуществляющие биодеградацию загрязнений сточных вод.

Целью работы явилась разработка методов получения и применения иммобилизованных в магнитные носители микроорганизмов для очистки сточных вод.

Объектом исследования явилась выделенная нами из активного ила аэротенка чистая культура *Pseudomonas picketti* – микроорганизма, преобладающего в активном иле очистных сооружений острова Голодный Волгоградской области.

В качестве магнитного носителя для *P.picketti* использовали сорбент, приготовленный по методике разработанной Ставропольским НИПЧИ [2]. Способ получения сорбента включал активацию носителя и ковалентное связывание с ним биологического лиганда. В качестве носителя применяли смесь алюмосиликата с магнитным порошком, который модифицировали 0,3-0,4%-ным раствором полиглюкина и после высушивания активировали вторичным алкилсульфатом натрия.

Все используемые по данному способу препараты доступны и недороги, способ обеспечивает простую и достаточно экологически безопасную технологию получения сорбентов, в том числе и с магнитными свойствами.

В процессе исследования были подобраны оптимальные условия иммобилизации клеток – времени иммобилизации и температурный режим иммобилизации. Нами была изучена возможность иммобилизации *P.picketti* при температуре 5, 21, 37, 41⁰С. При изучении времени иммобилизации была апробирована длительность 1, 2, 4, 6 и 18 ч. Результаты экспериментов учитывали фотоколориметрическим методом по измерению оптической плотности после односуточного культивирования системы иммобилизованных клеток в экспериментально подобранной жидкой питательной среде. Контролем служили интактные клетки, культивированные в аналогичных условиях. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют, что оптимальными условиями для проведения иммобилизации *P.picketti* являются температура 37⁰С и длительность иммобилизации 2 часа.

Таблица 1. Результаты подбора оптимальных условий иммобилизации клеток *P.picketti*

Длительность иммобилизации, час	Температура, ⁰ С	Концентрация биомассы, $\times 10^9$ м.к./мл	% прироста биомассы
1	5	0,01	1,30
	21	0,65	52
	37	1,05	64
	41	0	0
2	5	0,01	1,30
	21	1,75	104
	37	2,40	112
	41	0	0
4	5	0	0
	21	2,00	86,11
	37	1,50	70,83
	41	0	0
6	5	0	0
	21	1,90	80,65
	37	1,25	65,23
	41	0	0
16	5	0	0
	21	1,70	77,78
	37	0,01	1,30
	41	0	0

Таким образом, в процессе экспериментальных исследований была разработана методика иммобилизации микроорганизмов *P.picketti* в алюмосиликатные магнитные сорбенты и подобраны временные и температурные условия иммобилизации микробных клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрыбин Г.К., Кощеенко К.А. Иммобилизованные клетки микроорганизмов //Биотехнология. – 1984. – С.70-77.
2. Ефременко В.И. Магносорбенты в микробиологических исследованиях. – Ставрополь: Ставрополье, 1996. – 131с.