

перемещения w . В него подставляются уравнения рядов Фурье для радиальных перемещений и внешних нагрузок, а затем через коэффициенты разложения в ряд радиальной нагрузки Z_{mn} выражаем радиальное перемещение в двойных рядах Фурье. Через Z_{mn} аналогично выражаются уравнения для других перемещений, для изгибающих моментов и мембранных сил.

В случае тангенциальной нагрузки дифференциальное уравнение восьмого порядка выражается через радиальное перемещение и тангенциальную нагрузку (Y_{mn} – коэффициент разложения тангенциальной нагрузки). И с помощью этого же уравнения, аналогично случаю с радиальной нагрузкой, находим формулы для перемещений, изгибающих моментов и мембранных сил в случае тангенциальной нагрузки, распределенной по прямоугольной поверхности.

Данная программа позволяет рассчитывать НДС оболочечных конструкций при различных локальных силовых воздействиях, сведенных к: радиальной и тангенциальной нагрузкам, сосредоточенным или равномерно распределенным по прямоугольной поверхности; моментам в продольном и окружном направлениях, равномерно распределенным вдоль небольшого сегмента в окружном и продольном направлении соответственно. Удобный интерфейс способствует быстрой и удобной реализации процессов ввода информации, компьютерного анализа, получения результатов в графических и табличных формах, оптимизации.

Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащими сточными водами

Еремина А.О., Головина В.В., Угай М.Ю., Степанов С.Г.*, Морозов А.Б.*

*Институт химии и химической технологии СО РАН, *Филиал ЗАО "Карбоника-Ф", Красноярск*

Важной составной частью экологической безопасности водного бассейна является предотвращение загрязнения водоемов промышленными стоками, в частности нефтесодержащими водами, которые образуются при добыче, переработке, транспортировке нефти и нефтепродуктов, а также в процессе эксплуатации автомобильных, судовых, производственных механизмов. Содержание нефтепродуктов в указанных водах колеблется в широком диапазоне: от долей процента до десятков процентов. Среднее содержание нефтепродуктов в водах после отстаивания находится в пределах от 200 до 1000 мг/л.

Выбор способа очистки нефтесодержащих вод и его эффективность зависят от состава вод и степени дисперсности нефтепродуктов в воде. Для глубокой очистки вод от нефтепродуктов, в том числе находящихся и в эмульгированном состоянии, применяют адсорбционный метод. В качестве адсорбентов используют различные пористые материалы: активированный уголь, синтетические материалы, золу и др. Активированный уголь до последнего времени является наиболее распространенным ад-

сорбирующим веществом. Однако, активированные угли, как правило, производят из дорогостоящего сырья (высококачественные твердые сорта древесины, косточки плодовых деревьев и т.д.), поэтому требуется их регенерация. Получение адсорбентов одноразового действия из достаточно дешевого углеродсодержащего сырья, обеспечивающих снижение содержания нефтепродуктов в водах до предельно-допустимого уровня, представляет большой практический интерес.

Перспективным сырьем для получения адсорбентов являются бурые угли Канско-Ачинского бассейна, которые добываются открытым способом на разрезах большой единичной мощности и поэтому отличаются достаточно невысокой стоимостью. Кроме того, вышеуказанные бурые угли имеют невысокую зольность (2-10%) и низкое содержание серы (0,2-1,2%).

Бурый уголь Бородинского месторождения Канско-Ачинского бассейна подвергали термической переработке в шахтном автотермическом реакторе периодического действия при следующих параметрах процесса: температура в верхней зоне реактора - 800-900⁰С, в нижней зоне - 600-800⁰С, расход воздуха - 300-350 м³/(м²×ч), удельный расход угля - 350-390 кг/(м²×ч), расход водяного пара 70-80 кг/(м²×ч). Загрузку угля проводили через верхний люк, твердые продукты процесса удаляли через нижний люк, дутье (воздух и водяной пар) подавали в верхнюю и нижнюю зону реактора, соответственно. Полученные адсорбенты имели следующие характеристики: влажность 10-14% мас., зольность 23-25% мас., насыпная плотность 400-450 г/дм³, прочность на истирание 50-55%, суммарный объем пор по воде 0,5-0,6 г/см³, удельную поверхность 480-520 м²/г.

Полученные адсорбенты были испытаны в лабораторных условиях при очистке нефтесодержащих вод с содержанием нефтепродуктов от 100 до 1000 мг/л. Для очистки нефтесодержащих вод применяли насыпные адсорбционные фильтры, отношение высоты загрузки адсорбента к диаметру фильтра составляло 5:1. Нефтесодержащую воду подавали со скоростью 5-10 м/ч. Нефтеемкость испытанных адсорбентов составила от 130 до 270 мг/г.

Рассмотрена принципиальная технологическая схема адсорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод, включающая систему из трех последовательно расположенных адсорбционных фильтров, первый из которых периодически после исчерпания адсорбционной емкости отключается из схемы очистки для выгрузки отработанного адсорбента. После загрузки новой порции адсорбента данный адсорбционный фильтр включается последним в схему очистки. Отработанный адсорбент направляется на утилизацию.

Отработанные адсорбенты рекомендовано утилизировать путем сжигания в энергетических установках в качестве обогороженного топлива без какого-либо риска нанесения дополнительного экологического ущерба.

Буругольные адсорбенты могут быть использованы для схем адсорбционной очистки промышлен-

ленных стоков целого ряда предприятий химической, нефтехимической, угольной, энергетической промышленности и других отраслей хозяйства. В предлагаемом решении сочетается дешевое местное сырье, достаточно высокопроизводительный, уже реализованный в промышленных масштабах способ получения адсорбентов, возможность использования адсорбентов на местных промышленных предприятиях, утилизация отработанных адсорбентов на местных энергетических предприятиях.

**Некоторые принципы организации
популяционного биомониторинга
луговых экосистем**

Кирик А.И.

Воронежский государственный университет

Биологический мониторинг представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения (Федоров, 1974). Луговые экосистемы представляют собой биогеоценозы, интенсивно используемые в хозяйственной деятельности человека. В связи с этим вопрос о рациональном использовании этих антропогенно-трансформированных экосистем всегда оставался в центре внимания специалистов разных научных направлений. В настоящее время подробно изучены принципы организации луговых экосистем, взаимоотношения и взаимосвязи слагающих их видов (Куркин, 1976; Титов, 1988), а также исследованы закономерности динамики пойменных лугов (Залетаев, 1997; Ильина, 1997).

На современном этапе наиболее актуальными являются вопросы, связанные с оценкой состояния и перспектив развития данных экосистем. Решение этой проблемы зависит от нахождения таких параметров, которые позволяли бы установить степень интегрированности отдельных компонентов биогеоценозов. Количественная оценка этих показателей позволяет составить объективную характеристику текущего состояния экосистемы, установить ее способность к самоподдержанию и самовосстановлению. Важнейшей составляющей биогеоценоза являются популяции его автотрофного компонента. Интеграция ценопопуляций в растительное сообщество, в свою очередь, осуществляется в результате взаимодействия популяций различных видов растений. Количественные показатели ценопопуляций дают возможность определить стабильность самоподдержания, тип стратегии, на основе которой реализуются адаптивные возможности вида, а также оценить такой важный фактор, как напряженность конкуренции между растениями (Хмелев, 2003; Кирик, 2002; 2003). Таким образом, наблюдения за популяциями растений, слагающими луговой фитоценоз, представляет собой весьма перспективное направление в организации биомониторинга экосистем.

Важнейшей задачей, которую необходимо решить при организации популяционного мониторинга, является выбор объектов наблюдения. Ими

могут являться ценопопуляции видов, имеющих ключевое значение для функционирования фитоценоза, а также растений, популяции которых могут служить индикаторами перехода системы в другое состояние. В настоящее время основой для установления роли того или иного вида в фитоценозе может служить или система эколого-фитоценологических стратегий Раменского-Грайма, или система фитоценозотипов (Миркин, 2002). Система эколого-фитоценологических стратегий при всей своей универсальности является показателем адаптивной пластичности и экологической толерантности вида. В луговых фитоценозах стратегии растений сильно варьируют и зависят от абиотических показателей среды, конкуренции, онтогенетического состояния и др. факторов.

Подразделение растений на фитоценозотипы довольно точно характеризует роль того или иного вида в фитоценозе. Однако, если вопрос с установлением эдификаторов луговых сообществ в большинстве случаев не вызывает затруднений, то отнесение всех остальных видов, как следствие, к ассектаторам представляет собой слишком широкое обобщение. Вопрос о роли в растительном сообществе растений, не являющихся доминантами, а также о взаимоотношениях их ценопопуляций с другими видами остается малоизученным.

Для определения роли популяций ассектаторов в луговых растительных сообществах нами была исследована структура (демографическая, виталитетная, пространственная) ценопопуляций 2 типичных видов лугового разнотравья: стержнекорневого многолетника василька шероховатого (*Centaurea scabiosa*) и длиннокорневищного многолетника тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*). Исследования проводились на пойменном лугу Верхнего Дона в заповеднике "Галичья гора".

В результате проведенных исследований установлено, что, несмотря на отнесение обоих видов к ассектаторам, популяции этих растений демонстрируют совершенно разные стратегии развития. Ценопопуляции *Centaurea scabiosa* способны конкурировать с растениями других жизненных форм, обладают высокой степенью толерантности к влиянию эдификаторов, но при этом, вероятность вида самому стать эдификатором, крайне мала. Строение ценопопуляций тысячелистника обыкновенного свидетельствует об уходе этого растения от конкуренции с доминантами, путем внедрения на участки, где их влияние ослаблено. Несмотря на то, что *Achillea millefolium* обладает довольно широким диапазоном толерантности, данный вид использует свой адаптационный потенциал, избегая напряженной конкуренции.

Таким образом, при организации популяционного биомониторинга информация о состоянии экосистемы должна складываться не только на основе данных о структуре ценопопуляций эдификаторов и созидикаторов, но и на результатах исследований популяций некоторых ассектаторов, т.к. их структура быстрее реагирует на изменения состояние экосистемы. Выбор объектов наблюдения должен