

стемы многоаспектное воздействие: физическое (механическое, звуковое) и химическое (продукты сгорания топлива, истирания шин, износа покрытий и т.д.). Суммарный экологический эффект такого воздействия может быть установлен на основании изучения отклика экосистем, подвергнувшихся загрязнению, об этом судят по состоянию популяций, видового состава, жизненному состоянию и по особенностям онтогенеза отдельных видов почвенных водорослей. Почвенные водоросли являются весьма чувствительными организмами – индикаторами линейного загрязнения почв придорожных экосистем.

Исследования проводились в течение 2002 – 2004 гг. на территории Апшеронского района Краснодарского края и Майкопского района Республики Адыгея (северная окраина Лагонакского нагорья – территория Кавказского государственного природного биосферного заповедника и его окрестности, а так же территория и окрестности заказника «Камышанова Поляна»). Для изучения влияния линейного источника загрязнения на почвенную альгофлору охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа нами были заложены пробные площади, расположенные по обе стороны от автомобильной трассы, в разных экосистемах на различной высоте над уровнем моря и на разных типах почв и различающиеся по интенсивности антропогенного воздействия.

В результате проведенных нами исследований установлено, что при воздействии линейного фактора загрязнения (автотрассы) изменяется рН почв охраняемых территорий. Изучение образцов почв, собранных на пробной площади с повышенной интенсивностью антропогенного воздействия (площадь №1) свидетельствует о повышенном значении рН почв.

По мере удаления от автомобильной трассы и с уменьшением интенсивности влияния антропогенного загрязнения значение рН почв снижается. На расстоянии 50 м от автотрассы значение рН почвы составило 6,83. В непосредственной близости от дорожного полотна рН почвы достигает значения 8,31. Вероятно это связано с повышенным содержанием в загрязненной почве тяжелых металлов, продуктов сгорания топлива, истирания шин и с другими факторами, изменяющими кислотность почв. На пробной площади №7 с незначительным влиянием линейного источника загрязнения изменение рН незначительно, что связано с высокой буферностью горных почв.

По мере приближения к автомобильной трассе происходит возрастание степени загрязненности почв, что выражается в изменениях показателей состояния альгофлоры: уменьшается число видов и количество особей массовых видов (*Oscillatoria amphibia*, *Phormidium foveolarum*, *Chlorella vulgaris*, *Stigeoclonium tenue* и др.), изменяются их морфологические показатели.

Изучение почвенных образцов, собранных на разном удалении от автотрассы, проходящей через охраняемые территории, показало, что с удалением от линейного источника загрязнения увеличивается видовой и численный состав почвенных водорослей. С приближением к линейному источнику загрязне-

ния (площадь №1) количество видов почвенных водорослей заметно уменьшается.

Таким образом, изменение видового и количественного состава почвенной альгофлоры охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа является результатом влияния на нее всей совокупности действующих антропогенных факторов.

Программное обеспечение численного анализа напряженно-деформированного состояния тонкостенных оболочечных конструкций при локальных нагрузках

Давиденко Ю.С.

Московский государственный университет инженерной экологии

В настоящее время вопросам экологической безопасности уделяется повышенное внимание. Химическое машиностроение было и остается наиболее опасной областью промышленности для экологии окружающей среды. Именно в химическом машиностроении преимущественно используются тонкостенные цилиндрические оболочки. Они чувствительны к любым нагрузкам. А локальные силовые воздействия могут быть для них более опасны, в виду, порой, не заметных результатов нагрузок.

Поэтому исследования прочности цилиндрических оболочек при различных нагрузках и условиях закрепления имеют огромное практическое значение. Вопрос о действии локальных нагрузок имеет важное значение, в частности, и при исследовании местной прочности авиационных конструкций, например, корпуса авиационного реактивного двигателя вблизи точек подвеса. Когда к оболочке прикрепляются другие элементы, то, очевидно, на оболочку по контактной поверхности действуют силы и моменты, в следствии влияния веса, инерции и теплового расширения. Эти силы могут быть часто представлены с достаточной для инженерных целей точностью. Следует подчеркнуть что возможности, заключающиеся в практическом использовании оболочек, далеко не исчерпаны, и все время продолжается совершенствование ряда конструкций как путем расширения области применения оболочек, так и путем более глубокого анализа их свойств, т.е. совершенствования методов расчета.

Для решения проблемы компьютерного анализа напряжений в цилиндрических оболочках от радиальных и тангенциальных локальных распределенных по прямоугольнику нагрузок в разрабатываемом программном обеспечении используется метод разложения нагрузок и перемещений в двойные ряды Фурье. Исследуемая цилиндрическая часть сосуда давления рассматривается как цилиндр, свободно опертый на концах. Следовательно, радиальные и тангенциальные перемещения, так же, как и продольные моменты и мембранные силы в цилиндрической оболочке, обращаются на концах в нуль. Базовыми уравнениями данного метода являются три уравнения теории оболочек в частных производных. Они сводятся к одному дифференциальному уравнению восьмого порядка для радиального

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-