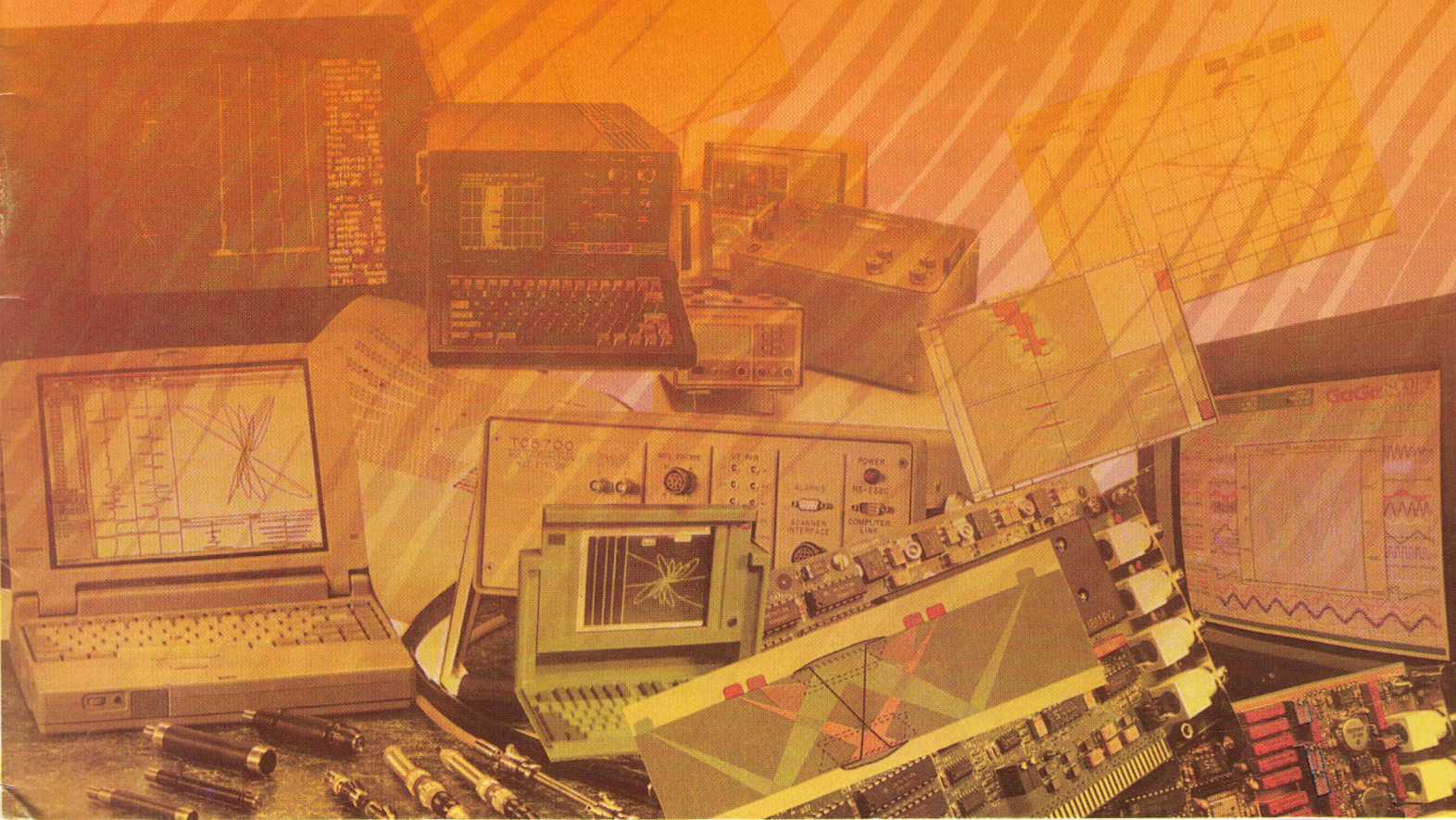


Контроль. 9⁽³⁹⁾ 2001

Диагностика

TESTING. DIAGNOSTICS



КОНТРОЛЬ. ДИАГНОСТИКА



ЖУРНАЛ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ (РОНКТД)

СОДЕРЖАНИЕ

РОНКТД

Отчет о проведении 3-й Международной конференции "Диагностика трубопроводов" 3
Европейская федерация по неразрушающему контролю (EFNNDT) 9

Теория, методы, приборы, технологии

Гурова Г.Г., Жуков В.С., Жуков С.В., Копица Н.Н., Летуновский А.П. Магнитоизотропный сканер-дефектоскоп "КОМПЛЕКС-2.05" для обнаружения в нефте-газопроводах и стенках стальных резервуаров стресс-коррозионных трещин и других дефектов 12
Вернигор В.Н., Михайлов А.Л., Осадчий Н.В. Метод вибродиагностики деталей, основанный на использовании их эквивалентных масс в качестве диагностического признака 17
Добровольский И.Г. Повышение достоверности вихретокового контроля при выявлении участков с повышенной твердостью в зонах припайки стеллитовых пластин на кромках лопаток турбин 22
Семашко Н.А., Фролов Д.Н., Физулаков Р.А., Войтов В.Н. Оценка длительной прочности жаропрочной стали 10X11H23T3MP по параметрам акустической эмиссии на стадии предварительного нагрева 25
Слободяник Е.Ю. Новый метод разделения процедур измерения и управления в системах контроля и диагностики 29
Ноймайер П. Новый датчик для измерения толщины слоя краски на любом участке окрашенной поверхности 33
Павлов А.А., Романенко Ю.А., Павлов А.А. (мл.), Шандриков А.В. Метод обнаружения и исправления модульных ошибок постоянных запоминающих устройств специализированных ЭВМ 36

Технический контроль на предприятиях

Котик Ф.И., Ибрагимов С.Г. Ускоренный контроль электролитов, растворов, расплавов и ингредиентов промышленных сточных вод. (Продолжение) 41

Экологическая диагностика

Прокопович Л.В. Биологические методы экологической диагностики в литейном производстве 48

Подготовка и аттестация специалистов

Соснин Ф.Р., Дегтярев О.Ю., Дрындрожик Д.Э., Кузин М.А. Обновленные рекомендации Международного комитета по неразрушающему контролю (ICNDT WH 22-85 rev. 1) к минимальным требованиям к техническим знаниям при обучении (подготовке) персонала по неразрушающему контролю 50

Контроль, диагностика за рубежом

Ланге Ю.В. По страницам зарубежных журналов 53

Главный редактор
В.В. КЛЮЕВ, чл.-корр. РАН

Заместители
главного редактора:
В.Г. ШЕВАЛДЫКИН
П.Е. КЛЕЙЗЕР

Редакционный совет
В.Я. БЕЛОБРАГИН
В.П. ВАВИЛОВ, проф.
Л.Б. ВОЙНОВА
Б.И. ГЕРАСИМОВ, проф.
В.А. ГОЛЕНКОВ, проф.
Э.С. ГОРКУНОВ, проф.
А.К. ДЕНЕЛЬ
Ю.П. ДРОБОТ, проф.
И.Н. ЕРМОЛОВ, проф.
И.Н. ЖЕСТКОВА
С.П. ЗАРИЦКИЙ, проф.
Г.В. ЗУСМАН
В.С. КОТЕЛЬНИКОВ
В.Р. КУЗЬМИН, проф.
В.И. МУРАВЬЕВ, проф.
Е.Г. НАХАПЕТЯН, проф.
П.П. ПАРХОМЕНКО, проф.
К.В. ПОДМАСТЕРЬЕВ
О.Н. РУМЯНЦЕВА
Н.А. СЕМАШКО, проф.
Ф.Р. СОСНИН, проф.
Ю.С. СТЕПАНОВ, проф.
А.Г. СУСЛОВ, проф.
В.В. СУХОРУКОВ, проф.
С.А. ТИМАШЕВ, проф.
В.М. ТРУХАНОВ, проф.
В.Н. ФИЛИНОВ, проф.
В.Л. ЧАХЛОВ, проф.
Г.С. ШЕЛИХОВ
В.И. ЭТИНГОВ

Ответственные за подготовку
и выпуск номера:
П.Е. КЛЕЙЗЕР
Г.Н. СИДОРОВА
Л.Б. ВОЙНОВА

Журнал зарегистрирован
в Государственном Комитете
Российской Федерации по печати.
Свидетельство о регистрации
№ 016960 от 25.12.97

Журнал распространяется по
подписке, которую можно
оформить в любом почтовом
отделении (индекс по каталогу
47649) или непосредствен-
но в редакции журнала.
Тел.: (095) 269-54-96,
268-69-19, 268-36-54
Факс: (095) 269-48-97

Л.В. Прокопович (Одесский государственный политехнический университет)

Биологические методы экологической диагностики в литейном производстве

Показаны возможности расширения диагностического аппарата экологического состояния промышленных объектов за счет биологических методов исследования окружающей среды.

The opportunities of expansion of the diagnostic apparatus of an ecological condition of industrial objects are shown at the expense of biological methods of environment research.

К настоящему времени в машиностроении и, в частности, в литейном производстве накоплен большой опыт по диагностике экологического состояния промышленных объектов и окружающей их природной среды. Все усилия в этом направлении, как правило, сводятся к разработке технических, технологических или физико-химических методов, которые позволяют определить наличие того или иного загрязнителя в атмосфере и сравнить его с ПДК и т.п.

Однако в свете современных представлений о функционировании техногенных объектов и их взаимодействии с окружающей средой этой информации оказывается недостаточно, так как она не отражает комплексности их взаимодействия. Воздействие производства на окружающую среду всегда является комплексным, т.е. промышленные выбросы оказывают не избирательное действие на тот или иной природный объект, а воздействуют на всю биосферу в целом. Например, отвалы горнодобывающей промышленности или литейного производства загрязняют не только литосферу, но и атмосферу, и гидросферу, нарушая при этом первичные биогеоценозы.

Отсюда вытекает необходимость комплексного исследования или мониторинга любых машиностроительных объектов как элементов системы "техносфера – биосфера".

Концепция комплексного экологического мониторинга подобных систем предполагает использование биологических методов исследования окружающей среды наряду с традиционными (химический, спектральный анализ и т.д.). При этом учитываются следующие особенности биомониторинга:

– измерение физических и химических параметров загрязненности

природной среды является более трудоемким процессом по сравнению с биологическими методами;

– в окружающей среде нередко присутствует не один, а несколько токсичных компонентов. При этом довольно часто возникает синергизм в их действиях на живые организмы, при котором суммарный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности. Иными словами, концентрация каждого отдельного компонента комплекса загрязнителей, фиксируемая с помощью физико-химических методов, может оказаться неопасной для живых организмов, тогда как их совокупное влияние является угрожающим.

Так, например, для исследования вод (природных, технических, сточных и др.) можно применять методы биотестирования, основанные на использовании в качестве тест-объектов живых организмов (водоросли, дафнии, рыбы, личинки насекомых и др.). Эти методики широко применяются в международных и национальных стандартах [1, 2, 3].

Стандартную методику РД-118-02-90 по биотестированию воды с использованием рыб (*Roesilia reticulata* Peters – гуппи) [4] применили (с некоторыми изменениями) для тестирования сточных вод с отвалов одесского литейного завода "Центролит". Исследования показали, что вода, фильтрующаяся сквозь отвалы и скапливающаяся в водоеме, оказывает острое токсическое воздействие на живые организмы: все тест-объекты гибнут в этой воде в течение 15 минут. Вся процедура диагностики заняла менее одного часа и оказалась на несколько порядков дешевле химического анализа.

Особую группу биологических тест-объектов представляют растения. Способность растений чутко реагировать на изменения в окружа-

ющей среде с успехом применяется в биомониторинге экосистем, где растения выступают в роли индикаторов.

Эти способности растений заметили еще в III в до н.э. "отец" ботаники Теофраст. Позже подобная информация встречалась в трудах Катона Старшего, Вергилия Марона Публия, Плутарха, Радищева и др. [5]. Со временем в этой области естественных наук были достигнуты большие успехи и выработано более четкое представление об адаптации растительных зон и отдельных растений к определенным условиям климата, рельефа, почв и т.д. Оказалось, что почти все растения способны быть индикаторами. Появилось научное определение растения-индикатора как растения, у которого признаки повреждения появляются при воздействии на него фитотоксичной концентрации одного загрязняющего вещества или смеси таких веществ [6, 7].

Таким образом, метод фитоиндикации – это практические приемы использования как растительности в целом, так и отдельных растений или их частей в качестве показателя (индикатора) интересующих нас компонентов среды. В этом смысле фитоиндикация отвалов одесского завода "Центролит" оказалась довольно информативной.

Индикация на уровне растительного сообщества (фитоценоза) показала, что наиболее свежие, пятилетние отвалы характеризуются скудной, плохо развитой растительностью. Растения десятилетних отвалов отличаются несколько большим разнообразием, но все виды представлены лишь двумя-тремя экземплярами. Тридцатилетние отвалы характеризуются густым покровом здоровой, хорошо развитой растительности с подавляющим преобладанием двух видов – *Anisantha tectorum* и *Senecio vernalis*.



При анализе морфологических отклонений в отдельных растениях заметили, что два экземпляра одного вида (*Anisantha tectorum*), собранные на разных отвалах, выглядят по-разному. Растение десятилетних отвалов имеет один стебель, мелкие листья, соцветие имеет красновато-сиреневый оттенок. Такая окраска соцветия говорит о том, что растение росло на засоленной почве, причем с явным преобладанием солей железа, которые растение поглотило в виде ионного раствора. Экземпляр же с тридцатилетних отвалов более развит, имеет сочную зеленую окраску, мощные листья, несколько стеблей.

Anisantha tectorum привлекает к себе внимание еще по одной причине. Дело в том, что этот вид относится к семейству злаковых, которые очень чувствительны к тяжелым металлам: наличие тяжелых металлов в почве тормозит прорастание злаковых и снижает их урожайность более чем на 50 % [6]. Тот факт, что *Anisantha tectorum* обильно растет на старых отвалах, говорит о низком содержании в них тяжелых металлов (что полностью подтвердил химический анализ).

Таким образом, фитоиндикация показала, что в литейных отвалах со временем уменьшается количество вредных химических соединений.

Диагностические свойства растений могут применяться не только для исследования различных субстратов (почвы, отвалов, формовочных смесей и т.д.), но и для индикации атмосферы.

Например, в атмосфере литейного цеха обнаруживается целый "букет" загрязнителей. При изготовлении стержней по горячей оснастке в атмосферу стержневых и заливочных отделений выделяются фенолы, формальдегид, аммиак, цианистый водород [8]. Технология холоднотвердеющих смесей сопровождается выделением в виде газов и аэрозолей PH_3 , CO , P_2O_5 , H_2PO_4 , PO и других оксидов фосфора [9].

Продуктами деградации пенополистироловых моделей при литье по газифицируемому моделям являются бензол, стирол, толуол, ксилол, этилен, метан, этан и другие углеводороды [10]. Литье по выплавляемым моделям предусматривает применение ацетона, спиртов, кислот и этилсиликата. В состав различных литейных красок входят бензин,

фреон, соединения хрома, фенолформальдегидные и эпоксидные смолы и другие соединения, большинство из которых являются токсинами, канцерогенами или мутагенами.

Металлургические процессы также связаны с выбросом в атмосферу различных соединений, самыми опасными из которых являются сернистый газ (при плавке серосодержащих руд), а также тяжелые металлы и их окислы (продукты цветной металлургии).

Таким образом, практически все способы литья сопровождаются выбросом тех или иных веществ и соединений, многие из которых опасны для здоровья человека. При этом далеко не всегда удается сразу же обнаружить их присутствие в атмосфере цеха.

Вместе с тем известно, что *многие растения лучше приборов могут чувствовать наличие примеси в воздухе даже ничтожного количества какого-либо вещества (иногда до тысячных долей процента).*

Виноград, например, остро реагирует на фтор; гвоздика, львиный зев, горох, тюльпаны – на этилен; лишайники, мак, смолевка – на содержание в атмосфере тяжелых металлов, особенно свинца; злаковые – на фенол. Концентрация сернистого газа $1 \cdot 10^{-4}$ % приводит к преждевременному опадению хвои сосны [6, 11]. Индикаторные способности обнаружены еще у ряда растений, список которых продолжает пополняться.

При этом не следует забывать, что растения способны не только идентифицировать то или иное вещество в атмосфере цеха, но и значительно улучшать качество этой атмосферы, насыщая ее кислородом в процессе фотосинтеза, а также обезвреживать большинство токсичных веществ, характерных для литейных технологий [12].

Конечно, в силу сложившихся стереотипов трудно представить литейный цех озелененным. Лишь в отдельных случаях удается преодолеть эти стереотипы и осуществить не только территориальное, но и внутрицеховое озеленение, как, например, в 70-е годы на Усть-Каме-ногорском свинцово-цинковом комбинате [6].

Но, с другой стороны, целесообразно ли отказываться от столь эффективного средства экологической диагностики? От средства, которое позволяет:

- своевременно обнаруживать в

атмосфере цеха присутствие вредного вещества или, что гораздо важнее, совокупного действия нескольких таких веществ;

- одними и теми же средствами проводить экспресс-диагностику и постоянный контроль за изменением состояния окружающей среды;

- осуществлять контроль за состоянием окружающей среды как на уровне цеха, так и на уровне всего промышленного предприятия.

Вместе с тем *биологические методы исследования окружающей среды не должны подменять и вытеснять физико-химические методы, хотя бы потому, что на данном этапе разработки этих методов они не позволяют получать точную количественную оценку, а дают лишь качественную картину ситуации.*

Вывод. Целесообразным является комплексное применение различных методов, способных компенсировать недостатки друг друга, для наиболее полной и объективной диагностики и для повышения точности прогнозов сдвигов в экологической обстановке, вызванных деятельностью машиностроительных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. NEN 6504 Water. Bepaling van de acute toxiciteit met behulp van *Poecilia reticulata*. 1980.
2. PN-72 C-04610 Woda i scieki. Badania toksyczności zanieczyszczeń dla organizmów wodnych. Orzeczenie toksyczności ostrej na gupiku (*Lebistes reticulatus*). 1972.
3. Ескаков О.Н. Чувствительность личинок стрекоз (*Odonata*, *Insecta*) к качеству природных вод // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. "Экология речных бассейнов". Владимир: 1999. С. 38–39.
4. Методическое руководство по биотестированию воды РД-118-02-90 // Охрана окружающей среды. Вып. 2. Черкассы: 1995. С. 50–96.
5. Турманина В.И. Растения рассказывают. М.: Мысль, 1987.
6. Артамонов В.И. Растения и чистота окружающей среды. М.: Наука, 1986.
7. Мэнинг У.Д., Федер У.А. Биомониторинг загрязнений атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
8. Спасский А.Е., Кичанов В.А., Оглоблина Р.И. Токсичность смесей, отверждаемых в горячей оснастке // Литейное производство. № 11. 1980. С. 23–24.
9. Юргинсон Е.Н., Ривкин С.И. Санитарно-химическая и токсикологическая оценка применения магнийфосфатных ХТС // Литейное производство. № 12. 1994. С. 27.
10. Хасилев В.Л., Колтунов П.М. Воздействие процесса литья по газифицируемому моделям на окружающую среду // Литейное производство. № 6. 1993. С. 36–37.
11. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
12. Прокопович Л.В. Растения в экологии литейного производства // Тр. Одес. политех. ун-та: 2000. Вып. 3(12) С. 10–13.

Прокопович Лада Валериевна – кандидат технических наук, доцент кафедры "Машины и технология литейного производства" Одесского государственного политехнического университета