

### Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН – д.т.н., проф.

### Научно-редакционный совет:

С. В. ДЕЙНЕКО – к.т.н. доцент,

В. И. ИВАНОВ – д.т.н., проф.,

А. Ю. КОПЫЛОВ – д.т.н., проф.,

Е. А. ЛУКАШЕВ – д.т.н., проф.

Е. А. МАЗЛОВА – д.т.н., проф.,

М. Л. МЕДВЕДЕВА – д.т.н.,  
проф.,

А. З. МИРКИН – к.т.н.,

С. А. СИНИЦИН – к.х.н., доцент,

Ю. П. СТЕПИН – д.т.н., проф.,

Ф. М. ХУТОРЯНСКИЙ – д.т.н.,  
проф.

### Редакция:

В. С. ДМИТРИЕВА (редактор,  
ответственный секретарь),

О. В. ЛЮБИМЕНКО (редактор),

В. В. ЗЕМСКОВ (оформление  
и верстка)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ, ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Ахмади Соруш, Ф. М. Хуторянский, Солтани Бехназ

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ  
ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И ОБЕССОЛИВАНИЯ

ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ (ОБЗОР ПАТЕНТОВ)..... 3

### ИССЛЕДОВАНИЯ

Б. П. Туманян, А. Е. Богданов

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ ..... 11

В. М. Юровицкий, Е. И. Зоря

К ВОПРОСУ ЭТАЛОНИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ..... 15

### РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

М. А. Ершов, В. М. Зайченко, В. В. Качалов, Н. А. Климов,

В. А. Лавренов, И. И. Лицинер, О. В. Малова, А. Л. Тарасов

СИНТЕЗ БАЗОВОГО КОМПОНЕНТА АВИАБЕНЗИНА

ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ БИОМАССЫ ..... 19

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л. В. Долматов, А. Ф. Ахметов, А. В. Долматов, А. В. Фазылова

НЕФТЯНОЙ ПРОПИТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ НПМ В РЕШЕНИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ..... 24

### ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР

А. В. Гельман, И. А. Шпара, А. А. Сергеев

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ.

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ..... 29

Н. В. Высоцкая, Т. А. Новосельцева, З. Х. Ягубов

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ..... 32

Д. А. Колпаков, А. Е. Ремизов, С. В. Дейнеко

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО

ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МОРСКИХ ГАЗОПРОВОДОВ ..... 38

### ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ К ОТЛОЖЕНИЯМ ..... 42

ИНФОРМАЦИЯ И СТАТИСТИКА ..... 47

# INDUSTRIAL SERVICES

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

№4(61)  
2016

Head editor:

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci.,  
prof.

Editorial board:

S. V. Deineko – Cand. Eng. Sci.,  
associate prof.,

V. I. Ivanov – Dr. Eng. Sci., prof.,  
A. Yu. Kopylov – Dr. Eng. Sci., prof.,  
E. A. Lukashov – Dr. Eng. Sci., prof.,  
E. A. Mazlova – Dr. Eng. Sci., prof.,  
M. L. Medvedeva – Dr. Eng. Sci., prof.,  
A. Z. Mirkin – Dr. Eng. Sci., prof.,  
S. A. Sinitsin – Cand. Chem. Sci.,  
associate prof.,  
Yu. P. Stepin – Dr. Eng. Sci., prof.,  
F. M. Khutoryansky – Dr. Eng. Sci.,  
prof.

## CONTENTS

### ANALYTICAL REVIEW, RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE

Ahmadi Soroush, F. M. Khoutorianski, Soltani Behnaz

MODERN HIGH-EFFICIENT DEMULSIFIERS FOR DEHYDRATION  
AND DESALTING OF OIL-WATER EMULSIONS (REVIEW OF PATENTS) ..... 3

### RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES

B. P. Tumanyan, A. E. Bogdanov

NEW APPROACH OF OIL RESIDUES PROCESSING ..... 11

V. M. Jurovitsky, E. I. Zorya

ON THE ISSUE OF CALIBRATION FORCE CHARACTERISTICS ..... 20

### RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES

M. A. Ershov, V. M. Zaychenko, V. V. Kachalov, N. A. Klimov,

V. A. Lavrenov, I. I. Lischiner, O. V. Malova, A. L. Tarasov

SYNTHESIS OF THE BASE COMPONENT OF AVIATION FUEL  
FROM SYNTHESIS GAS OBTAINED FROM BIOMASS ..... 15

### ENVIRONMENTAL PROTECTION

L. V. Dolmatov, A. F. Akhmetov, A. V. Dolmatov, A. V. Fazylova

OIL IMPREGNATION MATERIAL FOR ECOLOGICAL  
ENVIRONMENT PROTECTION ..... 24

### FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY

A. V. Gelman, I. A. Shpara, A. A. Sergeev

TECHNICAL DIAGNOSING OF POLYETHYLENE GAS PIPELINES ..... 29

N. V. Vysotskaya, T. A. Novoseltseva, Z. Kh. Yagubov

RISK MANAGEMENT AT THE FACILITIES  
OF THE ENERGY COMPLEX ..... 32

D. A. Kolpakov, A. E. Remizov, S. V. Deineko

ORGANIZATION AND TECHNICAL DIAGNOSTICS  
OFFSHORE PIPELINES ..... 38

### LABORATORY EQUIPMENT AND TESTING METHODS

METHODS FOR EVALUATING TENDENCY TO DEPOSITS ..... 42

INFORMATION AND STATISTICS ..... 47

#### Адрес редакции:

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6.

Тел./факс: (499) 507-80-45.

e-mail: [tpps@list.ru](mailto:tpps@list.ru)

Интернет: [www.nitu.ru](http://www.nitu.ru)

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал  
«Промышленный сервис» обязательна.

Материалы авторов не возвращаются.  
Редакция не несет ответственности  
за достоверность информации в материалах,  
в том числе рекламных, предоставленных  
авторами для публикации.

Издатель — Международный центр науки  
и технологий «ТУМА ГРУПП»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ  
по делам печати, телерадиовещания и средствам массовой  
коммуникации. Свидетельство  
о регистрации ПИ № ФС77-44240 от 17.03.2011 г.  
ISSN 2224-9656

Журнал включен в перечень изданий  
Высшей аттестационной комиссии Министерства  
образования и науки РФ.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано ООО «Стринг»  
E-mail: [String\\_25@mail.ru](mailto:String_25@mail.ru)

## **Современные высокоэффективные деэмульгаторы**

### **для обезвоживания и обессоливания водонефтяных эмульсий (обзор патентов)**

*Ахмади Соруси<sup>1</sup>, Ф. М. Хуторянский<sup>2</sup>, Солтани Бехназ<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,*

*<sup>2</sup>ОАО «ВНИИ НП»,*

E-mail: Ahmadi.s@gubkin.ru

*Подготовка нефти к переработке в последние годы сталкивается с рядом трудностей, в частности, увеличением доли вовлекаемых в переработку тяжелых высоковязких эмульсионных нефтей, требующих применения специальных технологических решений для разрушения стойких водонефтяных эмульсий. Одним из решений этой сложной проблемы является применение специальных реагентов-деэмульгаторов. В настоящей статье на основе проведенного анализа технической литературы и патентов определены основные типы деэмульгаторов. Показано что, создание композиционных деэмульгаторов является самым перспективным путем разработки эффективных деэмульгаторов. Приведен анализ патентов композиционных деэмульгаторов последнего двадцатилетия РФ для подготовки нефти на промыслах и обессоливания и обезвоживания на блоках ЭЛОУ НПЗ.*

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, нефтерастворимые деэмульгаторы, водорастворимые деэмульгаторы, композиционные деэмульгаторы, патенты РФ, тяжелые высоковязкие нефти.

## **Modern High-Efficient Demulsifiers for Dehydration and Desalting of Oil-Water Emulsions (Review of Patents)**

*Ahmadi Soroush<sup>1</sup>, F. M. Khoutorianski<sup>2</sup>, Soltani Behnaz<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas,*

*<sup>2</sup>JSC VNII NP*

*In recent years, preparation of oil to processing faces a number of challenges, in particular, increasing the proportion of heavy high-viscosity oil emulsions involved in processing, which require the use of special solutions for breaking persistent water-oil emulsions. One solution to this complex problem is the application of special reagents-demulsifiers. In the present article based on the conducted analysis of technical literature and patents the main types of emulsion breakers were determined. It was shown that the creation of compositional demulsifiers is the most promising way to develop effective demulsifiers. The patents of compositional demulsifiers registered in last twenty years in the Russian Federation have been analyzed. The main subject of them is preparation of oil on fields and also desalination and dehydration on the electrical desalting units (ELOU) on refinery.*

**Key words:** surface active agents, oil soluble demulsifiers, water soluble demulsifiers, compositional demulsifiers, RF patents, heavy high-viscosity oils.

## **Новые подходы к переработке нефтяных остатков**

*Б. П. Туманян, А. Е. Богданов*

*РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,*

E-mail: bortum@mail.ru

*Статья посвящена возможности вовлечения нефтяных остатков и некондиционных нефтепродуктов в переработку с получением кровельных, гидроизоляционных материалов и вяжущих для дорожного строительства. Показана возможность получения твердых, высокоструктурированных веществ из жидкого сырья. Проведен термолиз мазута Московского НПЗ с добавкой на основе элементарной серы. Для продуктов реакции было проведено измерение вязкости. По измеренным значениям были построены реологические кривые. Подтверждено, что можно регулировать вязкость продукта путем изменения концентрации добавки и температуры реакции. Помимо этого, было определено содержание различных фракций асфальтенов (A1 и A2) в продуктах термолиза. Результаты эксперимента показывают, что увеличение концентрации добавки приводит к возрастанию содержания асфальтенов A1, более высокомолекулярных компонентов, по сравнению с асфальтенами A2. Исследованы малакометрические свойства продуктов термолиза, приготовленных при 240 °С с концентрацией серосодержащей добавки 6, 10, 13, 15%. Показано, что повышение содержания добавки приводит к увеличению температуры размягчения и уменьшению пенетрации и дуктильности, что говорит о повышении твердости и снижении эластичности продуктов термолиза. Результаты эксперимента являются исходными данными для подбора оптимальных условий термолиза нефтяного остаточного сырья с получением продуктов с требуемыми свойствами.*

**Ключевые слова:** нефтяные остатки, нефтяные шламы, вяжущие материалы, гидроизоляционные материалы, загущение, термолиз, элементарная сера, реологические кривые, температура размягчения, пенетрация, дуктильность.

## **New Approach of Oil Residues Processing**

B. P. Tumanyan, A. E. Bogdanov

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

*The article is devoted to involvement of petroleum residues and off-spec products into refining with obtaining of roofing, waterproofing materials and binders for road construction. A possibility of obtaining of solid, high-structure substances from the liquid feedstock was shown. The thermolysis of the masut from Moscow refinery with the additive based on cell sulfur was carried out. The measurement of viscosity for the products of reaction was implemented. The rheological curves were constructed by the measured values of viscosity. It is proved that it's possible to control the viscosity of the product by means of changing of additive content and temperature of the reaction. Also the content of different fractions of asphaltenes (A1 and A2) in the products of thermolysis was determined. The results of the experiment indicate that increase of additive concentration leads to increase of content of asphaltenes A1 – more high-molecular components, in comparison with asphaltenes A2. The following properties: softening point, penetration, ductility – of the products obtained at 240 degrees with concentration of sulfur-containing additive: 6, 10, 13, 15 percent were investigated. It was shown that increase of additive content results in rise of softening point and decrease of penetration and ductility which indicates the hardness increase and reduction of elasticity of obtained products. The results of the experiment are the original data for selection of optimal conditions of thermolysis of petroleum residual feedstock with obtaining of products with required properties.*

**Key words:** petroleum residues, oil slimes, binders, waterproofing materials, densification, thermolysis, cell sulfur, rheological curves, softening point, penetration, ductility.

## **К вопросу эталонирования силовых характеристик**

В. М. Юровицкий, Е. И. Зоря

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина,

E-mail: zorya.ru@gmail.com

*Предложен механизм эталонирования силовых характеристик, основанный на использовании силовой характеристики — весомости, являющейся характеристикой механического состояния тел и определяемой весом единицы массы тела или силой, приложенной к единице массы с обратным направлением.*

**Ключевые слова:** гравиметрия, эталон, весомость, сила тяжести.

## **On the Issue of Calibration Force Characteristics**

V. M. Jurovitsky, E. I. Zorya

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

*The mechanism of the power characteristics calibration, based on the use of force characteristics — weight, which is characteristic of the mechanical state of the bodies determined by the weight and the unit weight or force applied to the unit mass from the opposite direction.*

**Key words:** gravimetry, model, weightlessness, gravity.

## **Синтез базового компонента авиабензина из синтез-газа, полученного из биомассы**

М. А. Еришов<sup>1</sup>, В. М. Зайченко<sup>2</sup>, В. В. Качалов<sup>2</sup>, Н. А. Климов<sup>1</sup>,

В. А. Лавренов<sup>2</sup>, И. И. Лищинер<sup>2</sup>, О. В. Малова<sup>2</sup>, А. Л. Тарасов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ОАО «ВНИИ НП»,

<sup>2</sup>Объединенный институт высоких температур РАН,

<sup>3</sup>Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН,

E-mail: atarasov@ioc.ac.ru

*Проведен двухстадийный синтез базового компонента авиабензина из синтез-газа, полученного газификацией биомассы. Установлено, что при двухслойной загрузке метанольного катализатора и  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  на бедном синтез-газе можно достаточно эффективно получать диметиловый эфир и метанол. Общая конверсия CO за проход при использовании синтез-газа с неблагоприятным для синтеза оксигенатов соотношении  $\text{H}_2/\text{CO} = 0,96$  составила 38,2%, при этом конверсия CO в  $\text{CH}_3\text{OH}$  составила 15,3%, а конверсия CO в ДМЭ — 20,9%. Показано, что в ходе дальнейшего превращения оксигенатов получен высокий выход базового компонента в расчете на пропущенные оксигенаты (44,6%), при этом также наблюдается высокая селективность по жидким углеводородам, который в дальнейшем нами будет использоваться как базовый компонент авиабензина. Разработана оптимальная рецептура авиационного бензина Б-92 на основе базового компонента авиабензина. Показано, что полученный опытный образец авиабензина по качеству не уступает бензину марки Б-92.*

**Ключевые слова:** биомасса, пиролиз, синтез-газ, метанол, цеолит, авиабензин.

## Synthesis of the Base Component of Aviation Fuel from Synthesis Gas Obtained from Biomass

M. A. Ershov<sup>2</sup>, V. M. Zaychenko<sup>1</sup>, V. V. Kachalov<sup>1</sup>, N. A. Klimov<sup>2</sup>,

V. A. Lavrenov<sup>1</sup>, I. I. Lischiner<sup>1</sup>, O. V. Malova<sup>1</sup>, A. L. Tarasov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>JSC VNII NP,

<sup>2</sup>Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences,

<sup>3</sup>N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry of the Russian Academy of Sciences

*We conducted a two-step synthesis of basic component of aviation gasoline from synthesis gas obtained by gasification of biomass. It is found out that a two-layer loading of methanol catalyst and  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on the poor synthesis gas can be quite effective for getting dimethyl ether and methanol. The total conversion of CO per pass when using the gas with unfavorable for the oxygenates synthesis ratio of H<sub>2</sub>/CO=0,96 amounted to 38.2%, while the conversion of CO into CH<sub>3</sub>OH was 15.3%, and the conversion of CO into dimethyl ether was 20.9%. It is shown that in the course of further conversion of oxygenates, high output of the base component in proportion to the missing oxygenates (44.6%) was obtained, while there is also a high selectivity of liquid hydrocarbons that in the future will be used as a base component of aviation gasoline.*

**Key words:** biomass, pyrolysis, synthesis gas, methanol, zeolite, aviation fuel.

## Нефтяной пропиточный материал НПМ в решении экологической защиты окружающей среды

Л. В. Долматов, А. Ф. Ахметов, А. В. Долматов, А. В. Фазылова

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

E-mail: fazylova.1993@bk.ru

*В статье представлены результаты исследований по разработке нефтяного пропиточного материала НПМ для защиты древесины от биоразрушения. Новые пропиточные материалы могут быть рекомендованы для опытного применения на шпалопропиточных заводах в качестве разбавителей каменноугольного и сланцевого масел. Применение нового нефтяного пропиточного материала НПМ для консервирования древесины позволит значительно улучшить экологическую и санитарно-гигиеническую ситуацию на шпалопропиточных заводах и прилегающих к ним территориях.*

**Ключевые слова:** антисептик, пропиточный материал, кинематическая вязкость, температура вспышки, плотность.

## Oil Impregnation Material for Ecological Environment Protection

L. V. Dolmatov, A. F. Akhmetov, A. V. Dolmatov, A. V. Fazylova

Ufa State Petroleum Technological University

*The article presents the results of researches on the development of the oil impregnating material NPM to protect wood from biodegradation. New impregnating materials such as NPM-1 can be recommended for experimental use in sleeper impregnation plants as diluents coal and shale oils. Application of new oil impregnating material "NPM" for wood preservation will significantly improve the environmental and sanitary situation in the sleeper impregnation plants and adjacent territories.*

**Key words:** antiseptic, impregnating material, kinematic viscosity, flash point and density.

## **Техническое диагностирование полиэтиленовых газопроводов.**

### **Проблемы и пути их решения**

*А. В. Гельман, И. А. Шпара, А. А. Сергеев*

*МФ ООО «Газпром проектирование»,*

*E-mail: a.helman@promgaz.gazprom.ru*

*Срок эксплуатации отдельных полиэтиленовых газопроводов сетей газораспределения в Российской Федерации уже достигает 50 лет, что соответствует сроку, установленному нормативными документами. При этом методика их технического диагностирования до настоящего времени не разработана. В статье на основе исследований образцов труб с различными сроками эксплуатации, изъятых из действующих полиэтиленовых газопроводов, подтверждается установленный 50-летний срок эксплуатации, предлагаются рекомендации по определению срока их службы, а также даются направления дальнейших работ, выполнение которых сможет привести к созданию методики технического диагностирования полиэтиленовых газопроводов.*

**Ключевые слова:** сети газораспределения, полиэтиленовый газопровод, техническое диагностирование, срок эксплуатации.

## **Technical Diagnosing of Polyethylene Gas Pipelines**

*A. V. Gelman, I. A. Shpara, A. A. Sergeev*

*LLC “Gazprom-Proektirovanie”*

*Term of operation the in gas distribution networks in the Russian Federation it has already reached 50 years. This period corresponds to the date set by the regulatory documents. Wherein the technique of technical diagnosis of polyethylene pipeline has not yet been developed. The article describes the areas of work, for the creation of methods of technical diagnosing of polyethylene gas pipelines..*

**Key words:** gas distribution network, Polyethylene gas pipelines, technical diagnosing, operation life.

## **Методика управления рисками на объектах энергетического комплекса**

*Н. В. Высоцкая, Т. А. Новосельцева, З. Х. Ягубов*

*Ухтинский государственный технический университет,*

*E-mail: nvisotskaia@mail.ru*

*Предложена методика определения рисков при строительстве и реконструкции объектов трубопроводного транспорта энергетического комплекса на примере нефтегазопроводов. На основе идентификации и ранжирования опасных и вредных производственных факторов определен количественный критерий риска по видам работ, в соответствии с которым определен коэффициент страхования риска для работников, осуществляющих строительно-монтажные работы на объектах энергетического комплекса.*

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт нефти и газа, опасные и вредные производственные факторы, управление охраной труда, оценка рисков, страхование.

## **Risk Management at the Facilities of the Energy Complex**

N. V. Vysotskaya, T. A. Novoseltseva, Z. Kh. Yagubov

Ukhta State Technical University

*The technique of determination of risks during construction and reconstruction of pipelines in the energy complex example of main oil pipelines. Based on the identification and ranking of dangerous and harmful production factors defined quantitative risk for the kinds of work, in accordance with which defined the coefficient of risk insurance for workers carrying out construction work at the sites of energy complex.*

**Key words:** pipeline transportation of oil and gas, dangerous and harmful factors, occupational safety management, assessment of risks, insurance.

## **Организация и проведение технического диагностирования морских газопроводов**

Д. А. Колпаков<sup>1</sup>, А. Е. Ремизов<sup>1</sup>, С. В. Дейнеко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

E-mail: A\_Remizov@vniigaz.gazprom.ru

*В статье проведен анализ основных существующих видов и методов технического диагностирования морских трубопроводов, а также комплекса организационных мероприятий, предшествующих работам по техническому диагностированию. Сформулированы выводы, направленные на повышение эффективности диагностирования морских трубопроводов.*

**Ключевые слова:** подводный газопровод, диагностика морских газопроводов, повышение эффективности диагностирования, техническое диагностирование.

## **Organization and Technical Diagnostics Offshore Pipelines**

D. A. Kolpakov<sup>1</sup>, A. E. Remizov<sup>1</sup>, S. V. Deineko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LLC Gazprom VNIIGAZ, <sup>2</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas

*In the article the analysis of the main existing types and methods of technical diagnostics of subsea pipelines, and complex organizational actions prior to technical diagnostics. There was conclusions to increase the efficiency of diagnostics of underwater pipelines.*

**Key words:** underwater pipeline, diagnosing of offshore pipelines, improving the efficiency of diagnosing, technical diagnosing.