

# ХИМИЧЕСКОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ  
ИЗДАЕТСЯ С ИЮЛЯ 1932 ГОДА



1/2020

ЯНВАРЬ

Журнал издается при поддержке:  
РОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ  
ОАО «ГАЗПРОМ»  
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

**Редакционная коллегия:**

Главный редактор  
**Б.В. ГУСЕВ**

Ответственный секретарь  
**Г.П. ЗУЕВА**

А.М. АРХАРОВ	Е.Д. РОГОВОЙ
Б.В. БУДЗУЛЯК	А.В. РОМАНИХИН
М.Б. ГЕНЕРАЛОВ	А.И. СМОРОДИН
В.М. ДЕМИН	И.Я. СУХОМЛИНОВ
В.Я. КЕРШЕНБАУМ	Е.А. УРЫВАЕВА
В.М. ЛУКЬЯНЕНКО	И.Г. ХИСАМЕЕВ
С.Б. НЕСТЕРОВ	В. ХРЗ

Английская версия журнала  
«Химическое и нефтегазовое машиностроение»  
издается под названием  
Chemical and Petroleum Engineering  
и распространяется издательством Springer  
<http://www.springeronline.com>

**Индексы журнала:**  
71042 — по каталогу Агентства «Роспечать»  
38589 — по объединенному каталогу «Прессы России»

**Изатель:** ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «ХНГМ»

**Адрес редакции:**  
105066, Москва, ул. Старая Басманная, 21/4,  
Московский политехнический  
университет (для редакции)  
Тел. 8 (915) 339-37-61  
E-mail: himnef@mami.ru  
<http://www.himnef.ru>

**Верстка и дизайн:** ИП ЯЛАНСКИЙ В.В.

Сдано в набор 15.12.2019 г. Подписано  
в печать 15.01.2020 г. Формат 62×94/8.  
Печать офсетная. Бумага мелованная.  
Печ. л. 6. Заказ 17/20.

Отпечатано в ООО «Клаб Принт»  
127018, Москва, 3-й пр-д Марыиной рощи, д. 40, к. 1

Перепечатка публикуемых материалов возможна  
только с письменного разрешения редакции

## СОДЕРЖАНИЕ

**Гусев Б.В. *С Новым 2020 годом, уважаемые читатели!*** . . . . . 2-я стр. обложки  
**ИССЛЕДОВАНИЯ. КОНСТРУИРОВАНИЕ.  
РАСЧЕТЫ. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Черпицкий С.Н., Таршик М.Ю., Королев Л.В., Капранова А.Б.**  
Исследование процесса смешивания сыпучих материалов  
в барабанно-лопастном смесителе . . . . . 3  
**Юровская М.А., Лебедев А.Е., Леонтьев В.К., Гуданов И.С.**  
Исследование структуры потоков в циклонном аппарате  
с соосным расположением ступеней очистки . . . . . 7  
**Башаров М.М., Лаптева Е.А.** Тепломассообменные и  
энергетические характеристики насадок колонных аппаратов . . . . . 9

### КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА. ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ. ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА

**Лавренченко Г.К., Кравченко М.Б., Грудка Б.Г.** Повышение  
эффективности предварительного охлаждения в системе  
соединенных парокомпрессорных холодильных машин . . . . . 12

### АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Глебов А.О., Карпушкин С.В., Малыгин Е.Н.** Сравнение  
эффективности применения методов топологической оптимизации  
на примере траверсы колонного пресса . . . . . 18

### ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Гвоздяков Д.В., Губин В.Е., Ларионов К.Б., Зенков А.В.**  
Зажигание водоугольного топлива с добавлением жидкой фракции  
продукта пиролиза резины . . . . . 25  
**Лазарев С.И., Ковалев С.В., Хохлов П.А., Рыжкин В.Ю.** Разработка  
конструкций электрохимического аппарата трубчатого типа  
для разделения растворов химических и машиностроительных  
производств и методика расчета площади мембран в этом аппарате . . . . . 29  
**Шестаков К.В., Лазарев С.И., Селиванов Ю.Т., Хохлов П.А.,  
Ломакина О.В.** Математическое описание и методика расчета  
технологических параметров электродиализного аппарата для  
очистки сточных вод химических производств . . . . . 32

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

**Таран Ю.А., Соловьев А.А.** Исследование влияния переохлаждения  
и сдвиговых усилий на свойства полиамида-12 . . . . . 35  
**Тришкина И.А., Сторожева Е.И., Гуревич Л.М., Арисова В.Н.**  
Исследование структурно-механической неоднородности  
по толщине стенки науглероженной трубы из стали 15Х5М . . . . . 38

### ИНФОРМАЦИЯ

**Микуленок И.О.** Конструкции фланцевых соединений оборудования  
химических производств (обзор патентов) . . . . . 44

# KHIMICHESKOE I NEFTEGAZOVVOE MASHINOSTROENIE\*

MONTHLY INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC-TECHNICAL  
AND INDUSTRIAL JOURNAL  
PUBLISHED SINCE JULY 1932



1/2020

JANUARY

## CONTENTS

Gusev B.V. *Happy New Year 2020, dear readers!* ..... 2<sup>nd</sup> page of the cover

### RESEARCH. DESIGN

### CALCULATIONS. OPERATING EXPERIENCE

### PROCESSES AND EQUIPMENT OF CHEMICAL, OIL AND GAS TECHNOLOGIES

- Cherpitskiy S.N., Tarshis M.Yu., Korolev L.V., Kapranova A.B. Study of the process of mixing of loose materials in a drum-blade mixer ..... 3  
Yurovskaya M.A., Lebedev A.E., Leontiev V.K., Gudanov I.S. Study of the structure of flows in a cyclone apparatus with a coaxial arrangement of cleaning stages ..... 7  
Basharov M.M., Lapteva E.A. Heat and mass transfer and energy characteristics of packings of column apparatus ..... 9

### CRYOGENIC TECHNOLOGY. PRODUCTION AND APPLICATION OF INDUSTRIAL GASES. VACUUM TECHNOLOGY

- Lavrenchenko G.K., Kravchenko M.B., Grudka B.G. Improving the efficiency of pre-cooling in a system of coupled vapor-compression refrigeration machines ..... 12

### AUTOMATION OF CALCULATIONS AND DESIGN

- Glebov A.O., Karpushkin S.V., Malygin E.N. Comparison of the efficiency of application of the topological optimization methods on an example of column press traverse ..... 18

### INDUSTRIAL ECOLOGY

- Gvozdjakov D.V., Gubin V.E., Larionov K.B., Zenkov A.V. Ignition of coal-water fuel with addition of liquid fraction of rubber pyrolysis products ..... 25  
Lazarev S.I., Kovalev S.V., Khokhlov P.A., Ryzhkin V.Yu. Design of the construction of tube-type electrochemical apparatus for separation of solutions of chemical and mechanical engineering plants and method of calculation of membrane surface area in that apparatus ..... 29  
Shestakov K.V., Lazarev S.I., Selivanov Yu.T., Khokhlov P.A., Lomakina O.V. Mathematical formulation and method for calculation of technological parameters of electrodialysis apparatus for purification of wastewaters of chemical plants ..... 32

### MATERIAL SCIENCE AND CORROSION PROTECTION

- Taran Yu.A., Soloviev A.A. Study of the effect of supercooling and shear stress on the properties of polyamide 12 ..... 35  
Trishkina I.A., Storozheva E.I., Gurevich L.M., Arisova V.N. Research of structural and mechanical heterogeneity on thickness of the wall of the carbonized pipe from 15Kh5M steel ..... 38

### INFORMATION

- Mikulionok I.O. Designs of flange connections of the equipment of chemical industry (*patent review*) ..... 44

\* The English version of the journal «Khimicheskoe i Neftegazovoe Mashinostroenie» is published under the title «Chemical and Petroleum Engineering» and is distributed by Springer <http://www.springeronline.com>