Color profile: Disabled
Composite Default screen

АГЗК + АТ «АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**№ 12 (105) 2015 г.** **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

**Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ**

## СОДЕРЖАНИЕ

*Ганиев И.Р., Маленкина И.Ф., Коклин И.М., Короленок А.М., Кугрышева Л.И.*
**Использование оборудования пензенского объединения "Компрессор" в нефтегазовой промышленности – фактор реального импортозамещения** . . . 3

*На примере опыта пензенского объединения "Компрессор", сделана попытка обосновать необходимость применения оборудования блочных газозаправочных станций. Обозначена практическая возможность использования отечественного газозаправочного оборудования на объектах нефтегазового комплекса.*

*Аббасов М.М.*
**Исследование процесса получения дизельных фракций каталитическим крекингом вакуумного газойля под воздействием магнитного поля** . . . 10

*Представлены результаты исследования процесса каталитического крекинга вакуумного газойля при воздействии на него постоянного магнитного поля с индукцией 0,2–0,5 Тл. Показана возможность увеличения выхода дизельной фракции на 23–25 % с сохранением высокого выхода бензиновой фракции.*

*Казаков Д.В., Кугрышева Л.И.*
**Способ определения буксования при диагностировании объектов машиностроения, работающих на альтернативных видах топлива** . . . 14

*В статье предложен принципиально новый метод определения буксования мобильных энергетических средств, выполняющих технологические операции с использованием альтернативных видов топлив, а также при диагностировании параметров технического состояния.*

*Лищинер И.И., Малова О.В., Тарасов А.Л., Коробцев С.В., Кротов М.Ф., Потапкин Б.В.*
**Закономерности получения ДМЭ из синтез-газа на смесевых катализаторах** . . . 16

*Изучена закономерность получения диметилового эфира из синтез-газа на каталитических системах - катализаторе синтеза метанола состава, % масс. ZnO – 25,10, CuO – 64,86, $Al_2O_3$ – 10,04 и катализаторе дегидратации $\gamma$-$A1_2O_3$. Исследовались разные способы загрузки катализаторов, был определен оптимальный вариант. Проведенные эксперименты показали, что на механической смеси метанольного катализатора и оксида алюминия возможно эффективное получение ДМЭ из забалластированного азотом синтез-газа с низким соотношением $H_2/CO$ = 1, неблагоприятным для синтеза метанола. При этом выход ДМЭ на поданное сырье может достигать значений около 10 % масс.*

*Золотарев В.А., Пырг Я.И., Галкин А.В.*
**Сравнительное исследование свойств окисленных и дистилляционных битумов и БМП на их основе** . . . 24

*В статье представлены результаты сравнительных исследований окисленных и дистилляционных битумов с близкими значениями пенетрации при 25 °С, а также влияние на их свойства полимера типа стирол–бутадиен–стирол (СБС) и поверхностно-активного вещества (ПАВ). Показана эффективность действия полимера в отношении растяжимости при 0 °С дистилляционных и устойчивости против старения окисленных битумов.*

*Мурадова П.А., Третьяков В.Ф., Зульфугарова С.М., Талышинский Р.М., Литвишков Ю.Н.*
**Синтез Zn-B-P/Al/$Al_2O_3$-катализаторов ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в условиях воздействия излучения СВЧ-диапазона** . . . 31

*В работе приводятся результаты микроволнового синтеза, активно поглощающего энергию СВЧ излучения Zn-B-P–оксидного катализатора, нанесенного на поверхность армированного алюминием Al/$\gamma$-Al2O3–носителя, с целью дальнейшей интенсификации протекания процесса ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в диэтиламид м-толуиловой кислоты (ДЭТА) в условиях воздействия поля СВЧ. Установлена идентичность фазового состава активной массы образцов, сформированных в условиях воздействия микроволнового излучения (2450 МГц) с фазовым составом катализаторов, приготовленных методом традиционной термообработки, что с учетом их более развитой активной поверхности дает основание также ожидать проявление более высокой каталитической эффективности.*

*Савченко А.С.*
**5-й Международный газовый форум в Санкт-Петербурге** . . . 35

*Суворов А.С.*
**Международный грузовой автосалон "Комтранс-2015"** . . . 39

*Савченко А.С.*
**Будни завода "Сеспель"** . . . 45

*Грамматчиков А.С.*
**Запуск новой модели грузовика BAW** . . . 48

*Корякин А.Ю.*
**Полвека на благо России** . . . 50

*Золотова Л.И., Савченко А.С.*
**Баха "Великая степь – Дон"** . . . 52
**Автопробег "Газ – в моторы!"** . . . 54
**Volvo Trucks возобновит производство на заводе в Калуге** . . . 54
**Новинки семейства "Урал NEXT" для нефтегазовой отрасли** . . . 55
**В Москве открыта первая зарядная станция для электромобилей** . . . 56
**Сеть АЗС "Газпромнефть" представила кофе Drive Café** . . . 56

**Учредитель**
ООО "Издательство Машиностроение"

**Главный редактор**
**В.Ф. Третьяков** – академик РАИН, д-р хим. наук, профессор

**Зам. главного редактора**
**А.С. Савченко**

**Председатель редакционного совета**
**В.Ф. Корнюшко** – д-р техн. наук, Заслуженный деятель науки и техники РФ

**Состав редакционного совета:**
д.т.н. **С.П. Горбачев** (ООО "ВНИИГАЗ", г. Москва)
член-корр. АН РТ **Г.С. Дьяконов** (Респ. Татарстан, г. Казань)
д.т.н. **Н.А. Иващенко** (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
д.т.н. **Н.Г. Кириллов** (ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург)
д.т.н. **Г.К. Лавренченко** ("УА-СИГМА", Украина)
член-корр. НАН **Ю.Н. Литвишков** (Азербайджан, г. Баку)
академик НАН **И.И. Лиштван** (Беларусь, г. Минск)
академик РАЕН **С.В. Мещеряков** (МИНГП, г. Москва)
д.э.н. **А.В. Николаенко** (МГТУ МАМИ, г. Москва)
**О.Н. Румянцева** (ООО "Издательство "Инновационное машиностроение")
д.х.н. **Р.М. Талышинский** (РАН ИНХС, г. Москва)
академик НАН РК, **Е.М. Шайхутдинов** (Респ. Казахстан, г. Алматы)

**Редактор**
И.Л. Сильченкова

**Компьютерная верстка**
С.А. Жиркина

**Адрес и телефон редакции:**
107076, г. Москва, Колодезный пер., д. 2а, стр. 2
Тел. 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru

Подписано в печать 12.11.2015 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага мелованная.
Усл. печ. л. 6,86.
Отпечатано в ООО "Белый ветер", 115407, г. Москва, Нагатинская наб. д. 54, пом. 4

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогам): "Роспечать" – инд. **84180**; "Пресса России"– инд. **39543**; "Почта России" – инд. **10044**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). **Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–48491**

*Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", допускаются со ссылкой на источник информации и только с разрешения редакции.*

© ООО "Издательство "Инновационное машиностроение", "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", 2015

agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 Æ 2015 *. 10:20:45

Color profile: Disabled
Composite Default screen

АГЗК + АТ «AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»
AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

**№ 12 (105) 2015 г.** **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

**A magazine is plugged in List of editions of VAK Minobrnauki Russian Federation**

## CONTENTS

*Ganiev I.R., Malenkina I.F., Koklin I.M., Korolenok A.M., Kugrusheva L.I.*
**Use of the equipment Penza association "Compressor" in the oil and gas industry – a factor of real import** . . . 3
*For example, the experience of the Penza association "Compressor", an attempt to justify the need for a hardware block gas stations. Denotes the practical possibility of using domestic gas-filling equipment at oil and gas facilities.*

*Abbasov M.M.*
**Investigation of producing diesel fractions by catalytic cracking of vacuum gas oil under the influence of the magnetic field** . . . 10
*It is presented the results of the study of the catalytic cracking of vacuum gas oil at influence on it a constant magnetic field with the induction of 0,2–0,5 Tesla. It is showing the ability to increase the yield of the diesel fraction by 23–25 % while maintaining high yield of the gasoline fraction.*

*Kazakov D.V., Kugrysheva L.I.*
**Method for determination of slipping in the diagnosis of engineering objects running on alternative fuels** . . . 14
*This article proposes a fundamentally new method of determining the slipping of mobile power equipment performing technological operations with the use of alternative fuels, as well as in the diagnosis of the parameters of the technical condition*

*Lischiner I.I., Malova O.V., Tarasov A.L, Korobtsev S.V., Krotov M.F., Potapkin B.V.*
**Regularities of DME production from synthesis gas over mixtures of catalysts** . . . 16
*The regularities of synthesis of dimethyl ether (DME) from $H_2$-CO-$N_2$ mixtures over catalytic systems in combination of methanol synthesis catalyst (ZnO – 25,10, CuO – 64,86, $Al_2O_3$ – 10,04) and dehydration catalyst ($\gamma$-$A1_2O_3$) were studied. The different combinations of catalysts loading were investigated and the best option was determined. Experiments have shown that the mechanical mixture of methanol catalyst and $\gamma$-$A1_2O_3$ possible to effectively produce DME from synthesis gas with high nitrogen content and low ratio of $H_2$/CO = 1, unfavorable for methanol synthesis. The yield of DME can reach of about 10 % weight on raw materials.*

*Zolotarev V.A., Pyrig Ya.I., Galkin A.V.*
**A comparative study of the properties of oxidized bitumen and distillation and bmp on their basis** . . . 24
*The article presents the results of comparative studies of oxidized bitumen and distillation with close penetration at 25 °C, as well as their impact on the properties of the polymer such as styrene-butadiene-styrene (SBS) and a surface-active material (SAW). The effectiveness of actions in relation to the extensibility of the polymer at 0 °C distillation and resistance to aging of oxidized bitumen.*

*Muradova P.A., Tretyakov V.F., Zulfugarova S.M., Talyshinsky R.M., Litvishkov Yu.N.*
**Synthesis of Zn-B-P/Al/$Al_2O_3$ catalyst for acylation of diethyl amine by m-toluic acid with conditions influences of microwave range radiation** . . . 31
*Results of microwave synthesis of the microwave oven of radiation of the Zn-B-P-oxide catalyst applied on a surface who is actively absorbing energy reinforced by Al/$\gamma$-$Al_2O_3$ aluminum – the carrier, for the purpose of a further intensification of course of process of acylation of diethyl amine by m-toluic acid into diethylamide of m-toluic acid (DETA) in the conditions of influence of field microwave oven are given in work. Identity of active mass phase structure of the samples created in the conditions by influence of microwave radiation (2450 MHz) with phase structure of the catalysts prepared with method of traditional heat treatment is established that taking into account their more developed active surface gives the grounds also to expect manifestation of higher catalytic efficiency.*

*Savchenko A.S.*
**5th International Gas Forum in St. Petersburg** . . . 35

*Suvorov A.S.*
**International truck salon "Comtrans-2015"** . . . 39

*Savchenko A.S.*
**Weekdays plant Sespel** . . . 45

*Grammatchikov A.S.*
**The launch of the new model truck BAW** . . . 48

*Korjakin A.Yu.*
**Half a century for the benefit of Russia** . . . 50

*Zolotova L.I., Savchenko A.S.*
**Bacha "The Great Steppe – Don"** . . . 52
**The rally "gas – into the motor!"** . . . 54
**Volvo Trucks will resume production at the plant in Kaluga** . . . 54
**Novelties family "Ural NEXT" for Oil&Gas Industry** . . . 55
**In Moscow, opened the first charging station for electric vehicles** . . . 56
**Network of filling stations Gazpromneft introduced coffee Drive Café** . . . 56

**Founder**
LLC "Publishers Machinostroenie"

**Editor-in-chief**
**V.F. Tretyakov** – academician of RAES, doctor of chemical sciences, professor

**Deputy editor**
**A.S. Savchenko**

**Chairman of the editorial board**
**V.F. Kornyushko** – doctor of technical sciences, honored scientist of the Russian Federation

**The editorial board:**
doct. of techn. sc. **S.P. Gorbachev** (LLC "VNIIGAZ", Moscow)
corresponding member of the AS RT **G.S. D'yaconov** (Tatarstan Resp., Kazan)
doct. of techn. sc. **N.A. Ivashchenko** (Bauman MSTU, Moscow)
doct. of techn. sc. **N.G. Kirillov** (LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg)
doct. of techn. sc. **G.K. Lavrenchenko** ("UA-SIGMA", Ukraine)
corresponding member of the ANAS **Yu.N. Litvishkov** (Azerbaijan, Baku)
academician of the NAS **I.I. Lishtvan** (Belarus, Minsk)
academician of the RANS **S.V. Meshcheryakov** (MINGP, Moscow)
doct. of econom. sc. **A.V. Nikolaenko** (MSUME, Moscow)
**O.N. Rumyantseva** (LLC "Innovative mashinostroenie" Publishers)
doct. of chem. sc. **R.M. Talyshinsky** (TIPS RAS, Moscow)
Academician of the NAS RK **E.M. Shaikhutdinov** (Kazakhstan Resp., Almaty)

**Editor**
I.L. Silchenkova

**Computer Design**
S.A. Zhirkina

**Address and phone edition:**
107076, Moscow, Kolodezniy per., 2a, str. 2
Tel.: 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru

The magazine is distributed by subscription, which can be obtained at any post office (directory indexes): "Rospechat" – ind. **84180**, "The Russian Press" – ind, **39543**, "Mail of Russia" – ind. **10044**

The magazine is registered with the Federal agency for Supervision of Communications, Information Technology and Communications (Roskomnadzor), **Registration certificate PI N FS77–48491**

*Reprint is possible only with the reference to the journal "Autogas filling complex + alternative fuel"*

© LLC "Innovative mashinostroenie" Publishers, "Autogas filling complex + alternative fuel", 2015

agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 Æ 2015 *. 10:20:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*УДК: 625.282:621.51*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПЕНЗЕНСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ "КОМПРЕССОР" В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – ФАКТОР РЕАЛЬНОГО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

**И.Р. Ганиев,** исполнительный директор, ООО Объединение "Компрессор" (г. Пенза);
**И.Ф. Маленкина,** канд. техн. наук, ООО "ВНИИГАЗ" (Московская обл.);
**И.М. Коклин,** д-р техн. наук, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, (г. Невинномысск);
**А.М. Короленок,** д-р техн. наук, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва);
**Л.И. Кугрышева,** канд. техн. наук, ООО "Газпром трансгаз Ставрополь", (г. Невинномысск)

На примере опыта пензенского объединения "Компрессор", сделана попытка обосновать необходимость применения оборудования блочных газозаправочных станций. Обозначена практическая возможность использования отечественного газозаправочного оборудования на объектах нефтегазового комплекса.

**Ключевые слова:** газомоторное топливо; заправочные блоки; модернизация; эффективность; реальное импортозамещение.

# USE OF THE EQUIPMENT PENZA ASSOCIATION "COMPRESSOR" IN THE OIL AND GAS INDUSTRY – A FACTOR OF REAL IMPORT

**Ganiev I.R., Malenkina I.F., Koklin I.V., Korolenok A.M., Kugrusheva L.I.**

For example, the experience of the Penza association "Compressor", an attempt to justify the need for a hardware block gas stations. Denotes the practical possibility of using domestic gas-filling equipment at oil and gas facilities.

**Keywords:** gas fuel; Filling units; modernization; efficiency; real import substitution.

Использование газомоторного топлива в народном хозяйстве России – государственная проблема, решение которой определяется научно-техническим прогрессом с опорой на отечественное машиностроение.

Примером этого является накопленный опыт использования и научных исследований блочных газозаправочных станций, выпускаемых ООО "Объединение "Компрессор".

Характерная особенность станций – модульное изготовление в стационарных и передвижных вариантах. Модули компрессорные заправочные (МКЗ) находят широкое применение на объектах газовой промышленности, табл. 1.

Данные модули предназначены для установки на объектах технологических систем, в которых располагаемый потенциал избыточного давления природного газа находится в пределах 3,0–7,5 МПа [1].

В перспективе они могут найти широкое применение для сельхозмашин с использованием КПГ [2].

На рис. 1 показан заправочный модуль, установленный на КС "Сальская", ООО "Газпром трансгаз Ставрополь".

Специалистами ООО "Газпром трансгаз Ставрополь" исследованы режимы работы установки, построен график (рис. 2) зависимости времени подготовки единицы объема КПГ от величины входного давления, позволяющий выполнять расчет времени заправки, определять энергозатраты на компримирование.

Выполнен анализ загрузки АГНКС, подготовлены предложения по увеличению загрузки за счет роста парка ведомственного транспорта, а также возможности проводить заправку автомобилей работников КС.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:20:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Таблица 1*

**Перечень предприятий, использующих заправочные стационарные модули ООО Объединения "Компрессор" (г. Пенза)**

| Условные обозначения | Место эксплуатации |
|---|---|
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | Бабаевское ЛПУ МГ, газопровод "Северный поток" |
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | ООО "Газпром трансгаз Санкт-Петербург", КС Портовая, газопровод "Северный поток" |
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | КС Елизаветинская, газопровод "Северный поток" |
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | КС Волховская, газопровод "Северный поток" |
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | КС Шекснинская, газопровод "Северный поток" |
| МКЗСА-50 ВП-2 У1 | КС Пикалевская, газопровод "Северный поток" |
| МКЗПА-50 У1 (ПВиАГ) | Краснотуринская автоколонна Югорского УТТиСТ |
| МКЗ-50 М1 У2 | Пензенское ЛПУ МГ с. Старая Каменка |
| МКЗ-50 М1 У2 | Шеморданское ЛПУ МГ ГКС "Арская" |
| МКЗ-50 М1 У2 | ООО "Газпром трансгаз Ставрополь", Привольненское ЛПУ МГ ГКС "Сальская" |
| МКЗ-50 М1 У2 | СПК "Воронежский" с. Б. Кузьминское, Владимирская обл. |
| МКЗ-50 М1 У2 | Волгоградское ЛПУ МГ, п. Комсомольский |
| МКЗ-50 М1 У2 | Новгородское ЛПУ МГ Валдайская промплощадка |
| МКЗ-50 М1 У2 | ГКС "Мышкинская" ЛПУ МГ "Торжокское" |
| МКЗ-50 М1 У2 | Можгинское ЛПУ МГ, г. Можга, Удмуртия |
| МКЗ-50 М1 У2 | Ольховское ЛПУ МГ, с. Ольховка, Волгоградская обл. |
| МКЗ-50 М1 У2 | Котельниковское ЛПУ МГ, г. Котельниково, Волгоградская обл. |
| МКЗ-50 М1 У2 | ООО "Газпром трансгаз Ухта", ГКС "Вуктыльская", Республика Коми |
| МКЗ-50 М1 У2 | Жирновское ЛПУ МГ, Волгоградская обл., пос. Линево, КС "Жирновская" |
| МКЗСА-50-2 У1 | Калачеевское ЛПУ МГ, г. Калач, Воронежской обл. |
| МКЗСА-50-2 У1 | Кожурлинская ГКС Барабинское ЛПУ МГ ООО "Газпром трансгаз Томск", г. Братск, Иркутская обл. |
| МКЗСА-50-2 У1 | Барнаульское ЛПУ МГ ООО "Газпром трансгаз Томск" |
| МКЗСА-50-ВП У1 | Комплекс автозаправок корпорации "РОСНЕФТЕГАЗ" 629300, ЯНАО г. Новый Уренгой |
| МКЗСА-100/30-250-2 У1 | Иркутское ЛПУ МГ Братская промплощадка |
| МКЗСА-150/12-100 У1 | Площадка РЭП г. Цхинвал, Республика Южная Осетия |

***Рис. 1.*** *Заправка автомобилей*

За счёт использования КПГ на промплощадке КС "Сальская" высвобождается более 70 тыс. л жидких топлив, при этом снижается себестоимость пробега и экономятся расходы на моторное топливо до 500–700 тыс. руб. в год [3, 4, 7].

Выполнены расчеты экологической составляющей использования КПГ в качестве моторного топлива на ГКС "Сальская", что подтверждает эффективность эксплуатации установки, снижает затраты [5].

Данные о годовой наработке, производительности, других эксплуатационных исследований в ООО "Татрансгаз" (табл. 2) и ООО "Газпром трансгаз Ставрополь", а также отзывы с мест эксплуата-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 *. 10:20:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen



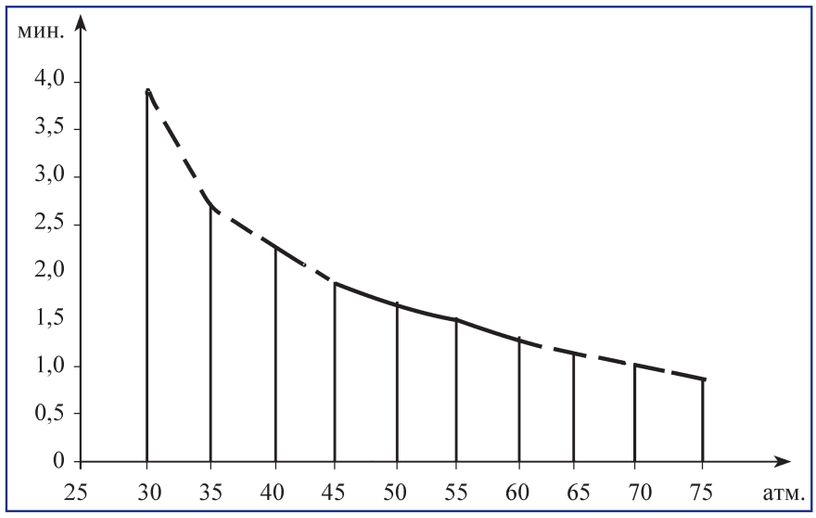



***Рис. 2.*** *Влияние входного давления на время подготовки 1м$^3$ КПГ*

ции послужили основанием для разработки требований на модернизацию ряда узлов и систем.

ООО "Объединением "Компрессор" совместно с "ВНИИГАЗ" разработано техническое задание на модернизацию заправочного модуля с использованием отечественных унифицированных (общепромышленных) комплектующих узлов и деталей, с учетом требований эргономики и норм безопасности, предполагая реализацию ряда мероприятий:

Применение "барботажного" (разбрызгивающего) принципа смазки шатунно-кривошипного механизма, что наряду с простотой конструкции повышает надежность установки.

Для поршневых и сальниковых колец использовать фторпласт или материалы на его основе. Это может послужить условием безсмазочной работы установки.

С целью упрощения конструкции и технологии изготовления основных узлов и деталей, снижения ежегодных расходов и уменьшения затрат на оборудование предусмотреть воздушное охлаждение.

Наряду с разработанными требованиями принято решение: комплектовать модуль воздушным одноконтурным охладителем газа, минимизировать требования к установке соосности главного привода к компрессору, принять предложение улучшения комплектности, что позволило модернизировать модуль (марки МКЗ-50У1), который служит аналогом ряда компрессорных установок, используемых на объектах нефтегазовой промышленности.

Учитывая специфику производства и опасность газов, с которыми работают компрессоры, инженеры ООО Объединения "Компрессор" закладыва-

*Таблица 2*

**Экономические и эксплуатационные показатели заправочного модуля МКЗ-50**

| п/п | Наименование | Ед. изм. | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 20006 г. | ИТОГО |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Наработка | час | 523 | 737 | 819 | 843 | 866 | 3788 |
| 2 | Реализовано КПГ | тыс. | 122 | 217,374 | 272,47 | 272 | 250:173 | 1134,017 |
| 3 | Производительность компрессора | м$^3$/ч | 233,3 | 294,9 | 332,7 | 322,7 | 288,9 | 299,4 |
| 4 | Давление всасывания | МПа | 5,3 | 5,3 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | – |
| 5 | Давление нагнетания | МПа | 19,6 | 19,6 | 24,5 | 24,5 | 24,5 | – |
| 6 | Работа с аккумулятором газа | – | Нет | Да | Да | Да | Да | – |
| 7 | Количество заправок | тыс. | 4,16 | 6,464 | 7,521 | 7,595 | 7,144 | 32,885 |
| 8 | Расход масла | кг/г | 4,7 | 7,5 | 8,8 | 9,4 | 9,5 | 33,9 |
| 9 | Удельный расход масла | кг/1000 м$^3$ | 0,0043 | 0,0034 | 0,0030 | 0,0031 | 0,0035 | 0,0033 |
| | | кг/час | 0,0090 | 0,0102 | 0,0107 | 0,0112 | 0,0110 | 0,0105 |
| 10 | Расход электроэнергии (с учетом затрат на привод э/двигателя, освещение площадки, отопление операторной и др. нужды) | кВт·ч | 22 989 | 32 960 | 37 660 | 36 380 | 38 400 | 168 389 |
| 11 | Удельный расход электроэнергии | кВт·ч/1000 м$^3$ | 188,4 | 151,6 | 138,2 | 133,8 | 153,5 | 148,5 |
| | | кВт·ч/ч | 44,0 | 44,7 | 46,0 | 43,2 | 44,3 | 44,5 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:20:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen



ют многоуровневую систему защиты самого оборудования, его систему автоматического управления (САУ), а также сложные технологические системы, стоящие после установки, и потребляющие компримируемый им продукт.

Необходимо подчеркнуть, что более опасные водородные компрессорные установки производства ООО Объединение "Компрессор", разработанные на базе компрессора 2ГУ2, показывают высокую надежность. Например, в результате гидроудара, полученного из-за нарушения технологического процесса на нефтеперерабатывающем заводе, потребовалось заменить только штоки поршней и их крепление (поршни и зеркала цилиндров не были повреждены), после чего компрессорная установка в сжатые сроки была восстановлена и возвращена в технологическую цепочку.

За время эксплуатации компрессорных установок в адрес ООО "Объединения "Компрессор" получены положительные отзывы и замечания с предложениями по доработке отдельных узлов и деталей.

Так, например, положительным, вместо пары палец–шток серьга в шатунно-поршневом узле было внедрено шарнирное соединение, несколько усложнившее конструкцию крейцкопфа, но при этом увеличившее надежность и ресурс соединения.

Для повышения надежности и снижения риска аварий принято решение оснащать компрессорную установку системой вибромониторинга, а внедрение автоматического контроля уровня масла позволяет защитить подшипниковые узлы.

С мест эксплуатации, находящихся в районах крайнего Севера, поступают предложения оснастить компрессор системой подогрева масла путем установки в картер ТЭНа или греющего кабеля. Это позволяет использовать один сорт смазочных масел, хотя это и увеличивает стоимость изготовления установки.

В период экономического кризиса, как в промышленности страны, так и газовой промышленности, остро стоят вопросы повышения эффективности оборудования по линии импортозамещения, т. е. за счет применения отечественного оборудования.

Для обоснования необходимости и возможности применения отечественного оборудования в технологии подготовки КПГ на объектах газовой промышленности, в табл. 3 приведены сравни-

*Таблица 3*

**Сравнительная характеристика МКЗ СА-50 2У1 производства ООО "Объединение "Компрессор" и Nanobox производства фирмы Calileo**

| Технические характеристики | Nanobox | МКЗ СА-502У1 | МКЗ СА-100/30-250-2У1 |
|---|---|---|---|
| Суточная производительность, нм$^3$/день | 3000 | 5760 | 10800 |
| **Параметры** | | | |
| Длина, мм | 2360 | 2500 | 2500 |
| Ширина, мм | 870 | 2000 | 2000 |
| Высота, мм | 2040 | 2400 | 2400 |
| Общий вес, кг | 2090 | 3200 | 3200 |
| **Компрессорный блок** | | | |
| Производитель | Calileo | ООО Объединение "Компрессор" | ООО Объединение "Компрессор" |
| Тип компрессора | Без масла, без соединительных стержней | 2ГУ2-0,05/20/200-250 У1 поршневой, V-образный, без смазки цилиндров | 2ГУ2-0,1/30/100-250 У1 поршневой, V-образный, без смазки цилиндров |
| Количество ступеней | 2, 3, 4 или 5-ступенчатый (в зависимости от входного давления) | 1, 2-ступенчатый (в зависимости от входного давления) | 2-ступенчатый |
| Потребляемая мощность, кВт | 22 | 12 | 20 |
| Частота вращения об/мин | 1500–1800 | 985 | 985 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:20:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Продолжение табл. 3*

| Технические характеристики | Nanobox | МКЗ СА-502У1 | МКЗ СА-100/30-250-2У1 |
|---|---|---|---|
| Система стартера | Разгрузка на всех ступенях, автоматическое воздушное охлаждение | Разгрузка на всех ступенях, автоматическое воздушное охлаждение | Разгрузка на всех ступенях, автоматическое воздушное охлаждение |
| Система охлаждения | Автоматическое воздушное охлаждение | Воздушная | Воздушная |
| Система смазки | Автоматическая с помощью внутреннего масляного насоса | Разбрызгивание | Разбрызгивание |
| Клапаны компрессора | Напорные клапаны Hoerbiger | Всасывающие и нагнетательные клапаны фирмы Hoerbiger | Всасывающие и нагнетательные клапаны фирмы Hoerbiger |
| Входное давление | От 0,020 до 60 гкс/см$^2$ | 20–100 гкс/см$^2$ | 20–100 гкс/см$^2$ |
| Максимальное рабочее давление | 250 гкс/см$^2$ | 250 гкс/см$^2$ | 250 гкс/см$^2$ |
| **Привод** | | | |
| Привод | Электродвигатель | Электродвигатель | Электродвигатель |
| Мощность, кВт | 22 | 22 | 37 |
| Частота вращения об/мин | 1500/1800 | 1500 | 1500 |
| Частота, Гц | 50/60 | 50 | 50 |
| Напряжение, В | 380/440 | 380 | 380 |
| Стартер | Система мягкого старта | Нет | Нет |
| Сцепление | Прямая сцепка | Ременная передача | Ременная передача |
| **Система газовых аккумуляторов** | | | |
| Геометрический объем, литров (водного эквивалента) | 840 | 1600; 2400; 3200 | 1600; 2400; 3200 |
| Полезный объем, нм$^3$ | 150 | 440; 600; 880 | 440; 600; 880 |
| Рабочее давление, кгс/см$^2$ | 250 | 250 | 250 |
| Технология заправки | | | |
| **Заправочное устройство** | | | |
| Шланги | 1 или 2 шланга высокой пропускной способности | 1 каскад или непосредственно компрессором | 1 каскад или непосредственно компрессором |
| Максимальная производительность | 20 нм$^3$/ч | 240 нм$^3$/ч | 450 нм$^3$/ч |
| Метод наполнения | Система 3–4 каскадных емкостей | 1 каскад или непосредственно компрессором | 1 каскад или непосредственно компрессором |
| Система клапанов | Вращающиеся клапаны Calileo | Шаровые клапаны фирмы "Гирос", электромагнитные клапаны фирмы "Сенсор" | Шаровые клапаны фирмы "Гирос", электромагнитные клапаны фирмы "Сенсор" |
| Заправочный штуцер | NVG1/вилка | Устройство газозаправочное УГЗ-08 М | Устройство газозаправочное УГЗ-08 М |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:20:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Продолжение табл. 3*

| Технические характеристики | Nanobox | МКЗ СА-502У1 | МКЗ СА-100/30-250-2У1 |
|---|---|---|---|
| Заправочные шланги | Внутренний диаметр 3/8 дюйма, шланг 3,5 м CNG1 | Шланг в сборе с разрывной муфтой шланг 3,5 м | Шланг в сборе с разрывной муфтой шланг 3,5 м |
| Идентификация транспортного средства | Встроенная RF система | Нет | Нет |
| **Блок программного управления** | | | |
| Блок программного управления | 25,8 MHz | 1,6 GHz | 1,6 GHz |
| Память | 8 mb SRAM | 1 Gb DDRII | 1 Gb DDRII |
| Back up батарея | Есть | Есть | Есть |
| Дисплей | 5,6-дюймовый графический дисплей | 17-дюймовый ЖК дисплей | 17-дюймовый ЖК дисплей |
| Разрешение | 320×240 синий/белый экран 1/4 VGA | 1280×1024 | 1280×1024 |
| Метод ввода данных | Сенсорный экран | Сенсорный экран | Сенсорный экран |
| **Передача данных** | | | |
| Технология | BlueTooth | Modbus | Modbus |
| Стандартный сетевой порт | Ethernet | Ethernet | Ethernet |
| Интернет-сервер | Графический Интернет-сервер Netscape/Explorer 6/0 совместимый | Explorer | Explorer |
| **Контрольные сенсоры** | | | |
| Давление | – давление на входе | – давление на входе | – давление на входе |
| | – выходное давление 1-й ступени | – выходное давление 1-й ступени | – выходное давление 1-й ступени |
| | – выходное давление 2-й ступени | – выходное давление 2-й ступени | – выходное давление 2-й ступени |
| | – выходное давление 3-й ступени | – давление в аккумуляторе | – давление в аккумуляторе |
| | – выходное давление 4-й ступени | – давление заправки | – давление заправки |
| | – выходное давление 5-й ступени | | |
| | – давление в каскадных емкостях | | |
| | – давление заправки | | |
| Температурные датчики | Масла/корпуса | Газа на всасе, нагнетании 1 и 2 ступеней, на выходе масла в картере | Газа на всасе, нагнетании 1 и 2 ступеней, на выходе масла в картере |
| Контроль уровня | Уровень масла | Уровень масла | Уровень масла |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:20:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Окончание табл. 3*

| Технические характеристики | Nanobox | МКЗ СА-502У1 | МКЗ СА-100/30-250-2У1 |
|---|---|---|---|
| Управление приводом | – текущий контроль | – текущий контроль | – текущий контроль |
| | – активная мощность | | |
| | – реактивная мощность | | |
| | – коммутатор Fi | | |
| Управление заправкой | – поток | – поток | – поток |
| | – объем | – объем | – объем |
| | – температура | – температура | – температура |
| | – плотность | – плотность | – плотность |
| Стоимость, руб. | 5 400 000 | 10 200 000 | 14 000 000 |

тельные характеристики МКЗСА-502У1 производства ООО "Компрессор" и Nanobox фирмы Galileo (Аргентина).

Из приведенных характеристик следует, что отечественное оборудование не уступает по технико-экономическим характеристикам зарубежному, и может быть рекомендовано к использованию в нашей стране.

## Выводы

Текущая экономическая ситуация должна стимулировать предприятия ТЭК использовать оборудование российских производителей, предоставляя им более гибкие и выгодные формы подачи документов на тендер и оплаты поставленного товара, но вполне обосновано предъявляя требования к качеству, надежности и безопасности отечественного оборудования.

Многолетний опыт эксплуатации компрессорных заправочных блоков, изготовленных ООО Объединением "Компрессор", подтверждают их эффективность и надежность.

Проведенный технико-экономический анализ отечественного оборудования позволяет рекомендовать его к использованию на объектах нефтегазового комплекса, в частности, на компрессорных станциях, реконструируемых по проекту системы газопроводов "Северный Кавказ – Центр" на участке "Привольное – Моздок".

В целях поддержки отечественного производителя в рамках промышленной политики страны, с учетом выполнения энергосберегающих законов – Федеральный закон № 261 от 23.11 2001 г. "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации", Распоряжение Правительства РФ от 13.05 2013 г. № 767, Протоколов Совещания у председателя Совета директоров ОАО "Газпром" от 09.02 2013 г. необходима разработка и выполнение экстренных мер по практическому внедрению на объектах ОАО "Газпром" подобного оборудования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Яшин В.В.** Основные эксплуатационные показатели станции МКЗ-50 с высоким входным давлением. НТС – ОАО "Газпром", июнь 2009.

2. **Савельев Г.С.** Проблемы перевода на КПГ автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники в дочерних обществах ОАО "Газпром". НТС – ОАО "Газпром", июнь, 2003.

3. **Коклин И.М., Потапенко Е.С., Штепа М.В., Маленкина И.Ф.** Использование мини-АГНКС на компрессорных станциях. Транспорт на альтернативном топливе, 2010. № 6.

4. **Коклин И.М., Потапенко Е.С., Потапенко М.С., Штепа М.В., Пономарева А.А.** Компрессорные заправочные станции на магистральных газозаправках – путь к снижению затрат. М.: АГЗК+АТ, 2011. № 1.

5. **Коклин И.М., Потапенко Е.С., Морозова А.М., Штепа М.В.** Эколого-экономическая эффективность эксплуатации миниАГНКС на магистральных газопроводах, М.: АГЗК+АТ, 2011. № 6.

6. **Коклин И.М., Потапенко М.С, Маленкина И.Ф.** Развитие региональных систем газоснабжения для обеспечения потребителей газомоторным топливом. М.: АГЗК+АТ, 2013. № 5.

7. **Ганиев И.Р.** Особенности применения дожимных компрессоров на ПАГЗ. Транспорт на альтернативном топливе, 2015. № 4.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:20:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*УДК 66.086.4*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ КАТАЛИТИЧЕСКИМ КРЕКИНГОМ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

**М.М. Аббасов,** д-р пед. наук, Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Г. Мамедалиева, НАН Азербайджана, Баку

Представлены результаты исследования процесса каталитического крекинга вакуумного газойля при воздействии на него постоянного магнитного поля с индукцией 0,2–0,5 Тл. Показана возможность увеличения выхода дизельной фракции на 23–25 % с сохранением высокого выхода бензиновой фракции.

**Ключевые слова:** каталитический крекинг; вакуумный газойль; дизельная фракция; бензиновая фракция; магнитное поле.

# INVESTIGATION OF PRODUCING DIESEL FRACTIONS BY CATALYTIC CRACKING OF VACUUM GAS OIL UNDER THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD

It is presented the results of the study of the catalytic cracking of vacuum gas oil at influence on it a constant magnetic field with the induction of 0,2–0,5 Tesla. It is showing the ability to increase the yield of the diesel fraction by 23–25 % while maintaining high yield of the gasoline fraction.

**Keywords:** catalytic cracking; vacuum gas oil; diesel fraction; gasoline fraction; the magnetic field.

Растущая дизелизация парка легковых автомобилей в последние годы способствует увеличению потребления дизельного топлива. Это требует вовлечения в суммарный фонд этого топлива средних дистиллятов каталитического крекинга и других вторичных процессов. В связи с этим становятся актуальными разработки процессов дизтопливного варианта каталитического крекинга, обеспечивающего повышенный выход легкого газойля каталитического крекинга и, одновременно, приемлемый выход и качество получаемых бензиновых фракций, в связи с чем проводятся многочисленные исследования по интенсификации процесса каталитического крекинга путем введения в сырье различных добавок и подвергания его малоэнергетическим волновым воздействиям [1–3].

Изучена интенсификация процесса каталитического крекинга путем модифицирования сырья углеводородными добавками олефинового ряда [4]. Показано, что введение линейных и разветвленных олефинов в сырье каталитического крекинга увеличивает выход целевых продуктов процесса на 1,9–9,9 % отн., причем эффект инициирования зависит от времени контакта сырья с катализатором. Уменьшение времени контакта в 2 раза приводит к увеличению прироста выхода бензина на 54,7 %, газа – на 33,3 %, кокса – на 25,0 % (отн.).

Установлено, что ведение 10 % растительных масел в состав сырья каталитического крекинга приводит к увеличению ресурсов получаемых бензинов на 2,5 % при одновременном увеличении октанового числа на 2 пп., увеличению суммарного содержания олефинов $C_2$–$C_4$ в составе получаемых газов на 4,5–8,2 % масс., и повышению выхода легкого газойля на 9,4–9,7 % масс. при соответствующих режимах проведения процесса [5, 6].

В настоящее время ведутся работы по интенсификации КК путем применения модифицирующих добавок – доноров водорода [7], способствующих значительному снижению выхода кокса и увеличению выхода целевых продуктов. В качестве



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:20:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen



добавок используют одноатомные спирты, алифатические эфиры, альдегиды, кетоны и т.д.

Новым направлением интенсификации процессов переработки различных видов нефтяного сырья является метод малоэнергетических физических воздействий, с помощью которых можно без заметных внешних энергетических затрат и с использованием внутренних резервов вещества перестраивать его структуру. В качестве внешних воздействий, влияющих на структуру веществ, в том числе и нефтяных дисперсных систем, могут быть использованы электрические, электромагнитные, магнитные, вибрационные или акустические поля. При этом сравнительно легко достигаются эффекты, соответствующие увеличению или, наоборот, снижению упорядоченности в надмолекулярной структуре веществ. Эти методы являются наиболее перспективными в виду их экономичности, эффективности и доступности [8–12].

Изучены методы интенсификации процесса КК путем озонирования вакуумного газойля и добавкой жирных кислот рапсового масла, что позволяет повысить выход целевого продукта – бензина на 4,6 % масс., снизить выход тяжелого газойля и газа на 3,7 и 4,8 % соответственно.

Установлено, что оптимальной концентрацией озона является 2 г/кг сырья, при которой содержание ароматики в бензине снижается на 12 %, а содержание изоалканов повышается на 14 %.

Энергия магнитного поля является одним из самых эффективных, экономичных и доступных видов энергии. Более широкое использование энергии постоянного магнитного поля сильно ограничено недостаточной теоретической разработкой проблемы действия сил магнитного поля из-за сложности структурных и энергетических превращений, протекающих в веществах различного строения на микро- и макроуровне. Поэтому дальнейшее изучение поведения нефтей различного состава в постоянном магнитном поле позволяет расширить и углубить познания в вопросах, рассматривающих влияние физических полей на свойства структурированных систем [8–10].

В данной работе исследован процесс каталитического крекинга вакуумного газойля при воздействии на него магнитного поля с индукцией 0,2–0,5 Тл. Исследования проведены в проточном реакторе со стационарным слоем промышленного катализатора "Омникат-210П" при температуре 480–520 °С и массовой скорости подачи сырья 0,5–1 $ч^{-1}$. Материальный баланс процесса каталитического крекинга вакуумного газойля без и под воздействием магнитного поля приведен в табл. 1.

*Таблица 1*

**Изменения в составе получаемых продуктов в процессе каталитического крекинга вакуумного газойля при воздействии на него постоянного магнитного поля с индукцией 02–0,5 Тл**

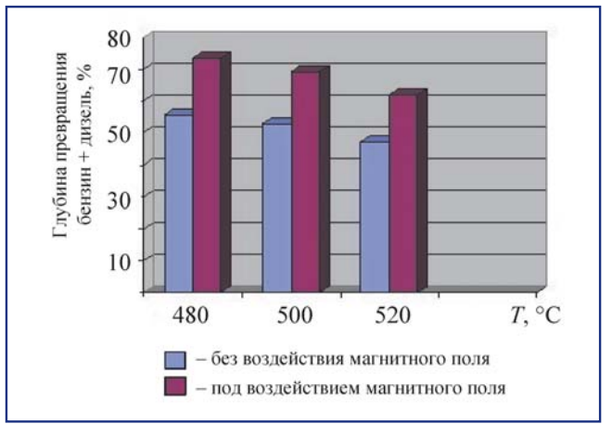
| Показатели | Без воздействия магнитного поля | | | Под воздействием магнитного поля | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Температура, °С | | | | | |
| | 480 | 500 | 520 | 480 | 500 | 520 |
| Взято, % масс.: | | | | | | |
| вакуумный газойль | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Получено, % масс.: | | | | | | |
| жидкий катализат | 83,2 | 81,4 | 76,6 | 87,9 | 85,1 | 81,1 |
| газы $C_1$–$C_4$ | 12,5 | 13,8 | 17,6 | 8,4 | 10,7 | 14,2 |
| кокс | 2,4 | 2,6 | 3,2 | 2,1 | 2,4 | 2,8 |
| Фракционный состав катализата: | | | | | | |
| н.к. –200 °С | 38,3 | 45,6 | 41,2 | 31,1 | 36,6 | 33,2 |
| 200–350 °С | 17,5 | 7,5 | 6,1 | 42,5 | 32,5 | 29,1 |
| фр. > 350 °С | 27,4 | 28,3 | 29,3 | 14,3 | 16,0 | 18,8 |
| потери | 1,9 | 2,2 | 2,3 | 1,6 | 1,8 | 1,9 |
| Глубина превращения, % | 72,6 | 71,7 | 70,7 | 85,7 | 84,0 | 81,2 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:20:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen






*Глубина превращения вакуумного газойля без и под воздействием постоянного магнитного поля*

Как видно из приведенных данных, состав продуктов, получаемых крекингом вакуумного газойля под воздействием на него магнитного поля, несколько отличается от состава продуктов, получаемых при традиционном процессе крекинга. Так, для температур 480–520 °С прирост в выходе жидкого катализата составляет 3,7–4,7 % масс. с одновременным уменьшением в выходе газовой фракции (3,1–4,1 % масс.) и кокса (0,2–0,4 % масс. в расчете на сырье). Заметные изменения наблюдаются также и во фракционном составе получаемого катализата. Так, если выход бензиновой фракции при крекинге вакуумного газойля в указанном интервале температур без воздействия магнитного поля составляет 38,3–41,2 % (масс.), то под действием магнитного поля выход бензиновой фракции несколько уменьшается и составляет 31,1–36,6 % (масс.). Надо отметить, что при этом резко возрастает выход получаемого легкого газойля (на 23–25 % масс.), что объясняется более полным превращением фракции тяжелого газойля (350 °С) и уменьшением доли вторичных реакций крекинга. Изменение степени превращения сырья при воздействии на него постоянного магнитного поля

*Таблица 2*

**Качественные показатели бензиновых и дизельных фракций в процессе каталитического крекинга вакуумного газойля без и под воздействием магнитного поля**

| Показатели | Бензиновая фракция | | Дизельная фракция | |
|---|---|---|---|---|
| | без воздействия магнитного поля | под воздействием магнитного поля | без воздействия магнитного поля | под воздействием магнитного поля |
| Плотность при 15 °С, кг/м$^3$ | 728,0 | 736,0 | 948,5 | 924,8 |
| Фракционный состав: | | | | |
| 10 % перегоняется, °С | 35 | 36 | 180 | 185 |
| 50 % перегоняется, °С | 80 | 91 | 275 | 245 |
| 95 % перегоняется, °С | 190 | 192 | 360 | 355 |
| Температура вспышки, °С | – | – | 76 | 76 |
| Кислотность, мг КОН/100 см$^3$ | 1,5 | 1,5 | 9,2 | 9,4 |
| Йодное число, г $J_2$/100 г | 49,1 | 46,8 | 6,4 | 6,1 |
| Общее содержание серы, % масс. | 0,012 | 0,014 | 0,16 | 0,14 |
| Коксуемость 10 %-го остатка, % масс. | – | – | 0,14 | 0,14 |
| Углеводородный состав, % масс.: | | | | |
| ароматические + непредельные | 68 | 64,3 | 86 | 80 |
| парафино-нафтеновые | 32,0 | 35,7 | 14 | 20 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:20:58

Color profile: Disabled
Composite Default screen



интенсивностью 0,2–0,5 Тл в целевые продукты бензин + дизельная фракция наглядно продемонстрировано на рисунке.

Надо отметить, что как глубина превращения в целевые продукты (бензин + дизель), так и максимальная полная глубина превращения вакуумного газойля (85,7 % масс.), подвергнутого воздействию постоянного магнитного поля, наблюдается при температуре 480 °С, что на 20 °С ниже температуры промышленного процесса каталитического крекинга.

Качественные показатели полученных бензиновых и дизельных фракций приведены в табл. 2. Как видно из представленных данных, качественные показатели как бензиновых, так и дизельных фракций, полученных от процесса каталитического крекинга вакуумного газойля без и под воздействием постоянного магнитного поля практически идентичны. Несколько меньшее количество ароматических и непредельных соединений в составе полученных фракций объясняется уменьшением под воздействием магнитного поля доли вторичных реакций крекинга на сильнокислотных центрах катализатора, ответственных за образование непредельных ароматических соединений.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования магнитного поля для варьирования состава и качества получаемых целевых продуктов в процессе каталитического крекинга вакуумного газойля.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Рустамов М.И.** Каталитические процессы получения высококачественных моторных топлив, Баку, "Элм". 2006. 434 с.

2. **Рустамов М.И., Аббасов В.М., Мамедова Т.А., Пириев Н.Н.** Экологическое состояние Земли и альтернативные источники энергии. Баку, "Элм". 2008. 717 с.

3. **Тиан Х.-П., Хе М.-Ю., Лонг Ж.** SINOPEC Research Institute of Petroleum Proctssing, Пекин, КНР, Улучшение показателей работы установок ККФ в Китае // Нефтегазовые технологии, 2005. № 6.

4. **Ситдикова А.В.** Автореферат диссертации "Интенсификация процесса каталитического крекинга олефиновыми углеводородами", Уфа, 2008.

5. **Мамедова Т.А.** Исследование и разработка процессов получения экологически безопасных моторных топлив и добавок к ним на основе органических кислот нефтяного и растительного происхождения / Дис. ... д.т.н. Баку, 2014.

6. **Амиров Н.Н.** "Интенсификация процесса каталитического крекинга кислородсодержащими добавками и волновыми воздействиями". Дис. ... к.т.н. Москва, 2007.

7. **Летцш У.** Совершенствование каталитического крекинга для выработки чистых топлив // Нефтегазовые технологии, 2005. № 6. 35 с.

8. **Халафова И.А.** Интенсификация процесса каталитического крекинга вакуумного газойля и смеси его с мазутом воздействием магнитного поля. Дис. ... к.т.н. Баку, 2014.

9. **Пивоварова Н.А., Клепова Н.А., Куранова Ю.А., Пивоваров А.Т.** Активация сырья вакуумной перегонки воздействием магнитного поля // Вестник Астраханского государственного технического университета, 2004. № 4 (23). С. 72–74.

10. **S.I. Al-Mayman, S.M. Al-Zahrani** Catalytic craking og gas oils in the electromagnetic fields: reactor design and performance// Fuel Processing Technology, V. 80. 2003. P. 169–182.

11. **S.I. Al-Mayman, S.M. Al-Zahrani** Catalytic craking og gas oils in the electromagnetic fields: dielectric properties of zeolitic catalysts // Catalysis Letter, V. 78. 2002. N 1(4). P. 331–337.

12. **Leoper M.C., Kingman S.W., Seville J.P.K.** Application of permament dry hight intensity magnetic separation for the processing of spent FCC catalyst // Magnetic and Electrical Separation, V.11(3). P. 141–153.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:20:59

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*УДК 629.114.4:004.89*

# СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БУКСОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

**Д.В. Казаков,** заведующий кафедрой ХТМиАХП, Невинномысский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВПО СКФУ;
**Л.И. Кугрышева,** канд. техн. наук, Невинномысский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВПО СКФУ

В статье предложен принципиально новый метод определения буксования мобильных энергетических средств, выполняющих технологические операции с использованием альтернативных видов топлив, а также при диагностировании параметров технического состояния.

**Ключевые слова:** буксование; диагностика; переходный процесс; способ испытания.

# METHOD FOR DETERMINATION OF SLIPPING IN THE DIAGNOSIS OF ENGINEERING OBJECTS RUNNING ON ALTERNATIVE FUELS

**Kazakov D.V., Kugrysheva L.I.**

This article proposes a fundamentally new method of determining the slipping of mobile power equipment performing technological operations with the use of alternative fuels, as well as in the diagnosis of the parameters of the technical condition.

**Keywords:** slipping; diagnostics; transition process; testing technique.

Для определения энергетических показателей мобильного энергетического средства (МЭС) необходимо иметь зависимости подачи топлива, тягового усилия и буксования трактора от рабочей скорости трактора [1, 4].

Перевод дизельных двигателей на газомоторное топливо приводит к изменению энергетических показателей МЭС, соответственно изменятся их тяговые (энергетические) возможности. При определении энергетических показателей МЭС в эксплуатационных условиях [2] необходимо определять ускорение коленчатого вала двигателя и буксование.

Зависимости подачи топлива насосом от частоты вращения вала легко определяются с помощью стендов для испытания и регулировки топливных насосов, имеющихся в большинстве организаций и пунктов технического обслуживания. Определить угловое ускорение коленчатого вала можно по методу [3]. Сущность его заключается в фиксации ЭДС датчика во время разгона коленчатого вала двигателя и последующей ее цифровой обработке. Датчик индукционного типа крепится напротив зубьев маховика двигателя.

Сложность представляет одновременное определение буксования с другими энергетическими показателями МЭС.

Для решения поставленной задачи, предлагается производить одновременную запись величин ЭДС двух датчиков, один из которых установлен против зубьев шестерни, связанной жесткой кинематической цепью с коленчатым валом, а другой против шестерни связанной с ведомым или путеизмерительным колесом.

Например, согласно методу [3], для записи этих сигналов можно использовать устройства КИ-13941, входящие в комплект серийного прибора ИМД-ЦМ, которые устанавливаются на ведущее и ведомое колеса МЭС, датчики подключаются к звуковой карте мобильного компьютера. В результате одновременной записи получают цифровой массив данных, отражающий изменение ЭДС этих датчиков от времени.

На рисунке представлен график изменения ЭДС, построенный по фрагменту цифрового массива данных.

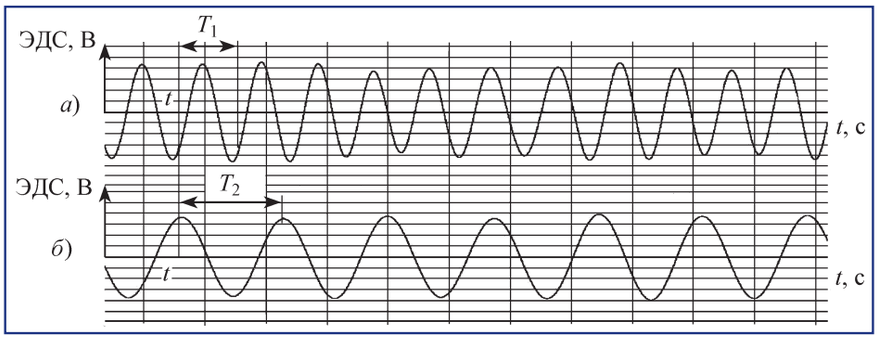
Полагаем, что моменты времени, соответствующие вершинам синусоиды, соответствуют момен-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 Æ 2015 ". 10:20:59

Color profile: Disabled
Composite Default screen






*Графики изменения ЭДС датчика от времени:*
*а* – путеизмерительное колесо (ведомое колесо); *б* – ведущее колесо

там прохождения одноименных точек зубьев шестерни относительно оси датчика.

Угловая скорость шестерни при периоде колебания сигнала $T$ определяется из выражения

$$\omega = \frac{2\pi}{z \cdot T}, \ \text{с}^{-1}.$$

где $z$ – количество зубьев шестерни, против которой установлен индукционный датчик, шт.; $T$ – период колебаний сигнала, с.

Линейная скорость трактора ν определяется по формуле

$$\nu = \frac{\omega}{i} R_{\text{к}}, \ \text{м/с},$$

где $i$ – передаточное отношение между шестерней, против которой установлен индукционный датчик и ведущим или ведомым колесом трактора; $R_{\text{к}}$ – радиус качения ведущего или ведомого колеса трактора, м.

Учитывая, что частота сигнала синусоиды λ определяется из выражения

$$\lambda = \tfrac{1}{T}, \ \text{Гц},$$

то получим,

$$\nu = \frac{2\pi}{z \cdot i} \lambda \cdot R_{\text{к}}, \ \text{м/с}. \qquad (1)$$

Буксование МЭС определяется по значениям теоретической $\nu_{\text{т}}$ и действительной $\nu_{\text{д}}$ скоростей [1]:

$$\delta = \frac{\nu_{\text{т}} - \nu_{\text{д}}}{\nu_{\text{т}}} \cdot 100\,\%, \qquad (2)$$

тогда из формулы (2) с учетом формулы (1) получим

$$\delta = \left(1 - \frac{\lambda_{\text{д}}}{\lambda_{\text{т}}} \frac{i_{\text{т}}}{i_{\text{д}}} \frac{R_{\text{к}}^{\text{д}}}{R_{\text{к}}^{\text{т}}} \frac{z_{\text{т}}}{z_{\text{д}}}\right) \cdot 100\,\%, \qquad (3)$$

где $R_{\text{к}}^{\text{д}}$ – радиус качения ведущего колеса, м; $R_{\text{к}}^{\text{т}}$ – радиус качения путеизмерительного колеса, м; $z_{\text{т}}$ – количество зубьев шестерни, имеющую жесткую кинематическую связь с ведущим колесом, шт.; $z_{\text{д}}$ – количество зубьев шестерни, имеющую жесткую кинематическую связь с путеизмерительным колесом, шт.; $\lambda_{\text{т}}$ – частота ЭДС индукционного датчика, полученная с зубьев шестерни, имеющей жесткую кинематическую связь с ведущим колесом, Гц; $\lambda_{\text{д}}$ – частота ЭДС индукционного датчика, полученная с зубьев шестерни, имеющей жесткую кинематическую связь с путеизмерительным колесом, Гц; $i_{\text{т}}$ – передаточное отношение между шестерней с датчиком и вед ущим колесом трактора; $i_{\text{д}}$ – передаточное отношение между шестерней с датчиком и путеизмерительным колесом.

Учитывая то, что параметры колес и шестерен в течение опыта не меняются, можно использовать постоянный множитель

$$C = \frac{i_{\text{т}}}{i_1} \frac{R_{\text{к}}^{\text{д}}}{R_{\text{к}}^{\text{т}}} \frac{z_{\text{т}}}{z_{\text{д}}}.$$

Тогда формула (3) примет вид

$$\delta = \left(1 - C \frac{\lambda_{\text{д}}}{\lambda_{\text{т}}}\right) \cdot 100\,\%.$$

Из формулы (8) видно, что для определения буксования МЭС в заданных условиях достаточно определить частоты ЭДС двух индукционных датчиков. Для определения частоты индукционных датчиков может использоваться программа CoolEdit 2000. Эта программа позволяет определять частоту сигнала в любой момент времени или усредненную частоту за определенный заданный промежуток времени.

Таким образом, одновременное фиксирование ЭДС двух индукционных датчиков позволяет определять буксование в любой момент времени при переходном процессе разгона МЭС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Казаков Д.В., Кущева Е.Н., Кугрышева Л.И.** Метод контроля технического состояния мобильных энергетических средств, работающих на альтернативных видах топлива // АвтоГазоЗаправочный Комплекс плюс Альтернативное топливо. 2015. № 8 (101). С. 30–32.

2. **Щетинин Н.В.** Метод определения сопротивления рабочих машин // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Процессы и машины агроинженерных систем. Технические науки. 2004. Прил. № 1. С. 90–94.

3. **Щетинин Н.В., Арженовский А.Г.** Определение энергетических показателей двигателя в режиме свободного разгона // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 3. С. 26–27.

4. **Иофинов С.А. и др.** Эксплуатация машинно-тракторного парка. 2-е изд. М.: Колос, 1984. С. 9–38.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:20:59

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*УДК 547.261*

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДМЭ ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА НА СМЕСЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

**И.И. Лищинер,** канд. хим. наук, **О.В. Малова,** канд. хим. наук,
**А.Л. Тарасов,** Объединенный институт высоких температур РАН (г. Москва),
**С.В. Коробцев,** канд. физ.-мат. наук, **М.Ф. Кротов,** канд. физ.-мат. наук,
**Б.В. Потапкин,** канд. физ.-мат. наук, НИЦ "Курчатовский институт", г. Москва

Изучена закономерность получения диметилового эфира из синтез-газа на каталитических системах – катализаторе синтеза метанола состава, % масс. ZnO – 25,10, CuO – 64,86, $Al_2O_3$ – 10,04 и катализаторе дегидратации $\gamma$-$A1_2O_3$. Исследовались разные способы загрузки катализаторов, был определен оптимальный вариант. Проведенные эксперименты показали, что на механической смеси метанольного катализатора и оксида алюминия возможно эффективное получение ДМЭ из забалластированного азотом синтез-газа с низким соотношением $H_2$/CO = 1, неблагоприятным для синтеза метанола. При этом выход ДМЭ на поданное сырье может достигать значений около 10 % масс.

**Ключевые слова:** синтез-газ; ДМЭ; метанол; диоксид углерода; кинетика.

# REGULARITIES OF DME PRODUCTION FROM SYNTHESIS GAS OVER MIXTURES OF CATALYSTS

**Lischiner I.I., Malova O.V., Tarasov A.L., Korobtsev S.V., Krotov M.F., Potapkin B.V.**

The regularities of synthesis of dimethyl ether (DME) from $H_2$-CO-$N_2$ mixtures over catalytic systems in combination of methanol synthesis catalyst (ZnO – 25,10, CuO – 64,86, $Al_2O_3$ – 10,04) and dehydration catalyst ($\gamma$-$A1_2O_3$) were studied. The different combinations of catalysts loading were investigated and the best option was determined. Experiments have shown that the mechanical mixture of methanol catalyst and $\gamma$-$A1_2O_3$ possible to effectively produce DME from synthesis gas with high nitrogen content and low ratio of $H_2$/CO = 1, unfavorable for methanol synthesis. The yield of DME can reach of about 10 % weight on raw materials.

**Keywords:** synthesis gas; dimethyl ether (DME); methanol; carbon dioxide; kinetics.

## Введение

Современная "экономичная технология" производства жидкого топлива из природного или попутного газа непосредственно на месторождениях требует их превращения в синтез-газ (СГ – смесь водорода и оксида углерода) с последующей конверсией в жидкие синтетические продукты [1–2]. В России с 1992 г., а за рубежом с 1994 г. ведутся работы по использованию ДМЭ в качестве альтернативного экологически чистого топлива для дизельных двигателей, поскольку он может излучать гораздо меньше загрязняющих веществ, таких как CO, $NO_x$ и твердых частиц в отличие от традиционного топлива. Ведущими фирмами-разработчиками в России является НИИ двигателей, а за рубежом Haldtr Topse A/S, Technical University of Denmark, AVL LIST Gmbh (Austria), Amoco Corp. (USA), Navistar International Co (USA), NNK Corp. (Япония) ДМЭ обладает весьма высоким цитановым числом (ЦЧ = 55–60), превышающим аналогичный показатель для дизельного топлива, и низкой температурой кипения (–25 °С). ДМЭ по своим физико-химическим показателям и данным моторных испытаний может стать в XXI в. основным видом моторного топлива во всем мире, над внедрением которого в настоящее время интенсивно работают многие ведущие фирмы и государственные организации за рубежом [3–5]. Кроме того, диметиловый эфир (ДМЭ) имеет широкое применение, в качестве растворителя, пропеллента, а также как хладагент [6].

Существуют отработанный (через получение метанола), а также более эффективный новый (прямой из синтез-газа) технологические способы массового производства ДМЭ на базе природного газа.

В работе [7] показано, что выход ДМЭ в интервале температур 250–400 °С на цеолите $Na_X$ на 2–5 % выше, чем на применяемом ранее катализаторе $\gamma$-$A1_2O_3$, и составляет 90 % масс. при 250 °С, практически линейно снижаясь до 75 % масс. при



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen



увеличении температуры до 400 °С. Конверсия метанола как на $Na_X$, так и на $\gamma$-$Al_2O_3$ изменялась от 80 до 100 % масс., при варьировании температуры реакции от 250 до 400 °С.

В работе [8] описаны катализаторы Cu-Hect и Cu-Bent, которые также очень активны в дегидратации метанола до диметилового эфира. Их активность возрастает с увеличением кислотности среды. Свойства этих цеолитных катализаторов очень похожи, причем Cu-Bent является природным минералом, а Cu-Hect сделанным искусственно.

Кроме цеолитов разрабатываются также различные модификации катализаторов на основе $\gamma$-$Al_2O_3$ [8–10]. Носителем для катализатора может быть любое инертное вещество [9], но окись алюминия в ходе гидротермического процесса дегидратации за счет спекания подвергается довольно быстрому старению, что приводит к заметному снижению конверсии спирта в простой эфир уже через 200 ч работы катализатора. В работе [10] авторы предлагают модифицировать поверхность оксида алюминия слоем двуокиси кремния в количестве 8–18 % от веса катализатора. Такая модификация оксида алюминия позволяет проводить процесс, по крайней мере, 500 ч без заметного снижения конверсии, которая находится в пределах 75–79 % все время работы катализатора. Переработка синтез-газа в ДМЭ может быть реализована без промежуточного выделения метанола на смеси катализаторов, включающей катализатор синтеза метанола.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности проведения эффективного каталитического синтеза ДМЭ из синтез-газа, забалластированного азотом и с добавлением $CO_2$, и установление параметров реакции синтеза ДМЭ (конверсии CO и $CO_2$ за проход, селективности процесса и т. д.) в зависимости от условий проведения реакции ($T$, W) и выяснение кинетических закономерностей реакции при трех различных комбинациях механической смеси промышленного катализатора синтеза метанола и оксида алюминия – катализатора превращения метанола в ДМЭ.

## Экспериментальная часть

*Методика проведения экспериментов:* Синтез ДМЭ проводили на лабораторной каталитической установке в реакторе изотермического типа с переферийной тепловой трубой и загрузкой катализатора 100 см$^3$. Высота слоя катализатора составляла 25 см.

Температуру в реакторе ($T_{зад}$) задавали нагревательным элементом тепловой трубы. На выходе из реактора были установлены холодильник с температурой охлаждения – 5 °С и ловушка-сепаратор для сбора жидкого продукта и отделения газа реакции.

В качестве катализатора синтеза метанола использовали оксидный катализатор следующего состава: % масс. ZnO – 25,10, CuO – 64,86 , $Al_2O_3$ – 10,04 (в дальнейшем обозначен как М), а в качестве катализатора конверсии метанола в диметиловый эфир $\gamma$-$Al_2O_3$ – АОА ТУ 2163-004-81279372-11 (в дальнейшем обозначен как Э).

Были опробованы различные способы смешения и загрузки данных катализаторов в реактор:

однослойную: 50 см$^3$ (М) + 50 см$^3$ (Э) равномерно механически перемешанная;

двухслойную 50 см$^3$ верхний слой [механическая смесь – 25 см$^3$ (М) + 25 см$^3$ инертного материала – кварца] + [механическая смесь – 25 см$^3$ (Э) + 25 см$^3$ инертного материала – кварца];

трехслойную: 20 см$^3$ – верхний слой [механическая смесь – 1,5 см$^3$ (М) + 1,5 см$^3$ (Э) + 17 см$^3$ инертного материала – кварца], 20 см$^3$ – средний слой [механическая смесь – 2,5 см$^3$ (М) + 2,5 см$^3$ (Э) + 15 см$^3$ кварца], и нижний слой 60 см$^3$ [механическая смесь – 30 см$^3$ (М) + 30 см$^3$ (Э)].

Итого: 34 см$^3$ (М) + 34 см$^3$ (Э) + 32 см$^3$ (кварц).

Для равномерного перемешивания двух катализаторов и инертного материала (кварца) использовали узкую фракцию катализаторов и кварца – 1,0–1,1 мм.

В качестве сырья использовали синтез-газ (СГ), забалластированный азотом, состава: CO – 40 % об., $H_2$ – 40 % и $N_2$ – 20 %. В ряде экспериментов использовали синтез-газ, содержащий вместо азота 20 % $CO_2$. Объемную скорость подачи газового сырья варьировали в диапазоне 50–4000 ч$^{-1}$. Температуру синтеза ДМЭ варьировали в диапазоне 200–300 °С при давлении 5,0 МПа. Подачу в реактор газового сырья осуществляли с помощью высокоточного регулятора-расходомера (Bronkhorst High-Tech) с точностью измерения ± 1 отн. %.

Во время экспериментов перемещающейся термопарой, находящейся в металлическом стакане в середине диаметрального среза слоя катализатора, проводили измерения температуры по всей высоте слоя катализатора (25 см) с шагом 1 см. Среднеарифметическое значение этих измерений представлено далее как $T_{ср}$.

Изучение характера взаимодействия метанола и ДМЭ с поверхностью $\gamma$-$Al_2O_3$ проводили методом температурно-программированной десорбции.

**Методика анализа.** Газ на выходе анализировали на хроматографе модели 3700 с использованием двух набивных колонок HayeSep-Q (CO + $H_2$, $CH_4$, $CO_2$, $C_2H_4$, $C_2H_6$, $C_3H_6$, $C_3H_8$) и молекулярных сит



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen



5А ($H_2$, $N_2$, $CH_4$, CO) в изотермическом режиме при 55 °С с использованием детектора – катарометр.

Объемное содержание всех компонентов ($H_2$, $N_2$, $CH_4$, CO, $CO_2$) определяли методом абсолютной калибровки, при постоянном объеме закола (петли) измеряя площади пиков всех компонентов и имея калиброванные значения той же площади пиков при 100 % содержании газа в петле.

Относительное содержание метанола и ДМЭ в жидких продуктах реакции (потом пересчитывали в % масс.) определяли по результатам хроматографического анализа на капиллярной колонке SE-30 на хроматографе модели "Кристаллюкс-5000" в изотермическом режиме при 50 °С с использованием пламенно ионизационного детектора.

Содержание воды в жидких продуктах реакции (в % масс. по отношению к сумме метанол+ДМЭ) HayeSep-Q (метанол + ДМЭ – одним пиком, $H_2O$) в изотермическом режиме при 100 °С с использованием детектора – катарометр.

Изучение характера взаимодействия реагентов с поверхностью катализатора и исследование качественного состава продуктов термодесорбции проводилось на термодесорбционной установке на базе хроматографа модели 3700 методом температурно-программированной десорбции (ТПД) в сочетании с хроматографическим анализом, позволяющим определять компоненты газовых смесей. Скорость программируемого нагрева 5С /мин, скорость потока газов 10 мл/мин. Перед проведением эксперимента образец тренировали, нагревая его со скоростью 20 °С/мин в потоке гелия до температуры десорбции. Адсорбцию вели при температуре 50 °С до полного насыщения образца катализатора.

## Результаты и обсуждение

1. Изотермичность работы реактора.

Важным этапом исследований явилась проверка изотермичности работы реактора в такой сложной высокоэкзотермичной реакции, где все возможные реакции (1–3) протекают с большим тепловым эффектом:

$$CO + 2H_2 = CH_3OH;$$
$$\Delta H_{298} = 50{,}1\ \text{кДж / моль}, \qquad (1),$$

$$2CH_3OH = CH_3OCH_3 + H_2O;$$
$$\Delta H_{298} = 40{,}9\ \text{кДж / моль}, \qquad (2)$$

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2;$$
$$\Delta H_{298} = 23{,}4\ \text{кДж / моль}. \qquad (3)$$

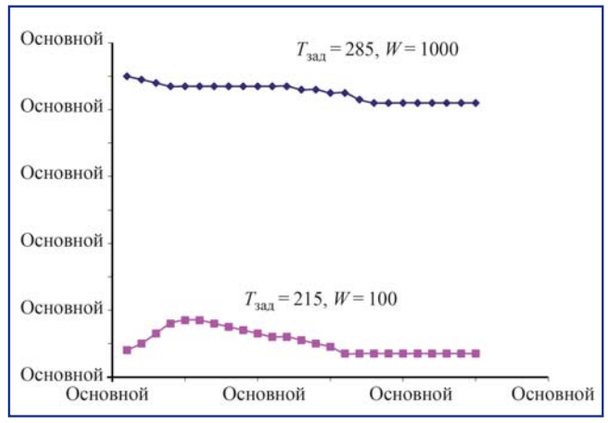



***Рис. 1.*** *Профиль температур по слою катализатора (однослойная загрузка) в экспериментах:*
*1* – (W = 100 ч$^{-1}$, $T_{зад}$ = 215 °С); *2* – (W = 1000 ч$^{-1}$, $T_{зад}$ = 250 °С)

На рис. 1 и 2 представлены результаты измерений температуры по всему слою катализатора при различных типах загрузки, объемных скоростях подачи СГ катализаторов в реактор и температурах нагревательного элемента реактора ($T_{зад}$).

Видно, что в случае однослойной загрузки при низкой объемной скорости подачи газового сырья (W = 100 ч$^{-1}$) при заданной температуре $T_{зад}$ = = 215 °С средняя расчетная температура в слое ($T_{ср}$) составила 212 °С, т. е. не наблюдался перегрев катализатора протекающими экзотермическим реакциям.

При увеличении объемной скорости в 10 раз (заданная температура $T_{зад}$ = 285 °С) также практически не наблюдался перегрев катализатора сред-

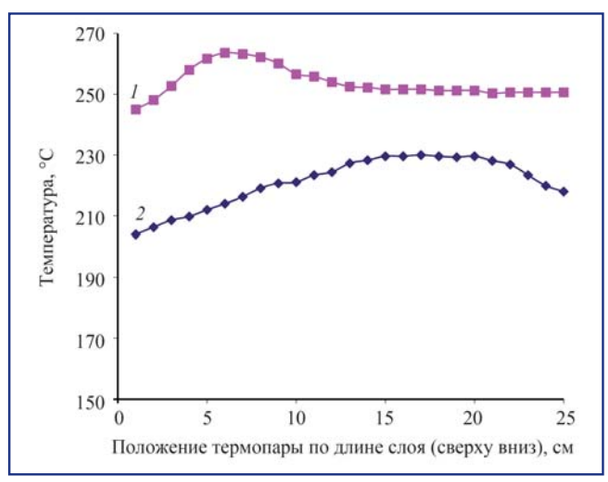



***Рис. 2.*** *Профиль температур по слою катализатора (трехслойная загрузка) в экспериментах:*
*1* – (W = 100 ч$^{-1}$, $T_{зад}$ = 210 °С); *2* – (W = 4000 ч$^{-1}$, $T_{зад}$ = 250 °С)



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:07

Color profile: Disabled
Composite Default screen



няя расчетная температура в слое ($T_{ср}$) составила 287 °С т. е. превышение заданной температуры – 2 °С.

При использовании же трехслойной загрузки (с разбавлением первых двух слоев смесевого катализатора инертным материалом – кварцем) наблюдается некоторый перегрев слоя катализатора ближе к выходу из реактора (рис. 2, кривая *2*), где в третьем последнем слое сосредоточена основная масса смесевого катализатора. При заданной температуре $T_{зад}$ = 210 °С средняя расчетная температура в слое ($T_{ср}$) составила 223 °С, т.е. перегрев катализатора составил всего 13 °С даже при существенно (на порядок) более высокой 4000 $ч^{-1}$ объемной скорости подачи СГ. В связи с этим можно утверждать, что используемая в работе конструкция реактора с периферийной тепловой трубой, способствует достаточному съему тепла реакций, т. е. такие сильно экзотермические реакции, как реакции синтеза метанола (и последующего образования ДМЭ), протекают в условиях, близких к изотермическим.

2. Закономерности синтеза ДМЭ в изотермическом реакторе.

В табл. 1–3 приведены результаты экспериментов по синтезу ДМЭ при трех различных типах загрузки катализаторов в зависимости от температуры и объемной скорости подачи СГ.

Из табл. 3 видно (опыт № 1), что при достаточно низкой температуре (215 °С) конверсия СО за проход составляет 53,8 %, что означает, что для используемого СГ с соотношением $H_2/CO$ = 1, конверсия СО в реакции образования метанола ($CO + 2H_2 = CH_3OH$) в расчете на теоретически возможную выше 100 %. Это, очевидно, связано с тем, что помимо образования метанола оксид углерода интенсивно расходуется в реакции водяного сдвига с водой, образующейся в ходе последовательной реакции получения ДМЭ из метанола. Термодинамика реакции водяного сдвига благоприятствует этому. Так, с использованием компьютерной программы $HSC_4$, разработанной фирмой Haldor Topsoe, нами проведен термодинамический расчет равновесных концентраций компонентов в реакции $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ в диапазоне температур 200–300 °С. На рис. 3 представлены кривые равновесных концентраций компонентов.

Из рис. 3 видно, что СО и $H_2O$ на 90 % конвертируют в смесь $CO_2$ и водорода.

Независимо от типа загрузки прослеживается одна и та же закономерность – с ростом температуры общая конверсия СО уменьшается, снижается конверсия в метанол при этом возрастает в ДМЭ. Так, с ростом температуры с 215 до 285 °С (см. табл. 1, опыты № 1–4) общая конверсия СО уменьшается с 53,8 до 43,3 %, при этом существенно возрастают селективность по ДМЭ (с 40,7 до 62,1 %) и выход ДМЭ (с 21,9 до 27,0 %).

При увеличении объемной скорости подачи СГ с 100 до 500 $ч^{-1}$ (см. табл. 2, 3 сравнительные опыты № 1 и 5, а также № 2 и 6 при различных температурах – $T_{зад}$) общая конверсия СО уменьшается, при этом также наблюдается существенный

*Таблица 1*

**Показатели реакции синтеза ДМЭ при однослойной загрузке катализаторов М и Э с их механическим смешением**

| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W, $ч^{-1}$ | 50 | 50 | 100 | 100 | 500 | 500 |
| $T_{зад}$ | 250 | 265 | 250 | 265 | 250 | 265 |
| $T_{ср}$ | 250 | 266 | 251 | 268 | 254 | 270 |
| $\Delta T$ | 0 | +1 | +1 | +3 | +4 | +5 |
| Общая конверсия СО, % | 38,6 | 36,4 | 38,5 | 36,3 | 36,2 | 34,6 |
| Конверсия СО в $CH_3OH$, % | 8,7 | 6,8 | 8,3 | 6,5 | 8,1 | 6,2 |
| Конверсия СО в ДМЭ, % | 20,4 | 20,2 | 20,5 | 20,2 | 20,6 | 20,3 |
| Конверсия СО в $CO_2$, % | 9,5 | 9,4 | 9,7 | 9,6 | 9,9 | 9,7 |
| Селективность по $CH_3OH$, % | 22,5 | 18,7 | 21,5 | 17,9 | 22,2 | 18,6 |
| Селективность по ДМЭ, % | 52,8 | 55,5 | 58,5 | 55,6 | 58,9 | 58,6 |
| Выход ДМЭ, % | 20,4 | 20,2 | 20,1 | 19,8 | 19,6 | 18,8 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:07

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Таблица 2*

**Показатели реакции синтеза ДМЭ при последовательной двухслойной загрузке катализаторов М и Э**

| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| W, $ч^{-1}$ | 100 | 100 | 500 | 500 |
| $T_{зад}$ | 250 | 265 | 250 | 265 |
| $T_{ср}$ | 253 | 266 | 254 | 270 |
| $\Delta T$ | +3 | +1 | +4 | +5 |
| Общая конверсия CO, % | 38,6 | 36,4 | 36,8 | 35,0 |
| Конверсия CO в $CH_3OH$, % | 8,7 | 6,8 | 8,3 | 6,5 |
| Конверсия CO в ДМЭ, % | 20,4 | 20,2 | 20,6 | 18,8 |
| Конверсия CO в $CO_2$, % | 9,5 | 9,4 | 9,9 | 9,7 |
| Селективность по CH3OH, % | 22,5 | 18,7 | 22,6 | 18,6 |
| Селективность по ДМЭ, % | 52,8 | 55,5 | 56,0 | 53,7 |
| Выход ДМЭ, % | 20,4 | 20,2 | 20,6 | 18,8 |

рост селективности по ДМЭ (на 12–19 %), а выход ДМЭ остается практически неизменным (21–22 %). Из табл. 3 видно, что уменьшение общей конверсии CO при увеличении объемной скорости подачи СГ связано, в первую очередь с тем, что существенно снижается конверсия CO в метанол (с 18,3 % в опыте № 1 до 5,3 % в опыте № 5). Однако, на наш взгляд, причины снижения конверсии CO в метанол следует искать, в первую очередь, не в увеличении объемной скорости подачи

*Таблица 3*

**Показатели реакции синтеза ДМЭ при трехслойной загрузке катализаторов М и Э с их механическим смешением в каждом слое**

| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W, $ч^{-1}$ | 100 | 100 | 100 | 100 | 500 | 500 | 1000 | 1000* | 4000 |
| $T_{зад}$ | 215 | 250 | 265 | 285 | 215 | 250 | 210 | 210 | 220 |
| $T_{ср}$ | 214 | 234 | 263 | 283 | 229 | 244 | 223 | 221 | 236 |
| $\Delta T$ | –1 | –1 | –2 | –2 | +14 | +9 | +13 | +11 | +16 |
| Общая конверсия CO, % | 53,8 | 45,8 | 44,2 | 43,3 | 37,8 | 33,8 | 28,7 | 32,8 | 20,3 |
| Конверсия CO в $CH_3OH$, % | 18,3 | 9,3 | 5,2 | 3,0 | 5,3 | 2,5 | 9,3 | 11,0 | 9,3 |
| Конверсия CO в ДМЭ, % | 21,9 | 24,3 | 26,0 | 26,9 | 22,5 | 22,2 | 12,9 | 16,0 | 7,3 |
| Конверсия CO в $CO_2$, % | 13,6 | 12,2 | 13,0 | 13,4 | 10,0 | 9,1 | 6,5 | 5,8 | 3,7 |
| Селективность по CH3OH, % | 34,0 | 20,3 | 11,8 | 6,9 | 14,0 | 7,4 | 32,4 | 33,5 | 45,8 |
| Селективность по ДМЭ, % | 40,7 | 53,1 | 58,8 | 62,1 | 59,5 | 65,7 | 44,9 | 48,8 | 36,0 |
| Выход ДМЭ, % | 21,9 | 24,3 | 26,0 | 26,9 | 22,5 | 22,2 | 12,9 | 16,0 | 7,3 |

* – СГ вместо 20 % $N_2$ содержит 20 % $CO_2$.

Выход и селективность рассчитаны в % на углерод CO.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:07

Color profile: Disabled
Composite Default screen



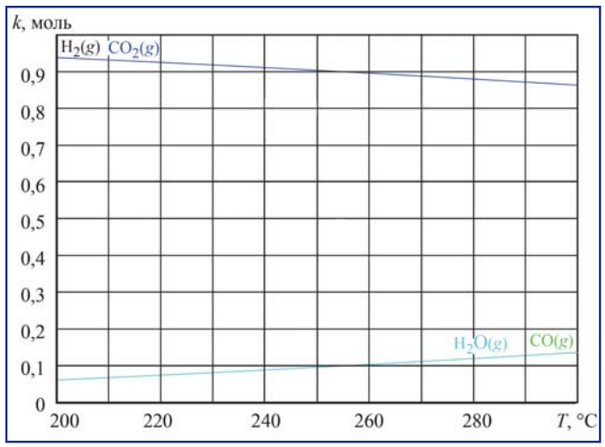



***Рис. 3.*** *Равновесные концентрации компонентов в реакции $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ при 50 атм.*

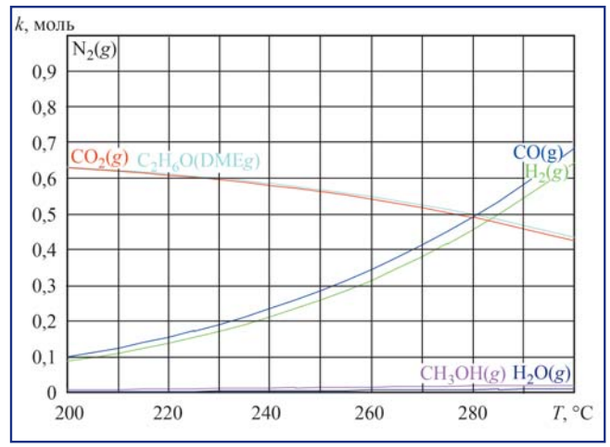



***Рис. 4.*** *Равновесные концентрации компонентов в реакции $2CO + 2H_2 + N_2 = CH_3OH + CH_3OCH_3 + H_2O + CO_2 + N_2$ при 50 атм.*

СГ, поскольку метанол эффективно образуется и при более высоких объемных скоростях подачи СГ [11], а в изменении средней температуры катализатора. Так, следует отметить, что при постоянной температуре нагревательного элемента реактора ($T_{зад}$ = 215 °С) в опыте № 5 средняя температура в слое катализатора ($T_{ср}$ = 229 °С) на 15 °С выше, чем в опыте № 1 ($T_{ср}$ = 214 °С). Рост селективности по ДМЭ также, очевидно, связан с ростом температуры, что согласуется с термодинамическими закономерностями синтеза метанола и ДМЭ, рассчитанными нами с помощью программы $HSC_4$ и представленными на рис. 4.

При дальнейшем увеличении объемной скорости с 500 $ч^{-1}$ до 1000 $ч^{-1}$ (см. табл. 3, сравнительные опыты № 5 и 7) выход ДМЭ уже начинает существенно уменьшаться (с 22,5 до 12,9 %). Очевидно, что уменьшение выхода ДМЭ связано уже с тем, что $\gamma$-$Al_2O_3$ при таких высоких объемных скоростях подачи СГ не успевает эффективно превращать метанол в ДМЭ.

Из табл. 2 видно, что замена азота на $CO_2$ (см. табл. 3, сравнительные опыты № 7 и 8) несколько повышает выход ДМЭ с 12,9 до 16 %. Это можно объяснить тем, что введение в реакционный газ $CO_2$ приводит к тому, что частично подавляется реакция паровой конверсии СО и оксид углерода начинает более интенсивно превращаться в метанол и далее в ДМЭ.

Зависимость выхода ДМЭ и конверсия СО от соотношения катализаторов в их смеси имеют разноплановый характер. Наблюдается плавное снижение конверсии СО от типа загрузки, например, при температуре 250 °С и объемной скорости 500 $ч^{-1}$ с 36,2 до 33,8 %. В то же время для выхода ДМЭ наблюдается рост с 19,8 до 22,2 %. Это, вероятно, связано с изменением селективности каталитического процесса путём прямой переработки метанола, образующегося из синтез-газа, или участием побочного продукта (водяного пара) в реакции конверсии метанола (табл. 1–3).

Таким образом, можно констатировать, что при трехслойной загрузке катализатора наблюдаются наиболее высокие результаты по выходу ДМЭ. Оптимальная температура, при которой наблюдаются наиболее высокие показатели выхода и селективности образования ДМЭ, должна быть > 250 °С. Это согласуется с результатами исследования характера взаимодействия реагентов с поверхностью катализатора и качественного состава продуктов термодесорбции.

Дегидратация метанола до ДМЭ происходит на кислотных центрах поверхности $\gamma$-$Al_2O_3$, наличие которых подтверждено методом ИК-спектроскопии [12]. ТД-спектр метилового спирта с поверхности $\gamma$-$Al_2O_3$ в сочетании с анализом продуктов десорбции, показали наличие двух ярко выраженных пиков с $T_{max}$ = 120 °С и $T_{max}$ = 257 °С. В температурном интервале до 200 °С десорбируются молекулярный метанол и физически адсорбированная вода. При десорбции метанола с поверхности $\gamma$-$Al_2O_3$ в интервале температур 200–350 °С согласно анализу продуктов десорбции выделяется ДМЭ ($T_{max}$ = 250 °С). Это совпадает с данными, полученными в [13]. Авторы работы, изучая термодесорбцию метанола показали, что десорбция образовавшегося из молекул метанола ДМЭ на $\gamma$-$Al_2O_3$ протекает в виде двух пиков с плечом в низкотемпературной области 100–160 °С и плечом в области 200–400 °С. По их мнению, реакция образования



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 Æ 2015 ". 10:21:13

Color profile: Disabled
Composite Default screen



ДМЭ протекает между двумя молекулами спирта, соединенными с поверхностью координационной связью. Образующийся при реакции эфир остается на поверхности, также удерживаемый координационной связью. Лимитирующей стадией процесса может быть как реакция на поверхности через циклический активный комплекс, так и десорбция эфира с разрывом координационной связи. Авторы [12] считают, что механизм превращения метанола в ДМЭ на катализаторе $\gamma$-$Al_2O_3$ протекает по механизму:

$$CH_3OH\,(г) + ZOH \rightarrow CH_3OZ + H_2O\,(г)$$

$$2CH_3OZ \rightarrow (CH_3)_2O\,(г) + ZO + Z$$

$$CH_3OH\,(г) + CH_3OZ \rightarrow (CH_3)_2O\,(г) + ZOH$$

$$H_2O\,(г) + ZO + Z \rightarrow 2ZOH$$

$$2CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O\,(г) + H_2O$$

С целью практического применения в промышленности были проведены эксперименты с высокой (более 1000 $ч^{-1}$) объемной скоростью подачи СГ, результаты представлены в табл. 4.

*Таблица 4*

**Материальный баланс процесса синтеза ДМЭ из СГ состава: CO – 40 % об., $H_2$ – 40 % и $N_2$ – 20 % при трехслойной загрузке катализаторов М и Э с их механическим смешением в каждом слое**

| Номер эксперимента | 1* | 2* | 3* |
|---|---|---|---|
| Объемная скорость $ч^{-1}$ | 1000 | 1000 | 4000 |
| Газ на выходе, нл/ч | 78,3 | 76,6 | 331,4 |
| Состав газа на выходе, % об.: | | | |
| CO | 36,5 | 35,1 | 38,5 |
| $H_2$ | 31,7 | 31,9 | 34,1 |
| $N_2$ | 25,6 | – | 24,1 |
| ДМЭ | 2,9 | 3,9 | 1,5 |
| $CO_2$ | 3,3 | 29,1 | 1,8 |
| Итого: | 100 | 100 | 100 |
| Количество газа на выходе, г/ч: | | | |
| CO | 35,68 | 33,63 | 159,45 |
| $H_2$ | 2,22 | 2,18 | 10,07 |
| $N_2$ | 25,00 | – | 100,0 |
| ДМЭ | 4,74 | 6,08 | 10,55 |
| $CO_2$ | 5,07 | 43,83 | 11,72 |
| Итого: | 72,71 | 85,72 | 291,79 |
| Количество жидкого катализата, г/ч, в т.ч.: | 7,08 | 7,46 | 25,19 |
| метанол в катализате, г/ч | 5,32 | 6,27 | 21,13 |
| вода в катализате, г/ч | 1,17 | 0,71 | 2,25 |
| ДМЭ в катализате, г/ч | 0,59 | 0,48 | 1,80 |
| Выход ДМЭ на поданое сырье, % масс. | 7,4 | 9,2 | 4,2 |

* – опыты 1 и 2 проведены при температуре 210 °С , опыт 3 – при 220 °С.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:14

Color profile: Disabled
Composite Default screen



В результате проведенных экспериментов были получены результаты, показывающие, что при трехслойной загрузке катализатора в реальных условиях на забалластированном азотом бедном синтез-газе можно достаточно эффективно получать ДМЭ из метанола без промежуточной стадии его выделения. Выход ДМЭ достигает значений около 10 % на поданное исходное сырье (табл. 4). При этом такая многослойная каталитическая система обладает достаточно высокой каталитической стабильностью. В течение 210 ч выход ДМЭ был практически неизменным.

## Заключение

Результаты экспериментов с различной загрузкой смеси двух катализаторов (синтеза метанола и гамма оксида алюминия) показали, что трехслойная загрузка с механическим смешением катализаторов в каждом слое существенно эффективнее, чем послойная загрузка сначала метанольного катализатора, а затем $\gamma$-$A1_2O_3$ – катализатора превращения метанола в ДМЭ.

Определено влияние условий реакции (температура, объемная скорость и др.) на показатели процесса получения ДМЭ из CO и $H_2$ для послойно загруженных катализаторов синтеза метанола (ZnO – 25,10,CuO – 64,86, $Al_2O_3$ – 10,04) и дегидратации ($\gamma$-$A1_2O_3$). Показано, что дегидратация метанола на поверхности $\gamma$-$A1_2O_3$ происходит с образованием ДМЭ при $T_{max}$ = 250 °C, что является оптимальной температурой получения ДМЭ из CO и $H_2$ при послойной загрузке двух катализаторов – синтеза метанола и его дегидратации.

Установлено, что на механической смеси метанольного катализатора и оксида алюминия возможно эффективное получение ДМЭ из забалластированного синтез-газа с низким соотношением $H_2$/CO = 1, неблагоприятным для синтеза метанола. При этом выход ДМЭ на поданное сырье может достигать значений около 10 % масс.

"Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по Соглашению № 14.607.21.0077 от "20" октября 2014 г. о предоставлении субсидии в рамках ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 20014–2020 гг.". Уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI60714X00772".

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гимаева А.Р.** Развитие технологии производства метанола и диметилового эфира на малодебитных и труднодоступных месторождений: Автореферат дис. канд. тех. наук, Уфа. 2015. 24 с.

2. **Эндрю Коэ.** Технология GTL для удаленных и труднодоступных месторождений // Газохимия. 2009. № 3. С. 22–26.

3. **Розовский А.Я.** Диметиловый эфир – топливо XXI в. // Международная школа повышения квалификации. Инженерно-химическая наука для передовых технологий. Труды третьей сессии. Казань. Россия. 1997.

4. **Доклад** на совещании ИНХС РАН по новым топливно-энергетическим технологиям. М.: 1997.

5. **Розовский А.Я., Смирнова Т.Н.** Диметиловый эфир – экологически чистое моторное топливо для города Москва // Тезисы конференции "Актуальные проблемы нефтехимии", М.: 2001.

6. **Chen Yu.S.** The Study of Process Design for Production of the Clean Fuel–Dimethyl Ether (DME) // The 2008 Annual Meeting, 2008.

7. **Нефедов Б.К., Мишин И.В.** Синтез диэтилового эфира в присутствии цеолитных катализаторов // Изв. АН СССР. Сер. Химия. 1979. № 1. С. 196–199.

8. **Tonner S.P., Christiansen Ju.A.** Chem. Left. 1982. P. 1805–1808.

9. **Cheng C.** Intrinsic kinetics of one-step dimethyl ether synthesis from hydrogen-rich synthesis gas over bi-functional catalyst, Korean Journal of Chemical Engineering, V. 28. 2011. № 7. P. 1511–1517.

10. **АС СССР** № 841578/1981.

11. **Коробочкин В.В., Кравцов А.В., Попок Е.В.** Повышение эффективности установок синтеза метанола с использованием метода математического моделирования // Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 151–154.

12. **Матышак В.А.** Спектроскопическое исследование свойств поверхностных соединений в превращении метанола на Cu/$\gamma$-$Al_2O_3$ // Кинетика и катализ. Т. 50. 2009. № 2. С. 270–279.

13. **Косова Н.И.** Процесс получения диметилового эфира из ситез-газа на промышленных катализаторах синтеза и дегидратации метанола: Автореф. дис. канд. хим. наук. Томск, 2011. 24 с.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:14

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

*УДК 625.85.06-036.6*

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОКИСЛЕННЫХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ БИТУМОВ И БМП НА ИХ ОСНОВЕ

**В.А. Золотарев,** д-р техн. наук, **Я.И. Пыриг,** канд. техн. наук,
**А.В. Галкин,** канд. техн. наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков (Украина)

В статье представлены результаты сравнительных исследований окисленных и дистилляционных битумов с близкими значениями пенетрации при 25 °С, а также влияние на их свойства полимера типа стирол–бутадиен–стирол (СБС) и поверхностно-активного вещества (ПАВ). Показана эффективность действия полимера в отношении растяжимости при 0 °С дистилляционных и устойчивости против старения окисленных битумов.

**Ключевые слова:** битумы окисленные; дистилляционные, битумополимеры; поверхностно-активное вещество; адгезия; когезия; старение.

# A COMPARATIVE STUDY OF THE PROPERTIES OF OXIDIZED BITUMEN AND DISTILLATION AND BMP ON THEIR BASIS

**Zolotarev V.A., Pyrig Ya.I., Galkin A.V.**

The article presents the results of comparative studies of oxidized bitumen and distillation with close penetration at 25 °C, as well as their impact on the properties of the polymer such as styrene-butadiene-styrene (SBS) and a surface-active material (SAW). The effectiveness of actions in relation to the extensibility of the polymer at 0 °C distillation and resistance to aging of oxidized bitumen.

**Keywords:** oxidized bitumen; distillation, bitumopolimery; top-surface-active agent; adhesion; cohesion; aging.

Проблема повышения долговечности асфальтобетонных покрытий и повышения качества дорожных битумов из стадии научных дискуссий, начатых достаточно давно [1], стала предметом практической необходимости. Исследователи и практики в области битумных технологий [2] и нефтепереработки [3] видят ее разрешение в производстве и применении битумов, подобных применяемым в Западной Европе в соответствии с EN 12591 [4]. Как правило, это битумы, полученные вакуумной дистилляцией из тяжелых нефтей. Разработаны предстандарты [5–8] и выпущены первые партии битумов, отвечающие требованиям этого стандарта. По результатам опытного строительства и эксплуатации покрытий из асфальтобетонных смесей на основе этих битумов должен решиться вопрос об их широком производственном применении.

В то же время опыт использования битумов марок БН [9] и результаты исследований битумов разных структурных типов [10] дают основание предполагать, что однозначного ответа на вопрос о приоритете дистилляционных дорожных битумов может и не быть.

С целью объективной оценки ситуации были выполнены сравнительные исследования свойств четырех пар окисленных и дистилляционных битумов с близкими значениями пенетрации при 25 °С. Окисленные битумы изготовлены на Лисичанском НПЗ, дистилляционные битумы Nynas предоставлены фирмой Akzo Nobel. Кроме стандартных показателей качества битумов, определены: сцепление битумных пленок с поверхностью стекла в воде [11], когезия [12], а также стабильность сцепления изучаемых вяжущих с подложкой после прогрева.

Показателем сцепления по методу ХНАДУ является доля поверхности, оставшаяся на стекле после выдерживания в течение 25 мин при температуре 75 °С для чистых битумов или 85 °С для битумов с добавками ПАВ. Когезия по методу ХНАДУ [12] определяется как сопротивление одноплоско-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 Æ 2015 ˚. 10:21:14

Color profile: Disabled
Composite Default screen



стному сдвигу пленки вяжущего толщиной 200 мкм при заданной температуре и скорости сдвига 1 $с^{-1}$. О стабильности сцепления под влиянием прогрева судили по результатам испытания битумного вяжущего с ПАВ после термостатирования в тонком слое при 163 °С и в объеме при температуре 180 °С в течение 5 ч.

Результаты испытания дистилляционных и окисленных битумов приведены в табл. 1. Каждый из окисленных битумов отвечает требованиям ГОСТ 22245–90, предъявляемым к соответствующей марке. Это же относится и к дистилляционным битумам в отношении соответствия требованиям стандарта EN 12591.

В то же время различия исходного сырья и технологий производства приводят к получению двух групп битумов, свойства которых при близкой пенетрации отличаются по другим показателям качеств. Окисленные битумы, по сравнению с дистилляционными, имеют более высокую на 5–6 °С температуру размягчения, более низкую на 5–6 °С температуру хрупкости, большую дуктильность при 0 °С (за исключением битума AN4), несколько меньшую температуру вспышки, незначительное преимущество по показателю сцепления, более широкий (на 10–11 °С) интервал пластичности, более высокий индекс пенетрации. После прогрева в тонком слое при температуре 163 °С в течение 5 ч окисленные битумы отличаются от дистилляционных меньшей остаточной пенетрацией и несколько большим изменением температуры размягчения.

*Таблица 1*

**Свойства окисленных и дистилляционных битумов**

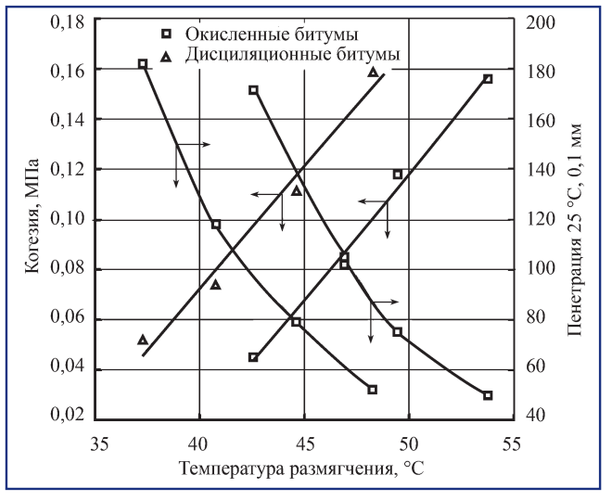
| Показатели | | Битумы Nynas фирмы Akzo Nobel дистилляционные | | | | Битумы Лисичанського НПЗ окисленные | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AN1 | AN2 | AN3 | AN4 | ЛБ1 | ЛБ2 | ЛБ3 | ЛБ4 |
| Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм | | 52 | 79 | 118 | 182 | 50 | 75 | 105 | 172 |
| Пенетрация при 0 °С, 0,1 мм | | 12 | 22 | 39 | 51 | 18 | 24 | 33 | 51 |
| Температура размягчения, °С | | 48,3 | 44,7 | 40,8 | 37,3 | 53,8 | 49,5 | 47,0 | 42,6 |
| Температура хрупкости, °С | | –9 | –10 | –13 | –15 | –14 | –15,5 | –18 | –20 |
| Температура вспышки, °С | | 296 | 285 | 276 | 271 | 286 | 283 | 281 | 262 |
| Дуктильность при 25 °С, см | | > 100 | > 100 | > 100 | > 100 | 74 | > 100 | > 100 | > 100 |
| Дуктильность при 0 °С, см | | – | – | 0,4 | 95,0 | 0,8 | 3,2 | 4,0 | 8,6 |
| Когезия при 25 °С, МПа | | 0,159 | 0,112 | 0,074 | 0,052 | 0,155 | 0,118 | 0,095 | 0,045 |
| Индекс пенетрации | | –1,54 | –1,55 | –1,74 | –1,70 | –0,29 | –0,32 | –0,01 | 0,36 |
| Сцепление со стеклом, % при температуре °С | 85 | 7 | 7 | 6 | 5 | 17 | 8 | 10 | 6 |
| | 75 | 9 | 10 | 8 | 6 | 20 | 13 | 11 | 8 |
| Интервал пластичности, °С | | 57,3 | 54,7 | 53,8 | 52,3 | 67,8 | 65,0 | 65,0 | 62,6 |
| Изменение свойств после прогрева в тонком слое при 163 °С | Остаточная пенетрация, % | 81 | 76 | 87 | 72 | 76 | 59 | 62 | 66 |
| | Изменение температуры размягчения, °С | 3,7 | 4,5 | 4,6 | 4,0 | 6,3 | 5,7 | 4,3 | 4,5 |
| | Изменение массы, % | +0,57 | +0,55 | +0,42 | +0,44 | –0,08 | –0,05 | –0,08 | –0,1 |



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:21:14

Color profile: Disabled
Composite Default screen






*Зависимость когезии и пенетрации окисленных и дистилляционных битумов от температуры размягчения*

Зависимости температур размягчения и хрупкости от пенетрации окисленных и дистилляционных битумов практически аддитивны, что хорошо согласуется с результатами сопоставления нормативных требований по этим показателям, включенным в европейский, российский и украинский стандарты [13]. В то же время когезионно-пенетрационные зависимости окисленных и дистилляционных битумов практически совпадают, что вполне отвечает представлениям о пенетрации как характеристике сопротивления битумов сдвигу при погружении в них конусно-цилиндрического индентора [14].

Приведенные результаты в полной мере объясняются принадлежностью дистилляционных битумов по классификации J.Ph. Pfeiffer'a и J.van Doormal'a к структурному типу "золь" (II структурного типа по классификации А.С. Колбановской), а окисленных битумов – к структурному типу "золь-гель" (III структурного типа).

По данным СоюздорНИИ битум окисленный (тип "золь–гель") содержит: асфальтенов 21,0 %, смол 30,3 %, парафино-нафтеновых углеводородов 26,8 %, ароматических углеводородов 21,9 %. Битум дистилляционный (тип "золь") с близкой (80×0,1 мм) пенетрацией состоит из: 11,4 % асфальтенов, 43,5 % смол, 13,0 % парафино-нафтеновых углеводородов, 32,1 % ароматических углеводо родов. Битумы типа "золь-гель" также отличаются более развитой коагуляционной структурой в менее однородной мальтеновой среде [10]. Большее количество асфальтенов в окисленных битумах, по сравнению с дистилляционными типа "золь", обеспечивает им большую температуру размягчения и сцепление с подложкой, а большее количество масел хорошую трещиностойкость. Большее содержание смол и ароматических углеводородов, пластифицирующих асфальтены, обуславливает лучшую растяжимость и большую стабильность при прогреве дистилляционных битумов по сравнению с окисленными.

Если зависимости когезии от пенетрации являются практически общими для двух групп битумов (табл. 1), то зависимости когезии и пенетрации от температуры размягчения (см. рисунок) существенно различаются. Они характеризуются парами кривых, из которых следует, что при равной температуре размягчения когезия дистилляционных битумов гораздо выше: для битумов с низкой температурой размягчения (около 40 °С) в 2,2–2,4 раза, а для битумов с температурой размягчения выше 50 °С она больше в 1,5–1,6 раза. Этой же тенденции следует и пенетрация. Следовательно, температура размягчения битумов не является объективным критерием для прогнозирования сопротивления асфальтобетона развитию в нем пластических деформаций (колееобразованию) при высоких температурах. При равных значениях температуры размягчения асфальтобетон на дистилляционном битуме может оказаться гораздо более сдвигоустойчивым, чем на окисленном. Если же такой прогноз делать, исходя из равных значений пенетрации обеих серий битумов, то можно ожидать, что сопротивление колееобразованию будет одинаковым. Эти зависимости являются дополнительным аргументом в пользу низкой прогностической способности температуры размягчения, высказанных достаточно давно в [15].

Худшее сопротивление окисленных битумов, по сравнению с дистилляционными, прогреву при высоких технологических температурах и действию кислорода воздуха является общеизвестным фактом и еще раз подтверждается уровнем изменения пенетрации, температуры размягчения (табл. 1). В то же время, показанное в табл. 2 ухудшение адгезии (сцепления) битума с твердой подложкой после прогрева обычно не попадало в поле зрения исследователей.

Особенно рельефно этот эффект проявляется в отношении битумов, содержащих ПАВ. Введение добавки № 1 повышает сцепление обоих битумов практически до 100 %. После прогрева сцепление окисленного битума с добавкой № 1 изменилось очень мало (90–95 %), а дистилляционного битума упало до 20–36 %. В случае применения добавки № 2 сцепление окисленных битумов выросло до 92–94 %, а дистилляционных – до 35–52 %. После прогрева сцепление окисленных битумов уменьшилось до 23–26 %, а дистилляционных до 8–11 %. Эти результаты свидетельствуют о том, что наибо-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:15

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Таблица 2*

**Влияние прогрева в объеме и добавки ПАВ на свойства окисленных и дистилляционных битумов**

| Показатели сцепления, %, при температуре | | ПАВ | AN1 | AN2 | AN3 | AN4 | ЛБ1 | ЛБ2 | ЛБ3 | ЛБ4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| До прогрева | 85 °С | – | 7 | 7 | 6 | 5 | 17 | 8 | 10 | 6 |
| | 75 °С | – | 9 | 10 | 8 | 6 | 20 | 13 | 11 | 8 |
| После прогрева | 85 °С | – | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 7 | 6 |
| | 75 °С | | 6 | 6 | 5 | 5 | 9 | 11 | 11 | 5 |
| До прогрева | 85 °С | Добавка № 1 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 85 °С | Добавка № 2 | – | 52 | 37 | – | – | 94 | 92 | – |
| После прогрева | 85 °С | Добавка № 1 | 36 | 32 | 22 | 20 | 90 | 92 | 93 | 95 |
| | 85 °С | Добавка № 2 | – | 11 | 8 | – | – | 26 | 23 | – |

лее чувствительной к прогреву характеристикой битумов с ПАВ является сцепление. Его ухудшение может быть следствием химических изменений в битуме, к которым механические характеристики (пенетрация и температура размягчения) недостаточно чувствительны. Отсюда также следует, что адаптируемость одной и той же добавки неодинакова к битумам разного состава и технологии как в отношении повышения сцепления до прогрева, так и его снижения после прогрева.

Существенные различия групповых составов и свойств окисленных и дистилляционных битумов позволяют предполагать различную их совместимость с полимерным модификатором. Обычно в отношении дистилляционных битумов исходят из того, что чем больше асфальтенов, тем хуже совместимость и эффективность действия добавки. В качестве исходных битумов приняты окисленные ЛБ2 и ЛБ3 и дистилляционные AN2 и AN3. Содержание модификатора (термоэластопласта SBS Кратон 1101) равно 3 %.

Модификация полимером окисленных и дистилляционных битумов подтвердила эти предположения (табл. 3). В то же время обращает на себя внимание степень изменения некоторых свойств. Прежде всего, это касается усиливающей способности полимера: в случае окисленных битумов ЛБ2 и ЛБ3 пенетрация при 25 °С уменьшается соответственно в 1,66 и 1,84 раза, в то время как пенетрация дистилляционных битумов AN2 и AN3 уменьшается существенно меньше – соответственно в 1,30 и 1,39 раза. Это логично связать с участием в формировании структуры БМП на окисленных битумах содержащихся в них асфальтенов. Факт такой восприимчивости битумов разных структурных типов к полимеру установлен в [16]. Увеличение усиливающей способности в этом случае может быть вызвано также большим содержанием масел в окисленных битумах типа "золь–гель". Степень уменьшения пенетрации при 0 °С битумов обеих серий достаточно близка.

Температура размягчения окисленных битумов после модификации выросла на 7 °С, а дистилляционных на 6,5– 8,0 °С, т.е. этот показатель менее чувствителен к действию полимера, чем пенетрация при 25 °С. Температура хрупкости в обоих случаях осталась практически такой же, как и до модификации.

Это согласуется с множеством литературных данных и объясняется тем, что температура хрупкости при малом содержании полимера определяется температурой хрупкости матричного битума. Кроме того, следует принять во внимание, что после модификации пенетрация битума, модифицированного полимером (БМП) ниже, чем у исходного битума. В результате этого и получают более твердое по пенетрации БМП с температурой хрупкости более мягкого исходного битума. Интервал пластичности БМП на окисленных битумах остается более широким, чем БМП на основе дистилляционных битумов (как и в случае самих исходных битумов).

Дуктильность БМП на окисленных битумах ЛБ2 и ЛБ3 снизилась соответственно до 26 и 36 см,



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:21:15

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*Таблица 3*

**Свойства окисленных и дистилляционных битумов, модифицированных полимером**

| Показатели | | Битум | | БМП | | Битум | | | БМП | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | АN2 | АN3 | АNП2 | АNП3 | ЛБ1 | ЛБ2 | ЛБ3 | ЛБП2 | ЛБП3 |
| Пенетрация, 0,1 мм при | 25 °С | 79 | 118 | 59 | 80 | 50 | 75 | 105 | 45 | 57 |
| | 0 °С | 22 | 39 | 17 | 28 | 18 | 24 | 33 | 18 | 22 |
| Температура, °С | размягчения | 44,7 | 40,8 | 51,2 | 49,8 | 53,8 | 49,5 | 47,0 | 56,9 | 54,1 |
| | хрупкости | –10 | –13 | –11 | –16 | –14 | –15,5 | –18 | –14 | –16,5 |
| | вспышки | 285 | 276 | 283 | 270 | 286 | 283 | 273 | 291 | 276 |
| Дуктильность, см, при | 25 °С | > 100 | > 100 | 100 | 95 | 74 | > 100 | > 100 | 26 | 36 |
| | 0 °С | 0 | 0,4 | 10 | 17 | 0,8 | 3,2 | 4,0 | 1,0 | 4,8 |
| Эластичность, % при 25 °С | | – | – | 62 | 93 | – | – | – | 66 | 63 |
| Сцепление со стеклом, % при 85 °С | | 7 | 6 | 5 | 8 | 17 | 8 | 10 | 12 | 9 |
| Интервал пластичности, °С | | 54,7 | 53,8 | 62,2 | 65,8 | 67,8 | 65,0 | 65,0 | 70,9 | 70,6 |
| Когезия при 25 °С, кПа | | 112 | 071 | 130 | 104 | 155 | 118 | 95 | 137 | 108 |
| После прогрева в течение 5 ч при 163 °С: | | | | | | | | | | |
| Остаточная пенетрация, % | | 76 | 87 | 80 | 89 | 76 | 59 | 62 | 84 | 88 |
| Температура размягчения, °С | | 49,2 | 45,4 | 54,5 | 49,6 | 60,1 | 55,2 | 51,3 | 58,8 | 53,9 |
| После прогрева в течение 5 ч при 180 °С: | | | | | | | | | | |
| Остаточная пенетрация, % | | 89 | 98 | 90 | 91 | 74,0 | 73,3 | 76,2 | 93 | 103 |
| Температура размягчения, °С | | 44,3 | 41,5 | 56,7 | 54,8 | 54,4 | 50,6 | 47,3 | 60 | 57,6 |
| Сцепление со стеклом, % при 85 °С | | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 10 | 10 |
| Расслаиваемость при хранении: | | | | | | | | | | |
| Разность Тр, °С | | – | – | 32,2 | 39,5 | – | – | – | 42,2 | 40,6 |
| Разность $П_{25}$, 0,1 мм | | – | – | 12 | 12 | – | – | – | 11 | 4 |

а БМП на дистилляционных битумах, для которых она обычно больше 100 см – до 95–100 см. Принципиальным можно считать факт роста дуктильности БМП на дистилляционных битумах при 25 °С, и, особенно, приобретения ими большей, по сравнению с БМП на окисленном битуме, дуктильности при 0 °С.

Вторым принципиальным фактом является то, что устойчивость после прогрева БМП на окисленных битумах достигла уровня устойчивости БМП на дистилляционных битумах. Вероятно, это обусловлено загущающим действием полимера в отношении масел окисленных битумов, выражающемся в сольватации менее вязкой мальтеновой среды полимером при его набухании. Это также согласуется с большей усиливающей способностью полимеров по отношению к этим битумам. Сцепление с твердой подложкой БМП практически не отличается от сцепления исходных битумов, так как при малом (3 %) содержании полимера оно определяется битумной матрицей.

Обычно, при модификации битумов полимерами ограничиваются сопоставлением свойств полученных БМП и исходных битумов. Такое со-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 *. 10:21:16

Color profile: Disabled
Composite Default screen



поставление приведено выше. Представляется, однако, полезным выяснить насколько БМП по своим свойствам отличаются от битумов близкой пенетрации, полученных по одной технологии и из одного сырья [17]. В отношении окисленных битумов и БМП на их основе можно сравнить свойства битума ЛБ1 и средние значения показателей свойств модифицированных битумов ЛБП2 и ЛБП3. Тогда БМП со средней пенетрацией 50–51×0,1 мм, по сравнению с битумом ЛБ1, отличается большей (на 2 °С) температурой размягчения, меньшей (на 2 °С) температурой хрупкости, меньшей растяжимостью при 25 °С, несколько большей растяжимостью при температуре 0 °С. Остаточная пенетрация после прогрева при 163 °С выше у БМП, а изменение температуры размягчения ниже. Таким образом, к достоинствам БМП по сравнению с окисленным битумом равной пенетрации можно отнести увеличение дуктильности при 0 °С и увеличение стабильности при прогреве.

В отношении дистилляционных битумов и БМП на их основе возможно сравнение битума АN2 и АNП3, поскольку значения их пенетрации одинаковы. При этом БМП по отношению к битуму характеризуется: несколько большей пенетрацией при 0 °С, большей температурой размягчения (на 4 °С), более низкой температурой хрупкости (на 6 °С), гораздо более высокой растяжимостью при 0 °С, более широким интервалом пластичности, близкой остаточной пенетрацией и меньшим изменением температуры размягчения при прогреве.

Таким образом, к достоинствам БМП по сравнению с дистилляционным битумом равной пенетрации можно отнести: прирост температуры размягчения, понижение температуры хрупкости, высокую дуктильность при 0 °С, расширение интервала пластичности, небольшое повышение стабильности при прогреве.

Для установления отличий БМП равной пенетрации из битумов, полученных окислением и дистилляцией, можно сравнить ЛБП3 с пенетрацией при 25 °С равной 57×0,1 мм и АNП2 с пенетрацией 59×0,1 мм. Особенность этих БМП заключается в том, что ЛБП3 получен на основе битума ЛБ3 с пенетрацией 105×0,1 мм, а АNП3 из битума АN2 с пенетрацией 79×0,1 мм. В этом случае БМП на основе окисленных битумов отличается от БМП на основе дистилляционного битума следующим образом : пенетрация при 0 °С выше на 5×0,1 мм; температура размягчения выше на 3 °С; температура хрупкости ниже на 5 °С; температура вспышки ниже на 7 °С; растяжимость при 25 °С почти в три раза ниже; растяжимость при 0 °С меньше на 5 см; эластичность одинакова; интервал пластичности шире на 8 °С; когезия ниже на 0,022 МПа; остаточная пенетрация после прогрева несколько выше (на 8 %); изменение температуры размягчения практически одинаково; сцепление со стеклом выше.

Принципиальные отличия рассмотренных здесь окисленных и дистилляционных битумов обусловлены принадлежностью первых к структурному типу "золь–гель", а вторых к – "золь". Показательны в этом отношении большие значения индекса пенетрации и интервала пластичности окисленных битумов.

К достоинствам окисленных битумов относятся высокая температура размягчения и низкая температура хрупкости. Главным достоинством дистилляционных битумов является стабильность свойств после прогрева, что согласуется с их высокой растяжимостью [18]. При равной пенетрации битумы обоих технологических видов имеют близкую когезию. В то же время при равных значениях температуры размягчения когезия дистилляционных битумов существенно выше.

Дистилляционные и окисленные битумы в различной степени изменяют сцепление с твердой подложкой после введения в них одного и того же поверхностно-активного вещества. Особенно это сказывается на значениях сцепления после прогрева. В более общем аспекте подбор пар (битум – поверхностно-активная добавка) должен носить индивидуальный характер.

Битумы, полученные окислением и вакуумной дистилляцией, по разному реагируют на модификацию их полимером типа СБС. Это обусловлено особенностями их группового состава. Полимерная добавка по отношению к окисленным битумам обладает большей усиливающей способностью и повышает их устойчивость при прогреве до уровня БМП на основе дистилляционных битумов, в случае дистилляционных битумов резко повышается их дуктильность при 0 °С.

БМП на основе окисленных битумов, по сравнению с исходными битумами близкой пенетрации, отличаются пониженной температурой хрупкости и повышенной температурой размягчения, большей дуктильностью при 0 °С, большей устойчивостью при прогреве.

В аналогичном случае БМП на основе дистилляционных битумов по сравнению с исходными битумами равной пенетрации также отличаются: существенно более высокой температурой размягчения; пониженной температурой хрупкости;



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:21:16

Color profile: Disabled
Composite Default screen



более широким интервалом пластичности; некоторым повышением устойчивости против прогрева.

Свойства БМП на основе окисленных и дистилляционных битумов, имеющих практически равную пенетрацию, соотносятся таким образом: первые по сравнению со вторыми имеют большую температуру размягчения, пониженную температуру хрупкости, меньшую растяжимость при 0 °С, более широкий интервал пластичности, близкую остаточную пенетрацию и изменение температуры размягчения после прогрева, худшую стабильность свойств при хранении.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что введение полимера типа СБС улучшает свойства как окисленных, так и дистилляционных битумов, причем в большей мере окисленных. Полимер компенсирует недостатки окисленных битумов, изменяя состав и качество их мальтеновой фракции.

Таким образом, нельзя однозначно утверждать, что окисленные битумы лучше дистилляционных и наоборот. То же касается и БМП на их основе, а также битумов с ПАВ. Выбор того или иного битума или БМП, а также битумов с ПАВ необходимо осуществлять с учетом технической и климатической областей применения битумного вяжущего, совместимости компонентов битумов с вводимыми в них добавками.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ипполитов Е.В., Грудников И.Б.** Технология производства битумов. Недавняя история и давние проблемы // Химия и технология топлив и масел. 2000. № 4. С. 18–24.

2. **Худякова Т.С.** О нормативных требованиях к дорожному битуму как материалу целевого назначения // Вестник ХНАДУ. 2008. № 40. С. 21–24.

3. **Кутьин Ю.А., Теляшев Э.Г., Викторова Г.Н.** Дорожные нефтяные. О информативности отдельных методов их испытания // Мир дорог, 2011. № 54. С. 43–46.

4. **EN 12591-2009** – Bitumen and bituminous binders – Specifications for paving grade bitumens.

5. **Васильев Ю.Э.** Качество битума. Чем оно определяется? // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. № 2. С. 27–28.

6. **Худякова Т.С.** Новые подходы к нормированию качества дорожных битумов // Мир дорог, 2012. № 61. С. 36–41.

7. **Золотарев В.А.** О проекте стандарта "Битумы нефтяные дорожные вязкие" // Мир дорог, 2013. № 66.

8. **Худякова Т.С.** И снова о качестве дорожных битумов // Автомобильные дороги, 2014. № 5. С. 72–74.

9. **ГОСТ 22245–76** Битумы дорожные вязкие. Технические условия.

10. **Колбановская А.С., Михайлов В.В.** Дорожные битумы. М.: Транспорт, 1973. 264 с.

11. **ДСТУ Б В.2.7-81–98** Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения показателя сцепления с поверхностью стекла и каменных материалов. Технические условия.

12. **Zolotarev V.A., Malyar V.V., Deuja H.S.** Cohesional strength of bitumen at shear // 1st World Road Conference on Highway Surfacing 11–13 May 1998, Budapest, Hungary. P. 353–356.

13. **Золотарев В.А.** Особенности стандартизации вязких битумов // Автодорожник Украины. 2002. № 3. С. 43–46.

14. **Золотарев В.А.** Технические, реологические и поверхностные свойства битумов// Избр. труды. Санкт-Петербург, Славутич. Т. 1. 2012. 147 с.

15. **Heukelom W.** Une methode amelioree de caracterisation des bitume par leurs proprietes mecaniques // Bull. Liaison Labo. P. et Ch. 1975. № 76. P. 55–64.

16. **Гохман Л.М.** Полимерно-битумное вяжущее с применением SBS // Труды СоюздорНИИ. Вып. 50. 1971. С. 13–19.

17. **Золотарев В.А.** О системе оценки качества битумов, модифицированных полимерами типа СБС // Автошляховик Украины. 2004. №6. С. 26–31.

18. **Виноградов Г.В., Золотарев В.А., Веребская Е.А.** Обобщенные релаксационные характеристики битумов // Коллидный журнал. Т. XLI. 1979. № 3. С. 409–415.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen



*УДК: 66.097.3 + 54-732*

# Синтез Zn-B-P/Al/$Al_2O_3$-катализаторов ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в условиях воздействия излучения СВЧ-диапазона

**П.А. Мурадова,** д-р хим. наук, Институт катализа и неорганической химии им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана (г. Баку); **В.Ф. Третьяков,** д-р хим. наук, Институт нефтехимического синтеза им А.В. Топчиева РАН (ИНХС г. Москва); **С.М. Зульфугарова,** д-р хим. наук, Институт катализа и неорганической химии НАН Азербайджана (г. Баку); **Р.М. Талышинский,** д-р хим. наук, ИНХС РАН (г. Москва); **Ю.Н. Литвишков,** д-р химии, Институт катализа и неорганической химии НАН Азербайджана (г. Баку)

В работе приводятся результаты микроволнового синтеза, активно поглощающего энергию СВЧ излучения Zn-B-P-оксидного катализатора, нанесенного на поверхность армированного алюминием Al/γ-$Al_2O_3$-носителя, с целью дальнейшей интенсификации протекания процесса ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в диэтиламид м-толуиловой кислоты (ДЭТА) в условиях воздействия поля СВЧ. Установлена идентичность фазового состава активной массы образцов, сформированных в условиях воздействия микроволнового излучения (2450 МГц) с фазовым составом катализаторов, приготовленных методом традиционной термообработки, что с учетом их более развитой активной поверхности дает основание также ожидать проявление более высокой каталитической эффективности.

**Ключевые слова:** СВЧ; катализатор; Al/γ-$Al_2O_3$-носитель; ацилирование; диэтиламин; диэтиламид м-толуиловая кислота.

# Synthesis of ZN-B-P/AL/$AL_2O_3$ catalyst for acylation of diethyl amine by m-toluic acid with conditions influences of microwave range radiation

**Muradova P.A., Tretyakov V.F., Zulfugarova S.M., Talyshinsky R.M., Litvishkov Yu.N.**

Results of microwave synthesis of the microwave oven of radiation of the Zn-B-P-oxide catalyst applied on a surface who is actively absorbing energy reinforced by Al/γ-$Al_2O_3$-aluminum – the carrier, for the purpose of a further intensification of course of process of acylation of diethyl amine by m-toluic acid into diethylamide of m-toluic acid (DETA) in the conditions of influence of field micro-wave oven are given in work. Identity of active mass phase structure of the samples created in the conditions by influence of microwave radiation (2450 mgts) with phase structure of the catalysts prepared with method of traditional heat treatment is established that taking into account their more devel-oped active surface gives the grounds also to expect manifestation of higher catalytic efficiency.

**Keywords:** The microwave oven; the catalyst, Al/γ-$Al_2O_3$-the carrier; acylation; diethylamine; diethyl-amid m-toluic acid.

Начавшееся в середине прошедшего века применение новых методов термической обработки объектов в пищевой промышленности, медицине, сельском хозяйстве, основанных на поглощении энергии сверхвысокочастотного (СВЧ) электромагнитного поля, в последние годы продолжает успешно распространяться в области таких наукоемких технологий, как приготовление гетерогенных катализаторов и осуществления каталитических превращений, стимулируемых микроволновым излучением.

Возможность эффективного осуществления гетерогенно-каталитических реакций в СВЧ-поле, наряду с каталитическими свойствами, проявляемыми твердотельными контактами, в значительной мере определяется достаточным для протекания процесса количеством тепла, выделяемого при трансформации СВЧ-энергии в обрабатываемой технологической среде. При этом максимально достижимая диссипация СВЧ-энергии в объеме каталитической шихты является необходимым ус-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:21:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen



ловием эффективного энергопотребления при проведении процессов.

Ранее, в работах [1–3] нами были приведены результаты микроволнового синтеза, армированного мелкодисперсным порошком (ПА-2) пористого Al/γ-$Al_2O_3$-носителя для катал изаторов нанесенного типа, активно поглощающих электромагнитное излучение СВЧ-диапазона с частотой 2450МГц, и способных трансформировать энергию СВЧ-поля в теплоту, достаточную для эффективного нагрева каталитической шихты в условиях протекания реакций деалкилирования толуола с водяным паром, совместного глубокого окисления монооксида углерода и н-бутана, жидкофазного окисления м-ксилола.

Также в работах [4, 5] был предложен эффективный способ прямого гетерогенно-каталитического ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в присутствии модифицированного оксидом цинка борофосфатсодержащего катализатора, активная масса которого наносилась на поверхность γ-$Al_2O_3$ матрицы.

Целью данного исследования является аналогичная попытка микроволнового синтеза поглощающего энергию СВЧ излучения Zn-B-P-оксидного катализатора на поверхности армированного алюминием Al/γ-$Al_2O_3$-носителя, для дальнейшей интенсификации протекания процесса условиях воздействия поля СВЧ.

## Экспериментальная часть

В соответствие с подобранным оптимальным компонентным составом Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$ катализаторов ацилирования диэтиламина, характеризующихся высокой активностью и избирательностью по диэтилтолуамиду [4], для приготовления образцов, поглощающих СВЧ-излучение, Al/γ-$Al_2O_3$-носитель пропитывался (по влагоемкости) водными растворами борной, фосфорной кислот и нитрата цинка соответствующих концентраций. Далее после декантирования избытка пропиточного раствора, прекурсор последовательно подвергался сушке, термолизу и прокалке в поле СВЧ. Массивные образцы Zn-B-P-оксидных катализаторов готовились упариванием водных растворов азотнокислого цинка, борной и фосфорной кислот с последующей термической обработкой сухого остатка.

Эксперименты проводились на установке, сконструированной на базе микроволновой печи марки EM-G5593V (Panasonic) с объемом резонатора 23 л. Термообработка образцов осуществлялась при рабочей частоте 2450 МГц с максимальной входной мощностью генератора излучения 800 Вт. Технические возможности СВЧ-печи позволяли производить как обычную термообработку образцов электронагревающей спиралью, так и программировано варьировать соотношение мощности СВЧ и электронагрева. Во избежание перегрева образцов в резонаторе печи устанавливалась емкость с циркулирующим потоком дистиллированной воды.

Для рентгенофазового анализа образцы в виде порошков наносили на приборное стекло и фиксировали лаком, который не имеет собственных структурных отражений. Рентгеновские дифрактограммы получали на автоматизированном рентгеновском дифрактометре "ДРОН-3" с графитовым монохроматором. Измерения проводили на CuKб излучении в режиме пошагового сканирования с шагом 2θ = 0,1°. Время экспозиции на одну точку составляло 3 с. Обработку дифрактограмм проводили с использованием программ PHAN и PHAN (%) для качественного и количественного рентгенофазового анализов [6].

Исследования поверхностной кислотности проводились термодесорбцией аммиака на двухдетекторной установке, собранной на базе газового хроматографа марки "Цвет-800". Общую поверхностную кислотность образцов оценивали в предположении об одноцентровой адсорбции аммиака количеством хемосорбированных молекул, десорбция которых практически завершалась при подъеме температуры в колонке с катализатором до 400–420 °С. Суммарное количество кислотных центров: $N_\Sigma$ (ед./м$^2$), рассчитывалось из значений площади под десорбционными кривыми по формуле:

$$N_\Sigma = \frac{6\cdot 10^{23}\,\Sigma T_{\max_i}}{22400\cdot S_{уд}\cdot G} \qquad (1)$$

где $6\cdot 10^{23}$ – число Авогадро; $S_{уд}$ – удельная поверхность образцов катализатора (м$^2$/г); $G$ – навеска катализатора (г); $\Sigma T_{\max_i}$ – суммарная площадь пиков на термодесорбционной кривой (мм$^2$), пропорциональная десорбированному объему газообразного аммиака; $V$ – (мл, НТД). Количество молей десорбированного аммиака вычислялось как $V$ / 22400, где 22400 (мл) ≈ объему одного моля $NH_3$.

## Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены результаты влияния варьируемой мощности генератора СВЧ-излучения на динамику изменения температуры образцов Al/γ-$Al_2O_3$ носителя, пропитанных водными растворами нитрата цинка, борной и фосфорной кислот, при различном отношении активной мас-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen



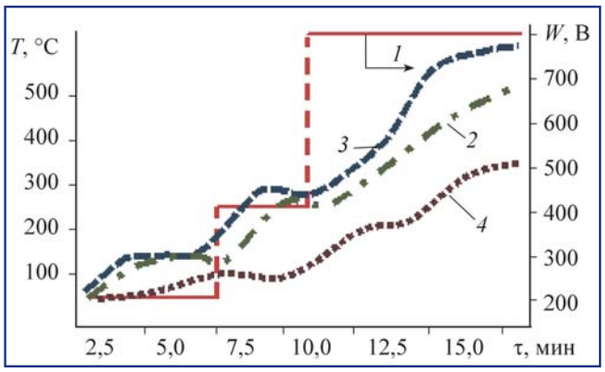



***Рис. 1.*** *Влияние мощности СВЧ-излучения (1) на динамику изменения температуры образцов Al /γ-$Al_2O_3$-носителя, пропитанных растворами нитрата Zn, $H_3BO_3$ и $H_3PO_4$ в количестве 10 % (масс.) – (2) и 20 % (масс.) – (3) из расчета на оксиды и образца неармированного γ-$Al_2O_3$-носителя, пропитанного раствором активных компонентов в количестве 20 % (масс.) из расчета на оксиды – (4)*

сы и носителя в пересчете на оксиды. Для сопоставления уровня поглощения СВЧ-излучения, здесь же приведены данные по термообработке пропитанных раствором нитратов металлов образцов неармированного алюминием γ-$Al_2O_3$-носителя.

Видно, что при минимальном (в исследованном диапазоне) значении мощности магнетрона ($W$ = = 200 Вт) все изначально влажные образцы, из-за высокого уровня диэлектрических потерь интенсивно поглощают СВЧ-излучение. При этом среднемассовая температура шихты проходит через максимум и стабилизируется в области 100– 115 °С, вплоть до полного испарения воды. Примечательно, что в случае армированных образцов носителя процесс сушки протекает с гораздо большей интенсивностью.

С повышением мощности излучателя ($W$ = 400 Вт) рост температуры образцов с активной массой, нанесенной на поверхность армированного микрокристаллическим алюминием носителя, значительно опережает рост температуры образцов на неармированном носителе. Причем, в первом случае процесс термолиза нитрата цинка с выделением оксидов азота наблюдается уже по истечении 7–7,5 мин с начала экспозиции в диапазоне температуры 250–300 °С. Дальнейшее воздействие СВЧ-излучения, при максимальной мощности 800 Вт, приводит к более быстрому нагреву шихты до температурной области 580–600 °С, в которой реализуется возможность образования каталитически активных фаз борофосфата посредством последовательных стадий дегидратации борной и фосфорных кислот, а также пирофосфата и бората цинка [7]:

$$H_3BO_3 + H_3PO_4 \xrightarrow{-2H_2O} HBO_2 + HPO_3 \xrightarrow{-H_2O} \xrightarrow{-H_2O} BPO_4 \quad (1)$$

$$2ZnO + 2H_3PO_4 \xrightarrow{-3H_2O} Zn_2P_2O_7 \quad (2)$$

$$ZnO + 2H_3BO_3 \xrightarrow{-3H_2O} ZnB_2O_4 \quad (3)$$

В противоположность армированным, неармированные образцы γ-$Al_2O_3$-носителя, вследствие относительно низких диэлектрических потерь, даже при длительной экспозиции с максимальной в изученном диапазоне мощностью магнетрона –800 Вт, не способны к поглощению энергии СВЧ-излучения, достаточной для достижения температуры превращения оксида цинка борной и фосфорной кислот в каталитически активные фазы.

Как видно из дифрактограмм образцов активной массы катализаторов ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой, сформированных термообработкой прекурсоров: $Zn(NO_3)_2$, $H_3BO_3$, $H_3PO_4$, взятых в мольных соотношениях (из расчета на оксиды), равных 2:1:1 микроволновым излучением (*а*) и традиционным нагревом в муфельной электропечи (*б*), их фазовый состав практически совпадает.

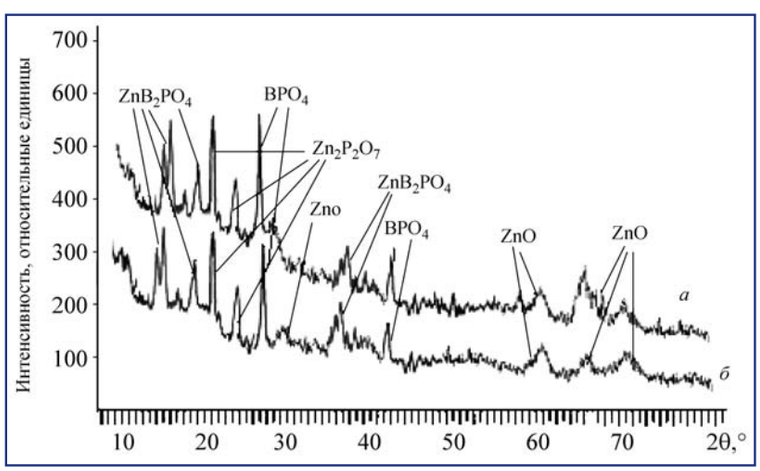



***Рис. 2.*** *Дифрактограммы образцов активной массы катализаторов реакции ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой, приготовленных в условиях воздействия микроволнового излучения (а) и традиционного электронагрева (б). Мольное отношение компонентов (из расчета на оксиды ZnO, $B_2O_3$, $P_2O_5$) равно 2:1:1*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:21

Color profile: Disabled
Composite Default screen



**Текстурные характеристики и кислотность нанесенных Zn-B-P-оксидных катализаторов ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой**

| Образец катализатора | Условия термообработки, °С/время, ч | | | | $S_{уд}$, $м^2/г$ | $V_{пор}$, $см^3/г$ | Распределение объема пор по размерам, нм | | | Кисл., $N_{\Sigma}\cdot10^{19}$, ед/$м^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Электронагрев | | СВЧ-излучение | | | | | | | |
| | Сушка | Прокал. | Сушка | Прокал. | | | 5–10 | $10–10^2$ | $10^2–10^3$ | |
| Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$/Al | – | – | 100 – 120 / 0,2 | 450 – 470 / 0,25 | 192 | 0,65 | 0,20 | 0,37 | 0,08 | 1,8 |
| Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$ | 100 – 120 / 2 | 450 – 480 / 4 | – | – | 175 | 0,53 | 0,16 | 0,26 | 0,11 | 1,2 |

Следовательно, термической обработкой образцов потенциальных катализаторов реакции ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой в поле СВЧ можно осуществить формирование активной массы с фазовым составом, идентичным фазовому составу образцов, приготовленных методом традиционной термообработки.

В таблице сопоставлены характеристики синтезированных катализаторов с идентичным составом активной массы (мольное соотношение, в пересчете на оксиды ZnO, $B_2O_3$, $P_2O_5$, равное 2:1:1), нанесенной на поверхность промышленного γ-$Al_2O_3$-носителя, марки А-1, (ГОСТ 8136–76) и армированного микрокристаллическим алюминием Al/γ-$Al_2O_3$-носителя, сформированного термообработкой в поле СВЧ.

Видно, что образцы катализатора, термическая обработка которых осуществлялась в поле СВЧ, характеризуются более развитой поверхностью и пористостью с преобладанием пор радиуса 10–100 нм, что соответствует общепринятым представлениям о порах среднего размера.

Формированию Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$/Al образцов с приведенными характеристиками способствует относительно малое время их экспозиции в поле СВЧ, в отличие от длительного времени прокалки Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$-катализаторов в условиях традиционного нагрева при котором, возможно, имеет место укрупнение размеров кристаллитов активной массы, блокирующих внутрипористое пространство матрицы носителя.

Об образовании более развитой активной поверхности Zn-B-P-оксидных катализаторов, нанесенных на армированный γ-$Al_2O_3$ носитель, полученный в условиях воздействия микро-волнового излучения, также свидетельствует большее количество кислотных центров, определяемых по количеству десорбированного аммиака.

Таким образом, приведенные результаты дают основание полагать, что процесс формирования Zn-B-P/γ-$Al_2O_3$/Al-катализатора ацилирования диэтиламина м-толуиловой кислотой подобранного компонентного состава с использованием термической обработки в СВЧ-поле вполне приемлем для практической реализации, а с точки зрения экономии энергии и времени синтеза выгодно отличается от традиционных процессов термической обработки.

Наблюдаемая высокая термотрансформационная способность и скорость нагрева каталитической шихты свидетельствуют о возможности достижения температуры реакции (400–450 °С) за счет поглощения энергии СВЧ-излучения, достаточной для проведения процесса ацилирования диэтиламина.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Литвишков Ю.Н., Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Эфендиев М.Р., Гусейнова Э.М., Шакунова Н.В., Мурадова П.А.** Синтез пористого A1/A1$_2$O$_3$-носителя катализатора, стимулируемый электромагнитным излучением СВЧ-диапазона // Катализ в промышленности, 2012. № 1. С. 69–74.

2. **Литвишков Ю.Н., Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Эфендиев М.Р., Гусейнова Э.М., Шакунова Н.В., Мурадова П.А.** Микроволновое стимулирование реакции деалкилирования толуола с водяным паром в присутствии Ni-Co-Cr/$Al_2O_3$/Al-катализатора // Нефтехимия, Т. 52. 2012. № 3. С. 211–214.

3. **Литвишков Ю.Н., Мамедов А.Б., Зейналова Ф.А., Гасанкулиева Н.М., Зульфугарова С.М. Алескерова З.М.** Синтез Ni-Co-Cr/Al/$Al_2O_3$-катализаторов реакции деалкилирования толуола с водяным паром при воздействии излучения СВЧ-диапазона // Химические проблемы 2001. № 1. С. 14–17.

4. **Литвишков Ю.Н., Ризаев Р.Г., Эфендиев М.Р., Кулиева Х.Я.** Способ получения N, N-дизамещенных амидов карбоновых кислот. Положит. решение о выдаче а.с. СССР по заявке № 057862/103 от 06.11.1991 г.

5. **Литвишков Ю.Н., Ризаев Р.Г., Эфендиев М.Р., Кулиева Х.Я.** Кинетические закономерности реакции ацилирования диэтиламина бензойной и м-толуиловой кислотами. Депонировано во ВИНИТИ Центр. № 1843 29.06.1992 г.

6. **Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н.** Рентгенографический и электронооптический анализ. М.: МИСИС, 2002. 360 с.

7. **Литвишков Ю.Н., Ризаев Р.Г., Эфендиев М.Р., Кулиева Х.Я.** Исследование кислотности Zn-B-P-оксидных катализаторов ацилирования диэтиламина ароматическими кислотами. Депонировано во ВИНИТИ Центр. № 1842 29.06.1992 г.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:21

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# 5-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГАЗОВЫЙ ФОРУМ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**А.С. Савченко,** по материалам ПАО "Газпром"

***С 6 по 9 октября 2015 г. в "Экспофоруме" прошел 5-й Петербургский международный газовый форум (ПМГФ) – ежегодное событие, собирающее лидеров газовой отрасли. В нем приняли участие более полутора тысяч специалистов газовой промышленности из 28 стран.***

Приветствуя участников крупнейшего отраслевого проекта, председатель Правления ПАО "Газпром" Алексей Миллер подчеркнул, что форум является одной из самых авторитетных площадок, где обсуждается будущее мировой газовой отрасли. Он также отметил, что место проведения форума предопределил статус Санкт-Петербурга как крупного международного газового центра: "За последний год роль Петербурга на европейской и мировой газовой карте значительно возросла. Здесь были приняты такие важные решения, как строительство газопровода "Северный поток-2", строительство на берегу Финского залива терминала, специализирующегося на сжиженном газе, а также именно в Северной столице впервые прошел российский газовый аукцион", – отметил Алексей Борисович.

Губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко добавил, что мировой лидер отрасли компания "Газпром" – стратегический партнер Петербурга в развитии инновационной сферы, городского хозяйства, благоустройства. "На форуме будут обсуждаться вопросы, связанные с перспективами развития мировой газовой отрасли и особое внимание уделено международному опыту в освоении месторождений в Арктике. Петербург – центр разработки и внедрения инновационных проектов, в том числе связанных с освоением арктического шельфа", – сказал Георгий Сергеевич.

*Председатель Правления ПАО "Газпром" Алексей Миллер и губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко осматривают экспозицию ПМГФ*

## Конференция "Газомоторное топливо: новые рынки, новые возможности"

В конференции приняли участие заместитель Председателя Правления ПАО "Газпром", Председатель Совета директоров ООО "Газпром газомоторное топливо" Виталий Маркелов, генеральный директор E.ON Global Commodities SE Уве Фип, заместитель генерального директора Sindy Ван Фэнлинь (Китай), Президент Green Energy, Inc. Сесилия Парк (Южная Корея), Председатель Правления – генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Михаил Лихачев, представители федеральных органов власти.

Сегодня природный газ в качестве моторного топлива используется более чем в 80 странах. По итогам 2014 г. общемировое потребление компримированного природного газа превысило 40 млрд м$^3$ в год, а парк газомоторных автомобилей насчитывает 22,5 млн ед.

Для России, обладающей крупнейшими запасами природного газа, развитие рынка газомоторного топлива – стратегическая задача, обусловленная обеспечением энергетической безопасности экономики, снижением негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и повышением эффективности транспортного комплекса.

На конференции было отмечено, что потребление природного газа в качестве моторного топлива в России стабильно увеличивается. Ежегодный прирост объемов реализации компримированного природного газа (КПГ) через газозаправочную сеть Группы "Газпром" составляет около 5–8 % в год. Прогнозируется, что к 2017 г. объем реализации КПГ на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) "Газпрома" дос-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:25

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Виталий Маркелов, председатель Совета директоров ООО "Газпром газомоторное топливо" , во время выступления на конференции*

*Михаил Лихачев, Генеральный директор компании "Газпром газомоторное топливо"*

тигнет 754 млн м$^3$ в год, что почти в два раза выше показателя 2014 г. (405 млн м$^3$).

"Газпром" ведет последовательную работу по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива на территории Российской Федерации. В 2015 г. в различных регионах осуществляется строительство 25 АГНКС. До конца 2016 г. планируется ввод в эксплуатацию еще порядка 40 новых станций, в 2017-му – 70. С учетом действующей газозаправочной инфраструктуры, к концу 2020 г. российская сеть АГНКС "Газпрома" будет насчитывать порядка 500 объектов.

Для того чтобы процесс расширения газомоторных автопарков в регионах был синхронизирован со строительством газозаправочной сети, "Газпром" заключает соглашения о сотрудничестве с регионами. На сегодняшний день такие соглашения подписаны с 40 субъектами РФ.

Выступающие отмечали, что на этапе становления газомоторного рынка особенно важна роль государства. Его позиция как регулятора отрасли подразумевает разработку стимулирующего комплекса мер для потребителей по переходу к использованию на газ. В 2014–2015 гг. Минпромторг России разработал правила предоставления субсидий из федерального бюджета субъектам РФ на софинансирование закупки газомоторных автобусов и техники для ЖКХ. В 2014 г. в рамках софинансирования было закуплено около 1000 ед. коммунальной спецтехники и автобусов на КПГ, ожидаемый объем закупки в 2015 г. – 1200 ед.

Всего по итогам 2014 г. в России было продано 2170 транспортных средств на КПГ. Из них 2045 – российского производства. Прогнозируется, что в 2015 г. отечественный газомоторный парк увеличится на 6 тыс. ед. как за счет переоборудованной техники, так и благодаря выпуску газомоторных автомобилей.

"При планируемой динамике расширения газозаправочной инфраструктуры и линейки газового транспорта в ближайшие годы природный газ станет массово доступным моторным топливом. Участниками рынка взят высокий темп работы. Скоординированные действия и совместные проекты – залог успешного развития рынка газомоторного топлива Российской Федерации", – сказал Виталий Маркелов.

## Круглый стол "Техника завтрашнего дня: транспорт, оборудование и заправочная инфраструктура газомоторной отрасли"

Организатором круглого стола, как и конференции, выступила специализированная компания "Газпром газомоторное топливо". Участники дискуссии обсудили перспективы внедрения энер-

*Круглый стол "Техника завтрашнего дня: транспорт, оборудование и заправочная инфраструктура газомоторной отрасли"*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Денис Корниенко, зам. генерального директора ООО "Газпром газомоторное топливо"*

гоэффективных решений в транспортном комплексе, опыт производства и эксплуатации газобаллонной техники и оборудования.

В мероприятии приняли участие специалисты ведущих отечественных и зарубежных компаний-автопроизводителей, руководители транспортных предприятий, представители банковской сферы, производители основного технологического оборудования газозаправочной инфраструктуры.

"Создание газозаправочной инфраструктуры послужит мощным толчком для широкого распространения природного газа в качестве моторного топлива. Предприятия получат гарантированный пакет заказов, отрасль – качественное оборудование и комплектующие, а потребитель широкий выбор газомоторного транспорта" – подчеркнул Денис Корниенко, зам. генерального директора ООО "Газпром газомоторное топливо".

## Круглый стол "Технические инновации – основа развития газозаправочной инфраструктуры"

С докладами выступили представители отечественных и зарубежных компаний-производителей технологического оборудования: "Барренс", Компрессорный завод КОСМА, "Саратовгазавтоматика", "Русские машины", "Кировский завод Газовые технологии", ASPRO, IdroMeccanicaSrl, "Газсервискомпозит", "Криогенмаш" и др.

*Круглый стол "Природный газ – ECOGAS – топливо будущего"*

*Конференции и круглые столы вызвали большой интерес участников форума*

Эксперты отрасли обсудили вопросы импортозамещения, внедрения современных технологических решений при создании отечественных АГНКС, опыт производства газобаллонного оборудования и передвижных газозаправщиков, а также комплексные решения в области малотоннажного производства СПГ.

В ходе дискуссии было отмечено, что ряду отечественных производителей оборудования для газомоторной инфраструктуры удалось эффективно решить задачу по импортозамещению продукции в соответствующем сегменте и представить в рамках Форума образцы изделий не уступающие, а по некоторым показателям значительно превосходящие импортные аналоги. "Это настоящий прорыв в отрасли", – отметили эксперты научного технического сообщества.

## Круглый стол "Природный газ – ECOGAS – топливо будущего"

В работе круглого стола приняли участие представители ведущих компаний-производителей газомоторного транспорта и оборудования из России и Италии: ПАО "КАМАЗ", "Группа ГАЗ", ООО "Волгабас Волжский", Landi Renzo S.P.A., BRC, Cavagna Group, ООО "Газкомплект", а также компании, эксплуатирующие транспорт на природном газе.

Ключевыми темами дискуссии стали перспективы расширения модельного ряда, опыт и потенциал производства газомоторного транспорта в России. Эксперты отметили, что расширение использования природного газа в качестве моторного топлива является драйвером развития для отечественной автомобильной отрасли. Газомоторный транспорт и техника пользуются спросом как со стороны коммерческих, так и муниципальных предприятий. Сегодня газовые версии моделей присутствуют в продуктовом портфеле большинства российских автопроизводителей.

Особое внимание было уделено вопросу синхронизации увеличения производства техники на



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:21:42

Color profile: Disabled
Composite Default screen



природном газе с расширением газозаправочной инфраструктуры в регионах. Сегодня компания "Газпром газомоторное топливо" ведет масштабную работу по созданию федеральной сети АГНКС: строительству новых и модернизации действующих станций. Для формирования у потребителя четкой идентификации природного газа в качестве нового вида моторного топлива, разработан и в июле 2015 г. зарегистрирован товарный знак топливного бренда "EcoGas".

"Важными вопросами сегодня являются повышение качества и расширение линейки газомоторного транспорта на российском рынке. Между "Газпром газомоторное топливо" и автопроизводителями налажен конструктивный диалог, реализуется ряд совместных проектов. Наша цель – сделать природный газ доступным моторным топливом, а газомоторные автомобили – отвечающими всем запросам потребителей", – сказал генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Михаил Лихачев.

## Международные специализированные выставки

Обширная деловая программа была дополнена выставочной – на площади более 25 тыс. м$^2$ были размещены несколько больших экспозиций: международные специализированные выставки "InGAS Stream – Инновации в газовой отрасли" и "Газомоторное топливо", а также выставка газовой промышленности и технических средств для газового хозяйства "РОС-ГАЗ-ЭКСПО".

На стенде "Группы ГМС" делегаты форума ознакомились с оборудованием и комплексными решениями для добычи, транспорта и переработки газа и газового конденсата. Участникам форума были презентованы объекты и образцы насосно-компрессорного оборудования, поставляемого для проектов ПАО "Газпром", в том числе новые разработки – насосы типа ЦПР и 2НПС для перекачивания газового конденсата и сжиженных углеводородных газов.

Группа компаний "Роснано" представила вниманию продукцию 14 производителей, которые поставляют нанотехнологические решения, в том числе для строительства магистрального газопровода "Сила Сибири". Среди компаний: ЗАО "Лазер Солюшенс", Этерно, ООО "Термоинтех", ООО "СТЕКЛОНиТ Менеджмент" и др.

Участники делегации посетили также стенд ведущего российского разработчика и поставщика решений в области промышленной автоматизации "Текон", стенды ПАО "Газпром автоматизация" и "Газпром проектирование".

Стоит особо отметить выставку "Газомоторное топливо", на стендах которой демонстрировались 46 ед. техники различного типа от 23 компаний-партнеров ООО "Газпром газомоторное топливо". Среди них – серийные и планируемые к серийному выпуску газомоторные легковые автомобили Lada Grant, Lada Vesta и УАЗ "Патриот", широкий модельный ряд грузовых автомобилей "КАМАЗ", а также новые автомобили поколения NEXT на сжатом природном газе – автолавка "ГАЗель NEXT" и мусоровоз "ГАЗон NEXT". Оба автомобиля соответствуют экологическому классу "Евро-5".

*Газовые баллоны в новом Caddy TGI расположены под полом и не занимают полезное пространство автомобиля*

*На открытой площадке "Экспофорума" завершился автопробег "Газ в моторы!"*

В течение четырех дней работы форума на стенде компании "Volkswagen. Коммерческие автомобили" посетители смогли познакомиться с одним из самых актуальных представителей коммерческого транспорта – VW Caddy TGI четвертого поколения, который работает на компримированном природном газе. При использовании КПГ расходы на топливо сокращаются примерно на треть, а сокращение эксплуатационных расходов Caddy TGI может достигать 50 %.

В заключение упомянем стенд "Газпром газомоторное топливо", на котором Михаил Лихачев знакомил участников форума с техникой, работающей на газомоторном топливе, топливозаправочными колонками СПГ, модулями и компрессорами для газомоторной техники и другими разработками.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГРУЗОВОЙ АВТОСАЛОН "КОМТРАНС-2015"

**А.С. Суворов,** обозреватель журнала АГЗК+АТ

***В этом году выставка пришлась на очень тяжелый для отрасли период. Во всем мире падает производство, падают продажи грузовиков и тяжелой техники вообще. И не на проценты, а в разы. Тем не менее, выставка в целом удалась, и кое-что интересное удалось увидеть.***

## RENAULT TRUCKS

На стенде французской компании площадью 650 м$^2$ были представлены грузовые автомобили Renault Trucks новой гаммы: седельные тягачи T High 480, T Optifuel 460, C 430 Air и самосвал K 430.

*Стенд компании Renault Trucks*

Серия магистральных грузовых автомобилей Renault Trucks представлена двумя седельными тягачами T High 480 4×2 и T Optifuel 460 4×2, строительный сектор – самосвалом для тяжелых пород K 430 6×6 и седельным тягачом C 430 Air 6×4.

Магистральный седельный тягач T High – флагман новой гаммы; он оснащен экономичным двигателем DXi13 мощностью 480 л.с, роботизированной коробкой передач Optidriver. Кабина High Sleeper Cab с ровным полом оборудована двумя полноценными спальными местами, 40-литровым портативным холодильником и другими удобствами. Основной и дополнительный топливные баки объемом 900 и 450 л соответственно сделаны из алюминия для облегчения массы, установлен стабилизатор задней подвески.

Седельный тягач T Optifuel оснащен 11-литровым двигателем экологического класса "Евро-5" мощностью 460л.с. и роботизированной 12-ступенчатой коробкой передач Optidriver. Автомобиль снабжен эффективным аэродинамическим оборудованием и набором интеллектуальных технологий: пакет Fuel eco-pack, отключаемая система Kick-down, эко-круиз контроль с функцией Optiroll, отключение воздушного компрессора. Комплектация грузового автомобиля соответствует сертификату международного независимого органа TUV Rheinland, который подтвердил сокращение потребления топлива на 10,9 % по сравнению с аналогичным автомобилем в стандартной комплектации.

Самосвал K 430 с колесной формулой 6×6 и самосвальным кузовом "Бецема" объемом 16 м$^3$ оборудован двигателем DXi 11 мощностью 430 л.с. экологического класса "Евро-5", моторным тормозом Optibrake, а также 14-ступенчатой коробкой передач. Топливный бак объемом 445 л изготовлен из стали.

Строительный седельный тягач C-серии оснащен двигателем DXi 11 мощностью 430 л.с. экологического класса "Евро-5" и моторным тормозом Optibrake, а также антиблокировочной тормозной системой EBS и противопробуксовочной системой

*Самосвал K 430 с колесной формулой 6×6 и самосвальным кузовом "Бецема"*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:21:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen



ASR. Кабина High Sleeper Cab оснащена спальным местом. Благодаря высокой крыше ее внутреннее пространство очень просторно.

На стенде также находились зоны по послепродажным услугам и бизнес–решениям, где специалисты компании Renault Trucks информировали потенциальных клиентов о широком выборе сервисов по экономии топлива, управлению автопарком, а также обслуживанию и ремонту грузовых автомобилей.

## SCANIA

Scania познакомила гостей выставки с новейшими технологическими разработками и передовыми моделями коммерческой техники, которые помогают повысить доход их владельцев, сократить эксплуатационные и временные издержки, получив максимум от автопарка с минимальным воздействием на окружающую среду. "Многие российские клиенты все больше задумываются над вопросами увеличения прибыли за счет снижения эксплуатационных расходов, – комментирует Ханс Тарделль, генеральный директор ООО "Скания-Русь". – В связи с этим как никогда востребованы специализированные решения Scania, направленные на экономию топлива и увеличение времени полезного использования автомобилей.

В этом году Scania представила обновленный модельный ряд своих самосвалов. Модель P 400 CB6×4EHZ, укомплектована кузовом 16 м$^2$, двигателем стандарта "Евро-4", мощностью 400 л.с., максимальный крутящий момент 2100 Нм при 1000–1300 об/мин. В автомобиле сочетаются уже стандартные для строительной техники Scania. Это отличные ходовые качества при минимальном переключении передач, мощные двигатели с высоким крутящим моментом, традиционно низкое потребление топлива, усиленная рама и кузов из высокопрочных сталей. Кроме этого, Scania внесла ряд улучшений в соответствии с пожеланиями наших клиентов и сделала самосвал еще более удобным и практичным в эксплуатации, изменив кабину на просторную дневную CP 16 с местом для отдыха водителя, добавив задний стабилизатор поперечной устойчивости, увеличив объем топливного бака до 500 л. Применены более утилитарные стальные задние крылья, состоящие из трех частей и снижено передаточное число главной передачи, что даст экономию топлива на высоких скоростях.

Коммерческий директор ООО "Скания-Русь" Сергей Яворский комментирует: "В основе нашей работы – максимальное соответствие потребностям клиента. Именно поэтому при обновлении модельного ряда нашей строительной техники мы ориентировались на пожелания наших клиентов. Мы уверены, что обновленный модельный ряд позволит еще более эффективно выполнять поставленные перед бизнесом задачи, обеспечивая безотказную работу и минимальные простои".

На уличной экспозиции Scania был представлен еще один интересный экспонат – сортиментовоз Scania G 480 CB6×6EHZ, оснащенный двигателем DC 13 101 480, стандарта "Евро-4", мощностью 480 л.с. при 1900 об/мин, максимальный крутящий момент 2400 Нм при 1000–1350 об/мин. На автомобиль установлена лесовозная надстройка финского производителя Alucar с выдвижной консолью манипулятора и КМУ Epsilon M100L97.

Машина предназначена для перевозки леса (сортимента) и адаптирована к перепадам температур и для работы в наиболее тяжелых условиях бездорожья. Этой работе способствует специальное шасси 6×6 с особо тяжелым классом эксплуатации в исполнении Off-Road с подключаемым полным приводом. Автомобиль отличает вместительный топливный бак на 600 л, позволяющий работать максимально долго без дозаправок.

Для комфорта водителя предусмотрена просторная спальная кабина CG19N, 12+2-ступенчатая коробка передач с демультипликатором и делителем, с двумя понижающими передачами, а также с двумя передачами заднего хода. Аккумуляторы высокой емкости 225 Ач обладают возможностью давать высокий ток при низких температурах и при использовании оборудования с большим энерго-

*Генеральный директор "Скания-Русь" Ханс Тарделль и коммерческий директор Сергей Яворский*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:22:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Седельный тягач Scania R500 LA4X2HNA выполнен в цвете Ruby Red*

потреблением. Все это обеспечивает комфортную и надежную эксплуатацию в любых условиях.

Шведская компания продемонстрировала первый лимитированный выпуск модели Brilliant Victory ("Блестящая победа"), которая символизирует свою яркую индивидуальность в сочетании с надежностью и высокой производительностью. Седельный тягач R 500 LA4X2HNA выполнен в цвете Ruby Red с эксклюзивным дизайном, который отражает идею данной модели. Бриллиантовые грани драгоценного камня подчеркивают красоту автомобиля. Тягач ограниченной серии Brilliant Victory предназначен для магистральных перевозок и оснащен мощнейшим двигателем V8 стандарта "Евро-5", не имеющим аналогов по своим характеристикам.

"Мы стараемся радовать наших клиентов не только экономичностью и высокой эффективностью нашей техники, но и потрясающим внешним видом!", – заявил Ханс Тарделль. Тягач представлен в единственном экземпляре. Подобные лимитированные заказы будут реализовываться по мере их поступления.

Премьерой этого года в сегменте пассажирских перевозок выступил автобус Scania Touring. Команда дизайнеров Scania создала модель автобуса с выраженными чертами, присущими марке. Созданный автобус отличается надежностью и универсальностью, качество которого может соревноваться с любыми мировыми брендами.

В нем все продумано до мелочей: комфортабельный салон, ярко-выраженный дизайн интерьера, новое эргономичное положение водительского кресла, множество функций для удобства пассажиров. Пассажировместимость – 57 мест. Автобус оснащен двигателем мощностью 450 л.с.

"Мы надеемся, что новинка в сегменте междугородних и туристических перевозок поможет нам укрепить свою позицию на российском туристическом рынке и найдет своих покупателей", – сказал Дарюс Сниешка, руководитель отдела продаж автобусов и двигателей Scania.

Среди моделей, давно заслуживших доверие за счет своей исключительной управляемости и эргономики, почетное место занимает Scania Higer A80. Автобусы предлагаются в двух вариантах: для междугородних и туристических поездок.

Среди преимуществ автобуса можно выделить продуманное управление и дизайн приборной панели, увеличенный информационный дисплей, многофункциональный рычаг переключения световых приборов, сидения с функцией смещения к центру для удобства в долгом пути, система видеонаблюдения за салоном.

Автобусы Scania Higer A80 оснащены двигателями Scania мощностью от 360 до 440 л.с. и крутящим моментом от 1850 до 2300 Нм. Силовые агрегаты отличаются высоким крутящим моментом и низким уровнем выбросов, соответствующим стандартам "Евро-4", "Евро-5".

Еще одна модель, созданная в тесном партнерстве с испанской компанией Irizar, успела зарекомендовать себя как надежное и безопасное транспортное средство. Превосходные аэродинамические свойства и оптимальное распределение массы позволяют автобусу показывать высокую топливную экономичность. Равномерность распределения массы и нагрузки повышают устойчивость во время движения. LED-освещение обеспечивает дополнительную безопасность на дороге. В конструкции предусмотрена максимальная доступность всех узлов, техническое обслуживание максимально упрощено. Автобус подходит для международных и туристических перевозок.

*Автобус Scania Touring оснащен двигателем мощностью 450 л.с.*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:22:08

Color profile: Disabled
Composite Default screen



Модельный ряд автобусов Scania может быть оснащен автоматизированной системой переключения передач Scania Opticruise, которая улучшает управляемость, снижает износ сцепления и помогает выбрать оптимальный режим управления и экономичный расход топлива.

Экономию и дополнительный комфорт обеспечивает также ретардер Scania – высокоэффективная вспомогательная система торможения, которая обеспечивает точное регулирование скорости на спуске с помощью педали тормоза или подрулевого рычага, либо посредством кнопок регулировки скорости на рулевом колесе.

Особенное внимание следует уделить функциональному багажному отделению всего модельного ряда автобусов Scania. Объем от 7,5 до 10 м$^3$ с параллельным пневматическим автоматическим механизмом открывания багажного отсека – все это обеспечивает дополнительный комфорт при эксплуатации.

## SCHMITZ CARGOBULL

Немецкая компания Schmitz Cargobull AG показала четыре образца современной прицепной техники. Впервые в России было показано новое поколение тентовых полуприцепов S.CS Genios с цельным продольным лонжероном без сварных швов. Состоялась премьера трейлера общего назначения для тяжелых условий S.HD Heavy Duty. Посетители увидели выносливый и надежный самосвальный S.KI Solid со стальной платформой и инновационный рефрижераторный полуприцеп с комплексным пакетом S.KO Cool Executive.

Руководитель отдела продукт-менеджмента "Тентовые полуприцепы" Кристоф Блекер считает, что с появлением в линейке Schmitz Cargobull лучшей за всю историю модели S.CS Genios меняется представление о возможностях доставки грузов автомобильным транспортом. Самое надежное в своем классе оцинкованное шасси Schmitz Cargobull на болтах-заклепках теперь базируется на цельных продольных лонжеронах из холоднокатаного профиля. На выходе завод получил сокращение времени производственного цикла и более долгий срок службы изделия за счет повышения порога коррозийной стойкости.

Отказ от изготовления сварных лонжеронов повысил равномерно распределенную нагрузку S.CS Genios на 10 %. Дополнительные ребра жесткости на прочных болтах-заклепках в передней изогнутой части лонжерона на шасси Modulos улучшили его стабильность и повысили конструктивную прочность. Модульная конструкция S.CS Genios позволяет снимать навесное оборудование вплоть до изменения колесной базы и расстояния между осями. В итоге перевозчику доступна идеальная адаптация под любые транспортные задачи.

Самосвальный полуприцеп Schmitz Cargobull S.KI 24 SL 7.2 оснащен полукруглым стальным кузовом объемом 24 м$^3$. Его стихия – короткое плечо доставки, бесконечно частые трогания и остановки, десятки загрузок и выгрузок в течение рабочей смены, разбитые подъездные пути и бездорожье стройплощадок. Кроме крупных строек полуприцеп со стальной ковшовой платформой коробчатого сечения используют как внутризаводской транспорт и при перевозках крупнотоннажных грузов.

Усиленные полуприцепы S.HD Heavy Duty разработали под широкий спектр требований. Их стихия – от добывающих предприятий с хорошо развитой транспортной инфраструктурой и строительных карьеров с плохими подъездными путями до гор, степей, тайги и другой местности с полным отсутствием дорог в их привычном понимании. Особенности нового модельного ряда – модульная конструкция, простота ремонта, высокая грузоподъемность, универсальность применения.

Рефрижераторный полуприцеп Schmitz Cargobull был создан для рациональной перевозки свежих и замороженных продуктов. В новом сезоне растет спрос на холодильные установки Schmitz Cargobull, одну из самых мощных на рынке, в комплексном пакете S.KO Cool Executive. У нее наполовину сокращено число циклов оттаивания и она до 30 % легче чем у конкурентов. Электродвигатель

*Рефрижераторный полуприцеп Schmitz Cargobull создан для рациональной перевозки свежих и замороженных продуктов*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:22:12

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Холодильная установка собственной разработки*

*Стенд компании Volvo Trucks*

с электронной регулировкой частоты вращения и компрессор с отключением цилиндров позволяет экономить топливо и обеспечивает до 3000 ч работы в год.

## VOLVO TRUCKS

На стенд Volvo Trucks площадью около 1500 м$^2$ были представлены сразу восемь грузовых автомобилей для строительства, магистральных и региональных перевозок, а также городских развозных операций на основе моделей Volvo FH, Volvo FM, Volvo FMX и Volvo FL. Кроме того, на открытой выставочной площадке разместились еще четыре образца грузовой техники на шасси модели Volvo FMX строительного сегмента.

Особое внимание специалистов, несомненно, привлек седельный тягач Volvo FH16 с новым прочным бампером для сложных дорожно-строительных условий, а также магистральный тягач Volvo FH с газодизельной установкой, работающий в смешанном цикле потребления топлива.

В этом году компания Volvo Trucks уделила особое внимание полному спектру услуг Volvo в послепродажном обслуживании. Ведь именно комплексное транспортное решение делает грузовые автомобили Volvo рентабельными в работе.

Традиционно, стенд Volvo Trucks – это еще и демонстрация отдельных агрегатов, как неотъемлемой части любого грузового автомобиля. Именно в них заключены основные новаторские решения, делающие технику Volvo лидером в области топливной эффективности, надежности и безопасности.

Посетители стенда Volvo Trucks познакомились с двигателем D13 экологического класса "Евро-5" – неутомимым "сердцем" моделей Volvo FM и Volvo FH, основой их продуктивности и экономичной работы. Рядом с ним разместились сразу два варианта уже легендарной автоматической КП I-Shift в инновационном исполнении: I-Shift Dual Clutch (автоматизированная коробка передач с

*Механизм подъема моста в двухосной тележке Tandem Axle Lift дает возможность отключать и поднимать задний ведущий мост*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:22:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen



двойным сцеплением) и I-Shift для строительного сегмента.

Революционная новинка Volvo Trucks – Tandem Axle Lift, механизм подъема моста в двухосной тележке дает возможность отключать и поднимать задний ведущий мост. Это улучшает сцепление с дорогой оставшегося моста и сокращает расход топлива при движении автомобиля без груза. Новый механизм разработан для большегрузных автомобилей, которые возвращаются порожняком. В качестве примеров можно назвать лесовозы, перевозку строительных или насыпных/ наливных грузов.

"Механизм подъема моста в двухосной тележке позволяет отключать задний ведущий мост и поднимать его колеса над дорогой, когда грузовой автомобиль не перевозит груз. Такое решение дает много преимуществ, главным из которых является экономия топлива. Движение с поднятым задним ведущим мостом экономит до 4 % топлива по сравнению с режимом, при котором опущены все ведущие мосты", – рассказывает Йонас Одермальм, Segment Manager подразделения строительной техники Volvo Trucks.

Блокировка дифференциала первого ведущего моста муфтой позволила отключать и поднимать задний мост. В итоге водитель одновременно получает мощность и потенциал двух ведущих мостов (6×4) в сочетании с лучшей маневренностью автомобиля с одним ведущим мостом (4×2). Вдобавок, движение с поднятым вторым ведущим мостом уменьшает радиус поворота на метр, оберегает шины и подвеску от износа.

"Механизм Tandem Axle Lift идеально подходит для перевозок в местах, где состояние дороги или общая масса автомобиля требуют применения сдвоенного ведущего моста, но возвращается автомобиль пустым или слабо загруженным. На скользкой дороге или мягком грунте водитель может повысить давление на колеса первого ведущего моста за счет подъема второго, что улучшает сцепление с грунтом и снижает вероятность застревания", – поясняет Йонас Одермальм.

Кроме того, Tandem Axle Lift повышает комфорт вождения идущего порожняком автомобиля, а ведь часто это половина рабочего времени. Когда поверхности касаются колеса только одного ведущего моста, в кабине становится менее шумно, а на рулевое колесо приходится меньше вибраций.

*Посетители стенда могли испытать свои навыки в управлении грузовыми автомобилями Volvo FH и Volvo FMX на специальных трехэкранных симуляторах*

Еще одна революционная новинка – система динамического рулевого управления Volvo Dynamic Steering. Все желающие смогли детально разобраться в ее устройстве, чтобы узнать, каким образом шведские конструкторы добились революционного комфорта для водителей в управлении при одновременном повышении курсовой устойчивости тяжелых грузовых автомобилей.

Активно работали отдельные зоны со специалистами в области послепродажного обслуживания, лизинга и бизнес-решений.

Кроме того, посетители стенда могли испытать свои навыки в управлении грузовыми автомобилями Volvo FH и Volvo FMX на специальных трехэкранных симуляторах.

В заключение отметим, что в рамках автосалона "Комтранс-2015" состоялись деловые переговоры, практические семинары и конференции с участием ведущих специалистов автотранспортной отрасли, затрагивающие вопросы производства и эксплуатации коммерческого автотранспорта, вопросы лизинга и утилизации, безопасности перевозок, а также основные тенденции развития грузового рынка России.

И в заключение отметим, что в рамках автосалона "Комтранс-2015" состоялись деловые мероприятия, практические семинары и конференции с участием ведущих специалистов автотранспортной отрасли, затрагивающие вопросы производства и эксплуатации коммерческого автотранспорта, вопросы лизинга и утилизации, безопасности перевозок, а также основные тенденции развития "грузового" рынка России и др.

*Окончание. Начало АГЗК+АТ № 11, 2015 г.*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:22:28

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# БУДНИ ЗАВОДА "СЕСПЕЛЬ"

**А.С. Савченко,** зам. главного редактора, журнал АГЗК+АТ, Издательство "Инновационное машиностроение", г. Москва

***О том, что под Чебоксарами находится одно из самых передовых в России производств полуприцепов-цистерн, прежде мне слышать не приходилось. Тем интереснее было там побывать. Речь идет о предприятии "Сеспель", поездку на которое организовала компания "Русбизнесавто".***

На сегодняшний день чебоксарское предприятие является самым высокотехнологичным заводом в России по производству специализированных транспортных средств. Обладает новыми, уникальными технологиями, многоступенчатой системой контроля качества, многолетним опытом и безупречной репутацией. Инженеры с огромным вниманием относятся к каждому запросу и тщательно разрабатывают технологию и параметры заказанного изделия согласно техническим условиям заказчика.

## 3D-моделирование

Любое производство начинается с проектирования, и для того, чтобы производить автоцистерны европейского уровня, недостаточно только лишь иметь современное производственное оборудование. Необходимо ещё разработать конструкцию автоцистерны. Здесь можно было идти двумя путями. Спроектировать всё самому или привлечь к разработке лидеров в этой области.

Применяемые технологии и оригинальность конструктивных решений ставят завод "Сеспель" в один ряд с лучшими западноевропейскими производителями. Внешне завод выглядит очень компактно и аккуратно, он изначально проектировался по примеру современных европейских производств. Небольшие размеры вкупе с новейшими технологиями позволяют выпускать свыше 2500 ед. техники в год.

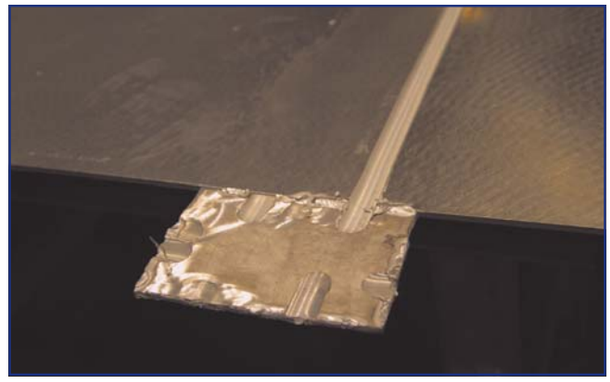
Вся разработка конструкции бензовозов, цементовозов и других автоцистерн, а также комплектующих изделий осуществляется только с применением самых современных программ 3D-моделирования. Уровень оснащения производства рассчитан на прием и передачу информации без использования бумажных носителей. Данные от компьютера конструктора или технолога доходят до каждого станка по внутренней электронной сети через беспроводную систему WI-FI, что значительно ускоряет процесс подготовки к производству.

## Новейшие технологии

На заготовительном участке расположена установка плазменной резки, а торцевые элементы обечаек цистерн изготавливаются ротационной вытяжкой. Вместо классической штамповки при данной технологии применяется очень компактное оборудование с числовым программным управлением, что позволяет лишь нескольким небольшими станками обеспечить производство деталей диаметром до 2500 мм. Нельзя забывать, что ротационная вытяжка обеспечивает поверхностное упрочнение металла, исключает образование концентраторов напряжений и микротрещин. Более того, даже использование сварных листов для заготовок не влияет на качество изделий.

Элементы подрамников свариваются автоматически под слоем флюса с использованием "сварочч-

*"Сеспель" в переводе с чувашского – подснежник*



*Сварка трением. Материал в рабочей зоне пластифицируется и перемешивается механическим способом*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:22:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Для получения цилиндрических резервуаров полотнище подают на гибочные вальцы для придания соответствующей формы*

*Заготовка на высокопроизводительном давильном станке PNC 135*

ного трактора", а обечайки с использованием полуавтоматической сварки в среде защитного газа.

Не так давно смонтировано новейшее оборудование для сварки алюминиевых обечаек методом трения с перемешиванием.

Основные принципы сварки трением с перемешиванием FSW (Friction Stir Welding) были разработаны в 1991 г. в Британском институте сварки. Технология, на первый взгляд, достаточно простая. Две детали плотно соединяются и закрепляются в этом положении. В зону соединения и в материал деталей по обе ее стороны вводится с вращательным движением зонд специальной конструкции из более твердого материала, чем детали. Зонд за счет трения нагревает металл до температуры, близкой к температуре плавления. Металл в рабочей зоне размягчается и перемешивается механическим способом. Зонд перемещается вперед вдоль линии соединения, а позади него шов охлаждается и застывает. При этом происходит не просто образование однородного материала, но за счет его короткой динамической рекристаллизации измельчается зерно. Это повышает пластичность и позволяет в случае необходимости сгибать деталь непосредственно по сварному шву без всяких последствий.

Кроме отсутствия вредных выбросов, потребности в газе и электродах, данная технология позволяет буквально фантастически повысить производительность труда. Если раньше один кольцевой шов обечайки требовал около 8 ч работы сварщика, теперь время сокращается до 8 мин.

В мире подобная технология широко применяется, не только в автомобильной промышленности. Например, при сварке бронекорпусов скоростных боевых кораблей для ВМС США и НАТО, в производстве носителей типа Boeing Delta II и Delta IV, SpaceX Falcon 1. Топливные баки первой ступени Space Shuttle изготовлены примерно схожим образом.

## Окраска эмалями Tikkurila

Очень большое внимание на заводе "Сеспель" уделяется окраске автоцистерн, даже не столько самой окраске, сколько подготовке к этому процессу, ведь именно от этой работы во многом зависит насколько долго будет держаться лакокрасочное покрытие на самой автоцистерне.

Методика подготовки и окраски держится в тайне, но она строго выполняется, учитывая рекомендации поставщика лакокрасочного покрытия, компании Tikkurila.

"Сеспель" использует лакокрасочные эмали Tikkurila последнего поколения, они масло-бензостойкие и держатся очень долго.

Очистка и обезжиривание производятся струей воды под давлением до 1000 атм! Учитывая, что система подачи воды замкнутого цикла, отсутствует необходимость дробеструйной обработки (и со-



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:22:44

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*При покраске автоцистерн завод "Сеспель" использует лакокрасочные эмали Tikkurila последнего поколения*

*Недавно в модельной гамме предприятия появились цистерны-газовозы*

ответствующего дорогостоящего оборудования), использования химического обезжиривания поверхностей (чаще всего это – ручная операция). Применяемая технология отличается высокой производительностью, малыми затратами и высокой экологичностью. Для грунтовки и окраски используются лакокрасочные материалы последнего поколения фирмы Tikkurila. Окраска осуществляется в специальных покрасочных камерах TERMOMAX для крупногабаритных автоцистерн.

## Окончательная сборка и настройка

Сборка полуприцепов производится постовым методом с использованием подкатных подъемников, что позволяет выпускать изделия не только разной длины, но и различной конфигурации. Для антикоррозийной защиты сварные швы покрываются "холодным" цинком производства Zingametall с последующей обработкой препаратом "Импрегнант".

Окончательная настройка шасси автоцистерны – это очень важный этап. На сегодняшний день ни один другой завод в России по производству автоцистерн не обладает подобным оборудованием. Лазерный стенд JOSAM – его задача, испытание и настройка тормозной системы полуприцепа-цистерны. Кроме традиционного компьютерного контроля качества дополнительно производится регулировка схождения и развала колес тележки и испытания тормозной системы на беговых барабанах. Кроме того, на данном стенде проверяется величина тормозных усилий каждого колеса, с имитацией полной загрузки полуприцепа-цистерны.

Настроив полуприцеп-цистерну на лазерном стенде JOSAM, потребитель получает гарантию правильной работы тормозной системы в целом, что значительно повышает эффективность и безопасность эксплуатации автопоезда.

## Модельный ряд "Сеспель"

Описать всю производственную гамму завода невозможно – это около 400 моделей и модификаций. Однако у них у всех есть общая черта – это безрамные конструкции. Очень компактный подрамник предусмотрен только для установки осей. Корпуса цистерн изготавливаются из стали или алюминия. Алюминиевые корпуса – более легкие и дорогие, стальные – тяжелее, но дёшевы. Кроме того, производственная гамма делится на несколько линеек по типу перевозимых грузов. Выпускаются полуприцепы-цистерны для перевозки сыпучих грузов – муки, зерна, комбикорма, сахара, сухих строительных смесей. Еще две группы – это "бочки" для светлых и темных нефтепродуктов. Освоил "Сеспель" и производство полуприцепов-цистерн для углеводородных газов (пропан-бутан и их смеси).



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:22:53

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# ЗАПУСК НОВОЙ МОДЕЛИ ГРУЗОВИКА BAW

**А.С. Грамматчиков**

***Компания BAW объявила о начале выпуска новой модели легкого грузовика BAW 33462-102 Fenix на Ульяновском заводе, производственные мощности которого обновлялись в течение последнего года. Автомобиль грузоподъемностью 1700 кг с газо-бензиновым двигателем и установленным газовым оборудованием Lovato был показан представителям СМИ в рамках тест-драйва, прошедшего 24 сентября 2015 г. на Дмитровском полигоне (Московская обл.).***

Грузовик создан российскими инженерами и имеет много отечественных комплектующих. В частности, на нем установлен газо-бензиновый двигатель производства Заволжского моторного завода (ЗМЗ). Помимо силового агрегата, автомобиль оснащен российскими электрооборудованием, светотехникой, системой вентиляции и отопления, стеклами, зеркалами, элементами надстройки и др. Сборку производят ульяновские рабочие, общая доля локализации у данной модели составляет 63 %. В следующем году компания рассчитывает довести её до 82 %. На грузовике, в частности, появятся новые рессоры, амортизаторы, карданный вал, рулевые тяги и другие детали отечественного производства.

Конструктивно большой запас прочности новой модели в условиях российских дорог гарантирует рама, выполненная из П-образного профиля и обеспечивающая высокую несущую способность вместе с семилистовыми задними рессорами. Передаточные числа в КП подобраны таким образом, что первая передача выступает в качестве пониженной, облегчая нагрузку на трансмиссию груженого автомобиля. Размеры стандартной бортовой платформы (4245×1905 мм) позволяют перевозить длинномерные и габаритные грузы, также имеется возможность установки более широкой платформы (4245×2060 мм).

Новый BAW 33462-102 Fenix является первым российским грузовиком сегмента легких коммерческих автомобилей, производимых в соответствии с требованиями экологического стандарта "Евро-5". Компания дорабатывала двигатель до этого стандарта совместно с российским промышленным холдингом "ИТЭЛМА". Цена грузовика с газовым оборудованием начинается от 780 тыс. руб., что делает ее хорошим предложением в своем сегменте.

Помимо данной модели завод в Ульяновске собирает уже всем известные грузовики BAW Fenix полной массой от 3500 до 12 000 кг. На 2016 г. запланировано производство данных грузовиков с российским дизелем ЗМЗ-514, что значительно снизит валютную долю в его цене. Оба грузовика будут предлагаться в низшей ценовой категории и характеризуются самой низкой стоимостью владения в сегменте легких коммерческих автомобилей. Цена одного километра пути у BAW 33462-102 составляет 5,7 руб. (данные расчеты включают в себя затраты на топливо, ТО и другие эксплуатационные расходы). Для сравнения: подобный показатель у ближайшего конкурента российского производства составляет 6,25 руб.

Компания также объявила о смене бренда, объяснив это решение тем, что производимые автомобили по всем параметрам являются российскими. "Мы создаем отечественный автомобильный бренд, под которым будем выпускать грузовики, автобусы, а также внедорожники. Название пока не разглашаем, оно связано с городом Симбирском. Предварительно можем сказать, что под этим брендом мы, в частности, будем выпускать бензиновые грузовики "Пегас", а также дизельные грузовики "Феникс", – рассказал генеральный директор "БАУ-РУС Мотор Корпорэйшн" Андрей



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:22:57

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*На грузовике установлен газо-бензиновый двигатель ЗМЗ-409061.10*

*Объем баллона составляет 95 л, что обеспечивает грузовику запас хода 600 км*

***Андрей Лукьянов,*** *генеральный директор БАУ-РУС Мотор Корпорэйшн"*

Лукьянов. – Ребрендинг подчеркивает наш курс на локализацию и уход от импортных комплектующих. Так, в 2016 г. мы планируем найти российскую альтернативу китайским дизелям для всех производимых машин".

В целом производственные мощности предприятия BAW в Ульяновске составляют 25 тыс. автомобилей в год. Изначально в проект было вложено 50 млн долл. США, половину из которых составили инвестиции российской компании "АМС Групп". В планах – увеличение объема вложений до 150 млн долл.

По словам Андрея Лукьянова, в течение ближайших 2–3 лет компания BAW-RUS рассчитывает выйти на объем выпуска от 2,5 тыс. грузовиков в год и занять до 5 % рынка легких коммерческих автомобилей.

**Справка о компании**

ООО "БАУ-РУС Мотор Корпорэйшн" работает на российском рынке коммерческой техники с 2006 г. За это время компанией продано более 15 000 грузовиков и 150 автобусов. Налажена сервисно-сбытовая сеть, организовано производство полного цикла. Сейчас "БАУ-РУС Мотор Корпорэйшн" – отечественная компания, выпускающая линейку грузовых автомобилей и два типа автобусов под брендом BAW. Все модели имеют необходимую сертификацию и одобрения, а также значатся как произведённые в России. В планах компании – повышение уровня локализации текущей модельной линейки, а также развитие газомоторной легкой коммерческой техники.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 . 10:23:12

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# Полвека на благо России

**А.Ю. Корякин,** генеральный директор ООО "Газпром добыча Краснодар", г. Краснодар

***Вот уже полвека компания "Газпром добыча Краснодар" трудится на благо процветания газовой отрасли страны, добывает сложные кубометры ценнейшего топлива, ведет политику инновационного развития технологий, претворяет в жизнь важные экологические и социальные проекты.***

ООО "Газпром добыча Краснодар" – одно из старейших дочерних компаний "Газпрома". В 1960-е гг. именно Кубань снабжала газом центральные регионы России. 16 ноября 1965 г. в составе Министерства газовой промышленности было организовано производственное объединение "Кубаньгазпром". Его первым директором стал Василий Александрович Динков, впоследствии министр газовой, а затем нефтяной промышленности СССР.

За годы своей истории "Кубаньгазпром" сформировался в производственный комплекс, объединивший ряд направлений деятельности, таких как добыча и транспортировка углеводородов, подземное хранение газа и другие. В 2007 г. после проведения мероприятий по реорганизации ООО "Кубаньгазпром" путем выделения из Общества новых дочерних обществ "Газпрома" предприятие было преобразовано в газодобывающую компанию.

## Основные виды деятельности

Основными направлениями деятельности являются: организация проведения геологоразведочных и буровых работ, обустройство и эксплуатация газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, переработка газового конденсата, капитальное строительство объектов газовой промышленности. Производственные объекты расположены в Краснодарском крае, Ростовской области, Ставропольском крае, Республиках Адыгее и Калмыкии. В компании работает более 2000 чел. ООО "Газпром добыча Краснодар" осуществляет разработку 52 месторождений, в том числе 31 газового, 17 газоконденсатных, 3 нефтегазоконденсатных и одного нефтяного месторождений.

В компании ведется целенаправленная работа по увеличению объемов добычи углеводородного сырья и оптимизации работы действующего оборудования посредством внедрения новых технологий, совершенствования организационной структуры управления предприятием, мобилизации неиспользованных резервов. Общество активно проводит геологоразведочные работы, ежегодно осуществляя прирост запасов углеводородов, превышающий уровень добычи углеводородного сырья. Эти мероприятия позволяют продлить период рентабельной разработки старых месторождений и успешно осваивать новые.

В ООО "Газпром добыча Краснодар" соблюдаются все экологические нормы и стандарты. В компании действует документ под названием "Экологическая политика", на основании которого регулярно проводятся природоохранные мероприятия: экологический мониторинг на объектах, оборудование площадок для сбора и хранения отходов, озеленение территорий, рекультивация земель, сокращение выбросов загрязняющих веществ. Экологическое сопровождение бурения и эксплуатации месторождений исключает негативное влияние техногенных процессов на окружающую среду. Компания применяет современные

*Установка подготовки газа (УПГ-500) в Славянском районе Краснодарского края*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:15

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Обслуживание фонтанной арматуры*

*Измерение температуры точек росы природного газа*

методы и механизмы экологического управления, направленные на рациональное использование природных ресурсов.

Наглядным примером эффективности природоохранной деятельности ООО "Газпром добыча Краснодар" стала реализация масштабного экологического проекта – "Берегоукрепление Ясенской косы Приморско-Ахтарского района", который стартовал в 2009 г. Берегоукрепительные работы были направлены на защиту Ясенской косы от разрушения волнами Азовского моря. Для укрепления косы вдоль ее морского побережья построена вдольбереговая дамба и волногасящий пляж общей длиной в 10 км. На данный момент работы по берегоукреплению завершены, а это значит, что благодаря усилиям газовиков удалось сохранить экологическое равновесие в Приморско-Ахтарском районе и в то же время создать новые предпосылки для развития курортной сферы в Приазовском регионе.

В период с конца 2010 г. и по сегодняшний день Общество совместно с ООО "Газпром ВНИИГАЗ" выполняют научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы "Оценка геоэкологической ситуации в районах деятельности ООО "Газпром добыча Краснодар" с использованием метода биоиндикации.

## Социальная политика

Принципиальной позицией компании является содействие социально-экономическому развитию муниципалитетов, на территории которых расположены подразделения ООО "Газпром добыча Краснодар". Предприятие шефствует над детскими домами, поддерживает многие общественные инициативы, оказывает помощь нуждающимся людям.

Большое внимание в Обществе уделяется массовому спортивно-оздоровительному движению. Ежегодно проходит Спартакиада, в программу которой входят состязания по волейболу, мини-футболу, легкой и тяжелой атлетике, другим видам спорта. По результатам соревнований формируются делегации, которые представляют компанию на ежегодных Спартакиадах дочерних обществ ОАО "Газпром". Успешно проходят и другие научные, культурно-массовые и спортивные мероприятия, что позволяет достойно представлять Общество в рамках многих корпоративных проектов ОАО "Газпром", региональных и муниципальных программ.

## Перспективы

Общество осуществляет долгосрочную программу развития добычи газа, нефти и газового конденсата, разработанную на период до 2020 г. Реализация данной программы позволит ООО "Газпром добыча Краснодар" увеличить добычу газа и жидких углеводородов. В ближайшие несколько лет на реконструкцию имеющихся и ввод в эксплуатацию новых производственных объектов будут затрачены значительные инвестиционные средства. В 2014–2015 гг. в Краснодарском крае планируется проведение работ по обустройству Бейсугского газового месторождения и ввод в эксплуатацию Песчаного нефтяного месторождения. Также в ближайшие годы планируется построить и запустить четыре промысловые блочные дожимные компрессорные станции: ДКС "Каневско-Лебяжье" в Каневском районе Краснодарского края, ДКС "Марковская" в Тарасовском районе и ДКС "Азовская" в Азовском районе Ростовской области, ДКС "Алексеевская" в Петровском районе Ставропольского края.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# БАХА "ВЕЛИКАЯ СТЕПЬ – ДОН"

**Л.И. Золотова, А.С. Савченко**

***В Волгоградской области с 18 по 20 сентября 2015 г. состоялся заключительный этап Чемпионата и Кубка России по ралли-рейдам – баха "Великая степь – Дон".***

Болельщиков ожидала захватывающая борьба за титул Чемпионов России, которая развернулась в трех автомобильных категориях: "Абсолютный", "Production" и "Грузовики".

В абсолютном зачете на "золото" претендовали сразу три пилота прототипов класса Super Production (T1) – лидер чемпионата России финн Йоуни Ампуйя (Mitsubishi Pajero), и два гонщика команды "ПЭК: Sport" – Евгений Фирсов (Toyota Hilux) и Дмитрий Иевлев (Nissan Datsun). Не менее острая борьба развернулась и в классе серийных внедорожников "Production". Возглавляющий данную категорию по итогам предыдущих этапов Александр Колембет (Toyota LC 200) боролся с действующим обладателем Кубка мира в T2 Андреем Рудским (Toyota LC 200).

В гонке приняли участие многократный победитель ралли-марафона "Дакар" легендарная команда "КАМАЗ-мастер", которой противостояла не менее представительная "ГАЗ Рейд Спорт".

Утром 19 сентября на старт первого дня гонки вышло 33 экипажа на автомобилях и 9 участников на мотоциклах и квадроциклах.

Лидер Чемпионата страны в абсолютном зачете финский экипаж Ампуйя/Хурскайнен с самого начала взял высокий темп, но на половине дистанции растерял свое преимущество из-за навигационной ошибки. Этим успешно воспользовался экипаж Фирсов/Филатов (команда "ПЭК: Sport"), обойдя соперника. Во второй день Фирсов еще больше увеличил свой темп и, показав лучшее время, выиграл гонку. Финский экипаж пришел вторым, а второй экипаж команды ПЭК Иевлев/Шапошников завершил ралли третьим.

Предвкушаемая болельщиками интрига в категории "Грузовики" разрешилась уже в начале первого спецучастка – экипаж лидера чемпионата страны Болеслава Левицкого ("ГАЗ-Рейд-Спорт") пропустил вперед все три экипажа "КАМАЗ-мастер". Но арчединско-донские пески преподнесли неожиданный "сюрприз" победителю марафона Africa Race Дмитрию Сотникову – его многотонная махина, перемахнув очередной бархан, практически вертикально вошла в песок лобовым стеклом. На помощь подоспели партнеры по команде – экипаж Антона Шибалова, и только совместными усилиями спортсменам удалось поставить грузовик на колеса. Оба экипажа продолжили гонку. Однако во второй день, уже на девятом километре трассы, двигатель пострадавшего грузовика категорически отказался работать, заставив экипаж Дмитрия Сотникова сойти с дистанции. Технические проблемы стали причиной схода и их соперников – экипажа 304 Шкляев/Лагута (ГАЗ-Рейд-Спорт). Триумфально завершили гонку два экипажа "камазовцев" – Антона Шибалова и Сергея Куприянова, став соответственно золотым и серебряным призером бахи, а экипаж Левицкий/ Обухов, пилотирующий грузовик ГАЗон NEXT, завоевал бронзовые награды.

Не менее драматично развивались события и в категории "Production". Коварные пески стали непростым испытанием для лидеров – экипажа Рудской/Загороднюк, который потерял много времени, подарив более успешному сопернику – экипажу Варенцов/Павлов 11 драгоценных минут. Претендующий на лидирующие позиции экипаж Колембет/Петенко из-за технических проблем пропустил второй спецучасток, проследовав сразу в "Парк Сервиса", за что получил трехчасовую пенализацию. На второй день Андрей Рудской попытался сократить разрыв и пришел на финиш пер-

*На трассе 6-го этапа Чемпионата России финский экипаж Ампуйя/Хурскайнен*



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:27

Color profile: Disabled
Composite Default screen

*Экипаж 302 Сергея Куприянова на газомоторном КАМАЗе*

*Евгений Фирсов из команды "ПЭК: Sport" на Toyota Hilux мчится к победе*

вым, но сумел отыграть у Артема Варенцова только шесть минут. По итогам гонки он довольствовался "серебром", а Александру Колембету пришлось уступить место на пьедестале экипажу команды G-Energy Rally Team – Морозов/Скрипка.

Первым в национальном классе финишировал на заводском "УАЗ Патриот" экипаж Рыбин/Шакуров. Гонщики по максимуму использовали шанс, который появился после схода с дистанции лидера первого дня гонки экипажа Грачев/Рожнов (команда СССР). В категории Т3 в первый день гонки из-за технических проблем вынужден был сойти с дистанции лидер зачета Мальков/Романенко. Экипаж Мартьянова/Кожухов также потерял много времени на ремонт привода. Неудачи одних – это успех других, в результате экипаж Опарина/Лебедев великолепно провел ралли, одержав победу на трех спецучастках, не оставив шансов своим соперникам. Серебряные медали завоевал экипаж Минниханов/Гиззатуллин, а бронзовые – Виктор Сыропятов/Роман Елагин. Экстремальная трасса "Великая степь – Дон" стала тяжелым испытанием для многих участников гонки, но не для победителей категории "Рейд-Спорт". Здесь победу одержал действующий чемпион страны экипаж Александр Коструков/Евгений Павлов. Вторым на финиш свою спортивную ГАЗель NEXT привел его брат Михаил Коструков в паре с Олегом Нежновым. Третьим успешно финишировал экипаж Сидорок/Додонов из RE Autoclub.

Воскресным вечером спортсменов ожидала красочная церемония награждения победителей финального этапа Чемпиона России по ралли-рейдам. На центральной набережной города Волгоград снова появились гоночные автомобили, прошедшие испытания донских степей, и усталые, но довольные их экипажи. Спортсмены получали кубки и заслуженные медали, а затем устроили традиционный душ из шампанского.

*Выражаем благодарность компании "Газпромнефть – смазочные материалы" за организацию поездки на 6-й этап Чемпионата и Кубка России по ралли-рейдам 2015 г.*

*Сергей Куприянов, пилот команды "КАМАЗ-мастер"*

**Сергей Куприянов, пилот команды "КАМАЗ-мастер"**

Сегодня мы проехали без ошибок, быстро и выполнили все задачи, которые поставили перед собой. Профессиональный совет, который нам дает руководитель команды "КАМАЗ-мастер" Владимир Чагин, ехать в своем темпе. И мы стараемся придерживаться именно такой тактики. В целом, за сезон мы довольны результатом, так как для нас самое главное – показывать на каждом этапе какой-то рост, и мы его видим.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:38

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# АВТОПРОБЕГ "ГАЗ – В МОТОРЫ!"

***23 сентября 2015 г. в Томске стартовал автопробег газомоторной техники дочерних компаний "Газпрома" "Газ – в моторы!". Пробег призван наглядно продемонстрировать эффективность использования природного газа в качестве моторного топлива. Организатором мероприятия выступает ООО "Газпром газомоторное топливо".***

В автопробеге принимает участие преимущественно грузовая и пассажирская техника. Маршруты пробега проложены по трем направлениям – с востока, севера и юга страны. Вслед за Томском через несколько дней пробег возьмет старт в Югорске и Ставрополе. Автопробег пройдет через города Тюмень, Екатеринбург, Уфа, Казань, Нижний Новгород, Москва. Торжественный финиш автопробега "Газ в моторы!" состоится в Санкт-Петербурге 6 октября 2015 г. в рамках V Петербургского международного газового форума.

"Маршрут автопробега и перечень автотранспорта сформированы таким образом, чтобы максимально задействовать существующую газомоторную инфраструктуру и наглядно продемонстрировать многообразие газомоторной техники, используемой сегодня в дочерних предприятиях "Газпрома". Заправка автотранспорта на маршруте осуществляется на 28 АГНКС", – сказал директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Михаил Лихачев.

# VOLVO TRUCKS ВОЗОБНОВИТ ПРОИЗВОДСТВО НА ЗАВОДЕ В КАЛУГЕ

**Генеральный директор Volvo Trucks в России Питер Андерссон, выступая на форуме "АвтоЭволюция" в Калуге заявил, что шведский автоконцерн возобновит производство грузовиков в Калуге с 1 октября.** "Мы заново открываем этот завод и выводим на производственные мощности. Мы видим возможности экспорта компонентов. Мы можем поставлять их из Калуги. При этом мы видим возможность увеличения объемов. Наша основная цель сейчас – экспортировать и собирать грузовики в России", – объявил Питер Андерссон.

По его словам, на предприятие будут возвращены сокращенные в начале года высококвалифицированные сотрудники, благодаря чему компания надеется быстро запустить завод.

Как уточнил топ-менеджер Volvo Group Trucks, локализация производства Volvo в России в настоящее время достигает 35 %, но планируется увеличить показатель до 50 % к концу 2016 г.

Как известно, Volvo с 11 февраля временно приостановил производство на заводе в Калуге по выпуску грузовиков Volvo и Renault, которые поставлялись на российский рынок и рынки стран СНГ. Штат завода в Калуге был сокращен на 30 %.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 2015 *. 10:23:45

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# НОВИНКИ СЕМЕЙСТВА "УРАЛ NEXT" ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

***Автомобильный завод "Урал" "Группы ГАЗ" показал на XX Международной специализированной выставке "Сургут. Нефть и Газ-2015" широкую линейку модернизированных автомобилей "Урал".***

В основе экспозиции – автомобили семейства "Урал NEXT": вахтовый автобус, бортовой автомобиль с краново-манипуляторной установкой, автотопливозаправщик, автоцистерна для сбора конденсата, автокран. На выставке также были представлены автомобили "Урал-М".

Представленные автомобили "Урал NEXT" – различного назначения с разнообразным навесным оборудованием. Среди них – вахтовый автобус (6×6) с метаново-дизельной топливной системой, что позволяет добиться существенной экономии расходов на топливо. Еще один представитель семейства "Урал NEXT" – универсальный автомобиль с бортовой платформой (6×6) и краново-манипуляторной установкой, предназначенный для транспортировки грузов и погрузки на платформу. На выставке также демонстрировались автотопливозаправщик "Урал NEXT" (6×6) объемом м$^3$, который может применяться для доставки топлива и масел в отдаленные районы, включая труднопроходимую местность и небольшие аэродромы, а также для заправки техники; вакуумная автоцистерна АКН (6×6) для механизированного сбора и доставки к месту утилизации газового конденсата и разлитых (либо отработанных) нефтепродуктов. Благодаря применению новой трехместной капотной кабины современного дизайна обеспечен высокий уровень комфорта, эргономики для водителя и пассажиров.

*Автотопливозаправщик "Урал NEXT"*

*Бортовой автомобиль с краном-манипулятором*

Грузовики "Урал NEXT" расширяют модельный ряд автомобилей "Урал", выводя их на новый уровень надежности, управляемости и комфорта.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:52

Color profile: Disabled
Composite Default screen



# В МОСКВЕ ОТКРЫТА ПЕРВАЯ ЗАРЯДНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

***Заместитель руководителя департамента транспорта Москвы Дмитрий Пронин сообщил 7 октября 2015 г. на встрече с журналистами об открытии первой зарядной станции для электромобилей в зоне платной парковки в рамках программы "Московский электротранспорт".***

"Сегодня мы открываем первую зарядную станцию для электромобилей на территории парковочного пространства. Правительство Москвы предусмотрело бесплатную парковку для владельцев электрического транспорта. Мы надеемся, что это станет хорошим стимулом для приобретения электромобилей", – сказал он.

По словам Пронина, программа является логичным продолжением проекта "МОЭСК-EV", реализация которого в Москве позволила запустить 28 зарядных станций для электромобилей. До конца 2016 г. владельцы электромобилей будут пользоваться зарядными станциями бесплатно.

В настоящее время в России действует 60 зарядных станций. Как ожидается, к концу 2018 г. их количество вырастет до 1000 ед. В пресс-службе департамента транспорта со ссылкой на замглавы ведомства Дмитрия Пронина сообщили, что к концу 2016 г. в Москве будет насчитываться 200 зарядных станций для легкового электротранспорта.

# СЕТЬ АЗС "ГАЗПРОМНЕФТЬ" ПРЕДСТАВИЛА КОФЕ DRIVE CAFÉ

***В кафе на АЗС сети "Газпромнефть" появился кофе под собственной торговой маркой Drive Café. Купаж и обжарка зерен осуществляются в России с соблюдением оригинальной рецептуры.***

Кофе Drive Café состоит на 80 % из арабики из Центральной и Южной Америки, и на 20 % из робусты средней обжарки. Смесь разработана специально для реализации в кафе на АЗС "Газпромнефть". Сырьё закупается производителем у крупнейших мировых трейдеров.

Ранее готовая продукция поставлялась из-за рубежа, теперь смесь производится в Московской области. На современном итальянском оборудовании осуществляются обжарка зеленых кофейных зерен и их фасовка. Производственный процесс полностью автоматизирован.

В дальнейших планах сети – продажа на АЗС упакованной кофейной зерновой смеси Drive Café в упаковках по 1 кг.

"Сеть АЗС "Газпромнефть" первой в сегменте топливного ритейла начала реализацию кофе под собственной торговой маркой. Система удаленного централизованного управления кофемашинами на АЗС "Газпромнефть" позволяет устанавливать единые настройки рецептуры и поддерживать заданный уровень качества кофе во всех регионах присутствия сети", – отметил Роман Крылов, заместитель руководителя сети АЗС "Газпромнефть" в РФ и СНГ по сопутствующему бизнесу.



agzk12.15(1-56).ps
agzk12.15(1-56)
16 № 2015 ". 10:23:58